

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ „ION IONESCU DE LA BRAD” IAȘI
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: ZOOTEHNIE
SPECIALIZAREA: ALIMENTAȚIA ANIMALELOR**

TEZĂ DE DOCTORAT

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,
Prof. univ. dr. Mircea Ioan POP**

**DOCTORAND,
Vasile BUNDUC**

2019

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ „ION IONESCU DE LA BRAD” IAȘI
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL DE DOCTORAT: ZOOTEHNIE
SPECIALIZAREA: ALIMENTAȚIA ANIMALELOR**

**SOLUȚII NUTRIȚIONALE INOVATIVE PENTRU
OBTINEREA DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT
FUNCȚIONAL**

***INNOVATIVE NUTRITIONAL SOLUTIONS TO OBTAIN
FUNCTIONAL EGGS***

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT,
Prof. univ. dr. Mircea Ioan POP**

**DOCTORAND,
Vasile BUNDUC**

2019

CUPRINS

INTRODUCERE	3
REZUMAT	5
PARTEA I STADIUL BIBLIOGRAFIC	9
CAPITOLUL 1. SPECIFICUL DIGESTIEI ȘI ALIMENTAȚIEI LA GĂINILE OUĂTOARE	10
1.1 Morfologia aparatului digestiv al găinilor ouătoare.....	10
1.2 Fiziologia digestiei la găinilor ouătoare.....	12
1.3 Aspecte specifice privind nutriția și alimentația găinilor ouătoare.....	14
CAPITOLUL 2. CALITATEA ȘI VALOAREA NUTRITIVĂ A OUĂLOR DE GĂINĂ	22
2.1 Compoziția chimică și valoarea nutritivă a ouălor de consum	22
2.2 Proprietăți generale ale ouălor de consum în relație cu sănătatea consumatorului ...	27
2.3 Soluții nutriționale de îmbogățire a ouălor de consum.....	31
CAPITOLUL 3. ASPECTE GENERALE DE OBȚINERE A OUĂLOR CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL PRIN UTILIZAREA ADITIVILOR FURAJERI	37
3.1 Aditivi furajeri - importanță, generalități, clasificare.....	37
3.1.1 Aditivi nutriționali.....	39
3.1.2 Aditivi furajeri tehnologici.....	42
3.1.3 Aditivi furajeri botanici.....	45
3.1.4 Aditivi furajeri medicinali.....	48
3.2 Alimente funcționale - definire și importanță.....	50
3.2.1 Clasificarea, beneficiile și piața alimentelor funcționale	53
3.2.2 Cercetări recente privind obținerea de ouă modificate nutrițional – „ouă funcționale”.....	56
PARTEA II CERCETĂRI PROPRII	67
CAPITOLUL 4. SCOPUL ȘI ORGANIZAREA CERCETĂRILOR, MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU	68
4.1 Scopul și obiectivele cercetărilor.....	68
4.2 Cadrul organizatoric	74
4.3 Materialul de cercetare	79
4.4 Metode de cercetare.....	83
CAPITOLUL 5. IDENTIFICAREA ȘI CARACTERIZAREA CHIMICĂ A UNOR MATERII PRIME CU CONȚINUT BOGAT ÎN XANTOFILE, ACIZI GRAȘI ESENȚIALI ȘI ANTIOXIDANȚI	98
5.1 Rezultate privind compoziția chimică a unor materii prime cu conținut ridicat de xantofile	98
5.2 Caracterizarea nutrițională a surselor de pigmenți xantofilici din aditivii propuși în cercetările proprii.....	99
5.3 Identificarea și caracterizarea chimică a surselor de acizi grași esențiali și antioxidanți	105

CAPITOLUL 6. FORMULAREA SI CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A UNOR ADITIVI PROPUȘI PENTRU UTILIZARE ÎN CERCETĂRILE PROPRII	111
CAPITOLUL 7. FORMULAREA ȘI CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A UNOR NUTREȚURI COMBinate PROPUSE A FI UTILIZATE PENTRU OBTINEREA DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL	114
7.1 Nutrețuri combinate formulate pentru obținerea de ouă îmbogățite în xantofile	115
7.2 Nutrețuri combinate formulate pentru obținerea de ouă cu conținut ridicat în acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți	122
CAPITOLUL 8. EVALUAREA INFLUENȚEI FACTORILOR EXPERIMENTALI STUDIAȚI ASUPRA PERFORMANȚELOR PRODUCTIVE REALIZATE ȘI ASUPRA CALITĂȚII OUĂLOR OBTINUTE	131
8.1 Rezultate privind efectul folosirii unor surse specifice de xantofile în alimentația găinilor ouătoare (seria de experimente A)	131
8.2 Rezultate privind efectul unor surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți în alimentația găinilor ouătoare (seria de experimente B)	142
CAPITOLUL 9. REZULTATE OBTINUTE ÎN CERCETĂRI PROPRII DE EVALUARE A INFLUENȚEI CONSUMULUI DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL ASUPRA SĂNĂTĂȚII OMULUI (Seria de experimente C)	156
9.1 Rezultate obținute cu privire la consumul de ouă îmbunătățite în luteină și zeaxantină - Experimentul C1	156
9.2 Rezultate obținute cu privire la consumul de ouă îmbunătățite în acizi grași omega 3 și antioxidanți - Experimentul C2	160
CAPITOLUL 10. ASPECTE ECONOMICE	166
CAPITOLUL 11. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	172
ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI	175
BIBLIOGRAFIE.....	176

LISTA ABREVIERILOR

EM	energie metabolizabilă
NC	Nutreț combinat
MUFA	Acizi grași mononesaturați
PUFA	Acizi grași polinesaturați
CVD	Boală cardiovasculară
SUA	Statele Unite ale Americii
UE	Uniunea Europeană
DHA	Acid docosahexanoic
ALA	Acid alfa linoleic
CLA	Acid linoleic conjugat
FOSHU	Food for Specified Health Use
ENC	Egg Nutrition Center
NRC	National Research Council

CONTENTS

INTRODUCTION	3
SUMMARY	5
PART I : BIBLIOGRAPHIC STUDY	9
CHAPTER 1. PARTICULARITIES OF DIGESTION AND FEEDING IN LAYING HENS	10
1.1 Morphology of the digestive system of laying hens	10
1.2 The physiology of digestion of laying hens	12
1.3 Specific issues regarding the nutrition and feeding of laying hens	14
CHAPTER 2. EGGS QUALITY AND NUTRITIVE VALUE	22
2.1 Chemical composition and nutritional value of table egg	22
2.2 General properties of table eggs in relation to consumer health	27
2.3 Nutritional solutions for enriching table eggs.....	31
CHAPTER 3. GENERAL ASPECTS FOR OBTAINING EGGS AS FUNCTIONAL FOOD BY USING FEED ADDITIVES.....	37
3.1 Feed additives - importance, generalities, classification	37
3.1.1 Nutritional additives	39
3.1.2 Technological additives	42
3.1.3 Botanical additives	45
3.1.4 Medicinal additives	48
3.2 Functional foods - role and importance	50
3.2.1 Classification, benefits and functional food market	53
3.2.2 Recent research on obtaining nutritionally modified eggs - "functional eggs"	56
PART II : PERSONAL RESEARCH	67
CHAPTER 4. PURPOSE AND ORGANIZATION OF RESEARCH, MATERIALS AND METHODS	68
4.1 Research purpose and objectives.....	68
4.2 Organizational framework	74
4.3 Research material	79
4.4 Research methods	83
CHAPTER 5. IDENTIFICATION AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF RAW MATERIALS WITH HIGH CONTENT IN XANTHOPHYLLS, ESSENTIAL FATS AND ANTIOXIDANTS	98
5.1 Results on chemical composition of some high xanthophyll raw materials	98
5.2 Nutritional characterization of sources of xanthophyll pigments from additives proposed in personal research	99
5.3 Identification and chemical characterization of sources of essential fatty acids and antioxidants	105
CHAPTER 6. FORMULATION AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF PROPOSED ADDITIVES	111

CHAPTER 7. NUTRITIONAL FORMULATION AND CHARACTERIZATION OF SOME COMPOUND FEEDS PROPOSED TO BE USED TO OBTAINING FUNCTIONAL EGGS	114
7.1 Mixed fodder formulated to obtain xantho-enriched eggs	115
7.2 Mixed fodder formulated to produce high-content eggs in omega 3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants	122
CHAPTER 8. EVALUATION OF THE INFLUENCE OF STUDIED EXPERIMENTAL FACTORS STUDIED ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE AND ON THE QUALITY OF EGGS	131
8.1 Results on the effect of specific sources of xanthophylls in laying hens (Experimental series A)	131
8.2 Results on the effect of specific sources of omega 3 fatty acids and antioxidants in laying hens (Experimental series B)	142
CHAPTER 9. EVALUATION OF THE EFFECT OF FUNCTIONAL FOOD ON HUMAN HEALTH (EXPERIMENTAL SERIES C)	156
9.1 Results on eggs consumption improved in lutein and zeaxanthin - Experiment C1 ...	156
9.2 Results on eggs consumption improved in antioxidant and omega-3 fatty acids - Experiment C2	160
CHAPTER 10. ECONOMIC ISSUES	166
CHAPTER 11. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	172
ORIGINALITY AND INNOVATIVE CONTRIBUTIONS OF THESIS.....	175
REFERENCES	176

LIST OF ABBREVIATIONS

EM	metabolisable energy
NC	mixed fodder
MUFA	Monounsaturated fatty acids
PUFA	Polyunsaturated fatty acids
CVD	Cardiovascular disease
SUA	United States of America
UE	European Union
DHA	Docosahexaenoic acid
ALA	Alpha linoleic acid
CLA	Conjugated linoleic acid
FOSHU	Food for Specified Health Use
ENC	Egg Nutrition Center
NRC	National Research Council

INTRODUCERE

Alimentația a jucat întotdeauna un rol primordial în viața omului, având o influență majoră asupra stării sale de sănătate.

Nutriția nu face decât să aprofundeze legăturile de altfel fundamentale dintre organism și hrană, buna funcționare a organismului fiind în relație directă cu alimentele ingerate. În compoziția hranei intră următoarele grupe de substanțe: proteine, lipide, glucide, vitamine, minerale și apa, care oferă aportul energetic funcționării organismului. Suport material al vieții, substanțe de o mare complexitate proteinele sunt cele mai răspândite substanțe organice în materia vie.

Oul este o sursă excelentă de vitamine și substanțe minerale, mai ales de fosfor asimilabil și fier, are o digestibilitate ușoară, dar cu efect acidifiant și sărac în vitamina C. Vitaminele din ouă permit satisfacerea cerințelor omului în proporții ce variază între 5 - 100%, în funcție de condițiile nutriționale de care au beneficiat păsările (*Mann, 2000*).

Oul constituie o sursă ideală de aminoacizi esențiali și o combinație de vitamine și minerale ce nu se regăsesc nici într-un alt aliment (*Nys, 2011*).

Permanent în decursul evoluției sale filogenetice, omul a modificat relația cu hrana, fiecărei civilizații fiindu-i aparte un anumit tip și mod de alimentație, astfel încât putem spune despre alimentație că este un proces complex care s-a format și perfecționat în cursul evoluției prin adaptarea continuă a sistemelor de producere, prelucrare și metabolizare a alimentelor la condițiile de mediu existente (*Drăgotiu ș.a., 2015*).

Numeroase materii prime și produse alimentare se alterează ușor, scurtând considerabil durata lor de păstrare. Prolungirea duratei de păstrare a alimentelor este necesară pentru eliminarea caracterului sezonier al consumului, creșterea disponibilității spre consumator și reducerea pierderilor la produsele alimentare perisabile, recurgându-se la unele procedee de conservare a proprietăților acestora (*Pop ș.a., 2013*).

Perfecționarea tehnologiilor din industria alimentară a presupus în cele mai multe cazuri, obținerea de produse rafinate foarte concentrate în energie dar sărace în substanțe biologice active. Astfel de produse sunt cele ce produc dezechilibre, fiindcă tratează cu prioritate funcția senzorială, o neglijează pe cea nutritivă și nu în ultimul rând o ignoră pe cea protectoare.

Astfel, au fost publicate statistici îngrijorătoare cu privire la apariția și evoluția galopantă a unor boli, datorate alimentației, boli precum cancerul, diabetul, boli cardiovasculare asociate cu obezitatea etc.

A apărut astfel conceptul de alimente funcționale : acele alimente care, în plus față de principiile nutritive de bază, conțin substanțe active cu efecte benefice asupra sănătății.

Oul constituie un aliment prețios pentru om dar și o materie primă indispensabilă pentru anumite industrii (alimentară, farmaceutică). Pentru oameni, o sursă importantă de proteine, dar și de alte substanțe nutritive, oul, la un consum rațional, reprezintă un adevărat stimulent pentru funcțiile metabolice ale organismului, determinând creșterea rezistenței acestuia la îmbolnăvire și ajutând la fortificarea sistemul nervos (*Usturoi, 2005*).

O viața fizică și psihică sănătoasă, fără medicamente, îi face pe mulți să se reorienteze către astfel de produse. În acest context, piața alimentelor funcționale crește într-un ritm alert. Specialiștii se așteaptă ca la nivel global, piața alimentelor funcționale să atingă cote tot mai ridicate.

Sporirea cantității produselor animaliere și a calității acestora nu este posibilă fără aplicarea unei nutriții și alimentații moderne, pe principii științifice. Astăzi a devenit indispensabilă folosirea aditivilor furajeri, o grupă de substanțe chimice sau biologice care, adăugate în rații, satisfac unele cerințe specifice, stimulează ritmul de creștere sau producțiile animaliere sau asigura o bună conversie a hranei (*Stoica ș.a., 1999*).

În comparație cu celelalte sectoare ale zootehniei, creșterea păsărilor s-a impus cu destul de multă greutate ca o ramură importantă a producției animale; secole de-a rândul, păsările domestice au fost crescute doar în efective mici și în mod empiric, neexistând preocupări științifice referitoare la alimentație, adăpostire și îngrijire rațională (*Vacaru-Opriș ș.a., 2000*).

De-a lungul timpului, producția avicolă a cunoscut o creștere rapidă, ceea ce a făcut ca ouăle și carnea de pasăre să fie prezente pe piață în mod permanent, în cantități din ce în ce mai mari și la prețuri scăzute, în comparație cu alte produse animale (*Van, 2004*).

INTRODUCTION

Nourishment always played a primary role in humans' life, its quality and defects influencing decisively the health state.

Nutrition it just does to deepen the fundamental liaisons between man and food. The good function of the entire organism is in a direct relation with the ingested foods. In their composition enter the following groups of substances: proteins, lipids, carbohydrates, vitamins, minerals and water, which offer the energetic input for organisms' functioning. Material support of life, substances with a great complexity, proteins are the most widespread organic substances in live matter.

Egg is, together with milk, a protein matrix, which can not miss from the food of any humans' category.

Egg is an excellent source of vitamins and mineral substances, especially digestible phosphorous and iron, have an easier digestibility, but with and acidifying effect and poor in vitamin C. Vitamins from eggs allow satisfying the requirements of humans' in rates which varied between 5-100%, function of nutritional conditions of which birds have benefited (*Mann, 2000*).

Egg is an ideal source for essential amino acids and a combination of vitamins and minerals which couldn't be founded in any other food (*Nys, 2011*).

Permanently during its phylogenetic genetic evolution, man modified relation with food, each civilisation had a special type and way of nourishment, so we can say about feeding that it is a complex process which was formed and improved during evolution by a continuous adaptation of production, processing and metabolising systems of foods to the existent environmental conditions (*Drăgotoiu et al., 2015*).

Various raw material and foodstuff products are easily altered, shortening considerably their storage period. Prolongation of food storage period is necessary for elimination of seasonable character of consumption, increasing the availability for consumer and decreasing the losses for perishable foodstuff products, by using of some preservation procedures for their qualities (*Pop et al., 2013*).

Improvement of technologies from food industry supposed in many cases, obtaining of refined products very concentrated in energy but poor in active biological substances. Such products are the ones which produce imbalances, because it treats with priority the sensorial function, neglect the nutritive one and last but not least ignore the protective function.

So, were published alarming statistics regarding apparition and rampant evolution of some diseases, caused by nourishment, diseases like cancer, diabetes, and cardiovascular diseases associated with obesity etc.

So, appeared the concept of functional foods which are those foods which additionally to basic nutritive principles contains active substances with beneficial effects on health.

Egg is a precious food for man and an indispensable raw material for certain industries (foodstuff, pharmaceuticals). For people, an important protein source, as well as for other nutritive substances, egg, at a rational consumption, represent a real stimulant for organisms' metabolic functions, leading to increasing of its resistance to illness and helping in fortifying of nervous system (*Usturoi, 2005*).

A healthy physical and psychical life, without medicines, makes more people to refocus to such products. In this context, functional food market is increasing into an alert rhythm. Specialists expect that at world level, functional food market to reach maximal levels.

Increasing of quantity of animal products and their quality it is possible without application of modern nutrition and nourishment based on scientific principles. Today it is indispensable utilisation of foddering additives, a group of chemical and biological substances which, added in intake, satisfy some specific requirements, stimulate growth rhythm or livestock productions or assure a good conversion of food (*Stoica et al., 1999*).

In comparison with other sectors of animal husbandry, birds' rearing was imposed very difficult as an important branch of animal production; for centuries, domestic birds being reared only in small flocks and into an empiric way, without being scientific preoccupations regarding nourishment, sheltering and rational maintenance (*Vacaru-Opriş et al., 2000*).

During time, avian production known a rapid increase, which make that egg and bird meat to be presented in a permanent way on the market, in bigger and bigger quantities and at low prices, in comparison with other animal products (*Van, 2004*).

REZUMAT

Cuvinte cheie: **xantofile, antioxidanți, ouă, aliment funcțional, sănătate, consumatori**

Cheia menținerii unei stări de sănătate este reprezentată de o alimentație rațională, iar oul este unul dintre alimentele care îndeplinesc toate criteriile pentru a fi considerat aliment funcțional, acesta îmbunătățind circulația sangvină, întărind sistemul imunitar, protejând vederea și asigurând buna funcționare a creierului.

Teza de doctorat intitulată *„Soluții nutriționale inovative pentru obținerea de ouă cu caracter de aliment funcțional”*, este structurată în două părți: partea de studiu bibliografic și partea de cercetări proprii însumând 11 capitole, la care s-au adăugat concluziile generale și recomandările, alături de originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei precum și bibliografia studiată.

În prima parte a tezei au fost incluse trei capitole care prezintă specificul nutriției și alimentației la găinile ouătoare, calitatea și valoarea nutritivă a ouălor de găină precum și unele aspecte generale de obținere a ouălor cu caracter funcțional prin utilizarea aditivilor furajeri.

Partea a II a a tezei de doctorat, structurată în opt capitole, conține scopul, obiectivele și organizarea cercetărilor, materiale și metode de lucru utilizate, rezultatele obținute cu privire la îmbogățirea ouălor de găină în xantofile și acizi grași saturați și antioxidanți, evaluarea influenței acestora factori experimentali asupra performanțelor productive a găinilor ouătoare dar și a calității ouălor obținute. De asemenea, în a doua parte a tezei au fost discutate impactul consumului acestor ouă ca aliment funcțional asupra sănătății consumatorilor, unele aspecte economice și o serie de concluzii și recomandări.

Astăzi, alimentele sunt privite nu doar ca mijloc de sațietate și de furnizare a nutrienților necesari, ci și în scopul prevenirii afecțiunilor relaționate nutriției și îmbunătățirii stării fizice și psihice a consumatorilor. În țările dezvoltate, alimentația omului este caracterizată de un consum excesiv de proteină, colesterol, acizi grași saturați și acizi grași polinesaturați omega-6 și un consum deficitar de acizi grași omega-3, fibre și antioxidanți; aceste dezechilibre nutriționale sunt responsabile de incidența ridicată a obezității și a bolilor cronice sau degenerative netransmisibile, dintre care afecțiunile cardiovasculare reprezintă o cauză majoră de morbiditate și mortalitate la nivel global.

Din aceste considerente, prezenta teză abordează un studiu complex al alimentației găinilor ouătoare, în scopul îmbunătățirii ouălor și transformării acestora dintr-un aliment complet, în unul funcțional. Astfel au fost identificate și caracterizate nutrițional o varietate mare de materii prime în cea mai mare parte indigene și cu disponibilitate ridicată care pot fi folosite în scop furajer ca surse

specifice de pigmenți xantofilici (luteină și zeaxantină) și respectiv acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți.

Sursele cu cea mai ridicată concentrație de pigmenți xantofili au fost pulberile de spirulină (5684ppm), cătină albă (236 ppm) și gălbenele (174 ppm), cea mai scăzută concentrație fiind întâlnită în pulpa de dovleac uscată (2,8 ppm); sursele de xantofile cu cea mai mare disponibilitate pentru a putea fi folosite industrial au fost glutenul de porumb (cu un conținut de xantofile cuprins între 167-200 ppm) și lucerna granulată (cu un conținut de 72,54 ppm) - acestea fiind selectate și utilizate în diferite proporții în structura unor rețete experimentale de nutrețuri combinate care au permis obținerea unor rezultate avantajoase prin prisma performanțelor zootehnice și mai ales a conținutului în luteină și zeaxantină din ouăle astfel obținute.

În ceea ce privește sursele de acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți, au ieșit în evidență prin conținut și disponibilitate uleiul și șrotul de semințe de struguri, tescovina, șrotul de in (sub forma produsului Extrulin) și șrotul de camelină; toate acestea au făcut obiectul unor variante experimentale, fiind introduse în diferite combinații și proporții în structuri de nutrețuri combinate experimentate în hrana găinilor ouătoare.

- **Au fost formulați și experimentați doi aditivi furajeri specifici ca surse de pigmenți xantofilici (AX1 și AX2, cu un conținut de xantofile de 512 ppm și respectiv 964 ppm);** introducerea acestora (în proporții de 2 și 4%) în hrana găinilor ouătoare a avut o influență puternică asupra calității ouălor obținute, determinând creșterea cu 50 până la 250 % a conținutului de luteină și zeaxantină din ou, dar în condițiile creșterii costului hranei cu 80 până la 260 %.

- **Seria de experimente A** care a vizat **posibilitățile de obținere a ouălor îmbogățite în pigmenți xantofilici** folosind luteină sintetică și respectiv surse naturale (lucerna și gluten de porumb, în diferite proporții) a condus în final la cristalizarea unei soluții nutriționale verificată în condiții de macrotest la nivel de fermă (variantele experimentale E2 din experimentul A3 - cu 5% lucernă și 10% gluten de porumb în structura nutrețului combinat) care permite obținerea unor ouă cu un conținut de xantofile (luteina și zeaxantina) mai mare cu circa 400 % față de cel din ouăle convenționale (de la lotul de control), în condițiile unei productivități ușor sporite (intensitate de ouat cu 1,4% mai mare), cu un cost al hranei cu doar 4,7% mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice chiar în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu doar 5% mai mare față de cel al ouălor convenționale - deși evident se poate aplica o marjă de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

- În urma **seriei de experimente B** au fost evaluate unele **posibilități de obținere a unor ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți** prin folosirea în hrana găinilor ouătoare a unor surse specifice pentru

acești nutrienți; astfel, pe baza primelor două experimente (B1 și B2), în cadrul **experimentului B3** a fost verificată o soluție nutrițională de utilizare a unor surse naturale (1% șrot de semințe struguri, 2% șrot de camelină și 3% șrot de in - Extrulin în structura nutrețului combinat) ce poate permite obținerea unor ouă cu un conținut de acizi grași omega-3 mai mare cu circa 73% față de cel din ouăle convenționale, și implicit un raport al acizilor grași $\Omega 6/\Omega 3$ în ou mult mai avantajos nutrițional, în condițiile unei productivități (intensitate de ouat) practic egale, cu un cost al hranei cu circa 6 % mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu circa 10% mai mare față de cel al ouălor convenționale - evident, și în acest caz se poate aplica o marjă de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

- **Studiile clinice** efectuate pe voluntari au evidențiat faptul că **un consum controlat, relativ ridicat, de ouă cu caracter de aliment funcțional - îmbogățite în luteină și zeaxantină sau în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți - poate avea efecte benefice asupra sănătății consumatorilor**, fără a fi fost evidențiate modificări ale indicatorilor biochimici sanguini care să indice o posibilă tulburare metabolică a organismului, indiferent de grupa de vârstă, sex sau greutatea corporală a subiecților implicați în studiu.

În cazul consumului de ouă îmbogățite în luteină și zeaxantină, valorile colesterolului atât LDL-colesterol, cât și HDL-colesterol au fost ușor crescute la finalul perioadei experimentale (după 6 săptămâni), însă fără a depăși limitele admise, la toți subiecții participanți la studiu. Pentru trigliceride, valorile obținute au fost mai scăzute la finalul studiului, față de cele determinate la începutul acestuia, însă nu au fost sub limitele admise.

Consumul de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 a adus un aport proteic semnificativ și a determinat o scădere semnificativă a fibrinogenului - marker al inflamației în organismul uman; în urma consumului acestui tip de ouă valorile transaminazelor, HDL-colesterol și LDL-colesterol, proteinei C reactive și trigliceridelor au rămas în limitele normale, fără modificări semnificative ale parametrilor, în timp ce concentrația proteinelor totale a avut o creștere semnificativă ce a fost corelată cu scăderea semnificativă a valorilor fibrinogenului.

Nu au fost raportate reacții adverse sau simptome de intoxicații în urma consumului de ouă. Ouăle consumate au fost bine apreciate și bine tolerate de către toți voluntarii participanți la studiu.

În urma cercetărilor efectuate și a concluziilor formulate privind soluțiile nutriționale de obținere a unor ouă cu caracter de aliment funcțional, îmbogățite în xantofile și respectiv, în acizi grași esențiali și antioxidanți, facem următoarele **recomandări**:

- utilizarea materiilor prime experimentate ca surse specifice de xantofile și respectiv, de acizi grași esențiali și antioxidanți, în hrana găinilor ouătoare;
- consumul periodic regulat, controlat (de până la 6-10 ouă/săptămâna) a unor astfel de ouă cu caracter de aliment funcțional, cu efecte pozitive asupra stării de sănătate a consumatorilor.

Astfel, prin însăși tematica abordată - identificarea și evaluarea eficienței unor soluții de obținere a unor ouă cu caracter de aliment funcțional, îmbogățite în luteină și zeaxantină și respectiv, în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți - fiind una din primele cercetări la nivel național care a utilizat în cadrul experimentelor materii prime bogate în xantofile, ce pot înlocui luteina comercială de sinteză, dar și subproduse de vinificație și alte surse specifice cu disponibilitate ridicată pentru obținerea de ouă cu un conținut crescut de acizi grași omega-3 și antioxidanți. Totodată, cercetările cu privire la formularea și testarea celor doi aditivi furajeri (originali) cu conținut ridicat de xantofile au o contribuție majoră la caracterul de originalitate al tezei. Nu în ultimul rând, considerăm ca fiind deosebit de utilă și originală evaluarea influenței unui consum regulat și controlat al celor două tipuri de ouă cu caracter de aliment funcțional asupra stării de sănătate a consumatorilor umani, prin efectuarea studiilor clinice specifice în cadrul Institutului Parhon.

Multidisciplinaritatea cercetărilor care au făcut obiectul prezentei teze de doctorat este asigurată de diversitatea domeniilor științifice abordate în studiile întreprinse și anume: chimie analitică și biochimie, fiziologie, nutriție și alimentație animală, zootehnie, zooeconomie, nutriție și medicină umană și nu numai.

Astfel oul este recomandat pentru consum indiferent de vârstă sau starea de sănătate, datorită complexității acestuia și a capacității sale de transformare și asimilare a nutrienților atât de necesari omului și nu numai.

SUMMARY

Key words: **xanthophylls, antioxidants, eggs, functional food, health, consumers**

The key for maintaining the health state is represented by rational nourishment, and egg is one of the foods which fulfil all the criteria for a functional food, this one improving the sanguine flow, strengthening the immune system, protecting the eyesight and assuring a good functioning of brain.

So, the PhD thesis entitled ***“Innovative nutritional solutions to obtain with functional eggs”***, is structured in two parts: the part of literature study and part of own research summing 11 chapters, at which were added general conclusions and recommendations, together with thesis’ originality and innovative contributions as well as the studied literature.

In first part of thesis were included three chapters which illustrate the specific of digestion and nourishment at laying hens, quality and nutritive value of hen eggs as well as general aspects regarding obtaining of eggs with functional character by utilisation of foddering additives.

Second part of the PhD thesis, structured in eight chapters, illustrate research aim and design, materials and working methods, the obtained results regarding enrichment of hen eggs in xanthophylls, saturated fatty acids and antioxidants, evaluation of influence of those experimental factors on productive performances of laying hens and also on the quality of obtained eggs.

Also in the second part of thesis was debated the impact of consumption of such eggs as functional food on consumers’ health, as well as economical aspects regarding production costs of such products.

Nowadays, foods are not only for fulfilling the satiation and a provider of necessary nutrients, but also to prevent the affections related with nutrition and for improving the mental and health state of consumers. In developed countries, man nourishment is characterised by an excessive consumption of protein, cholesterol, saturated fatty acids and omega-6 polyunsaturated fatty acids and a scanty consumption of omega-3 fatty acids, fibres and antioxidants; those nutritional imbalances are responsible for the high rate of obesity and chronically or non-transferable degenerative diseases, from which cardiovascular diseases represent a major cause of morbidity and mortality at world level.

From the above mentioned reasons, the current thesis approaches a complex study of nourishment of laying hens, aiming to improve the eggs and their transformation from a complete food into a functional one. So were identified and nutritionally characterized a great variety of raw materials much of them

indigenous and with a high availability which could be used in foddering as specific sources for xanthophylls pigments (luteine and zeaxanthin) and respectively omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants.

Sources with the highest concentration of xanthophylls pigments were spirulina powder (5684 ppm), white seabuckthorn (236 ppm) and marigold (174 ppm), the lowest concentration being founded in pulp of dried pumpkin (2.8 ppm); xanthophylls sources with the greatest availability to be industrially utilised were corn gluten (with a xanthophylls content between 167-200 ppm) and granulated alfalfa (with a content of 72.54 ppm) – those ones being selected and utilised in different rates into the structure of some experimental recipes for mixed fodders which allow to obtain some advantageous results in the light of husbandry performances and especially regarding content in luteine and zeaxanthin of the eggs obtained in this way.

Regarding the sources of omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants, have emerged through content and availability grape seeds oil and meal, marc, linen meal (as Extrulin product) and camelina meal; all of those being subject of some experimental variants, being introduced in different combinations and rates in structures of experimental mixed fodders which were given to laying hens.

- **Were formulated and experimented two specific fodder additives as source for xanthophylls pigments (AX1 and AX2,** with a xanthophylls content of 512 ppm and respectively 964 ppm); their introduction (in rates of 2 and 4%) in feed of laying hens had a strong influence on quality of obtained eggs, determining the increasing with 50 up to 250% of egg's luteine and zeaxanthin content, but in the conditions of increasing of food cost with 80 up to 260%.

- **Experimental series A** which aimed on **possibilities of obtained of eggs enriched in xanthophylls pigments** using synthetic luteine and respectively natural sources (alfalfa and corn gluten, in different rates) reached at the end to a nutritional solutions certified in conditions of a macro-test at farm level (experimental variant E2 from experiment A3 - with 5% alfalfa and 10% corn gluten in the structure of mixed fodder) which allow obtaining of eggs with a content in xanthophylls (luteine and zeaxanthin) higher with around 400% face to the one from conventional eggs (from control batch), in conditions of a light increased productivity (laying intensity with 1.4% higher), with a cost for food with only 4.7% higher, which will allow an increase of economical efficiency even in the conditions in which the selling price of eggs with character of functional food will be only with 5% higher face to the one of conventional eggs – even if obviously could be applied a higher profit rate, perfect justified by eggs quality.

- At the end of **experimental series B** were evaluated some **possibilities for obtaining of eggs enriched in omega-3 polyunsaturated fatty acids and**

antioxidants by using in food of laying hens of some specific sources for those nutrients; so, based in first two experiments (B1 and B2), in **experiment B3** was tested a nutritional solution of utilisation of some natural sources (1% grape seeds meal, 2% camelina meal and 3% linen meal - Extrulin in structure of mixed fodder) which will allow obtaining of some eggs with a higher content in omega-3 fatty acids with around 73% face to the one from conventional eggs, and implicit a rate of fatty acids $\Omega 6/\Omega 3$ in egg much more nutritional advantageous, in conditions of a productivity (laying intensity) almost equal, with a cost of food higher with around 6% higher, which will allow an increase of economical efficiency in the conditions in which the selling price of eggs with character of functional food will be only with 10% higher face to the one of conventional eggs - obviously, also in this case could be applied a higher profit rate, perfect justified by eggs quality.

- **Clinical studies** effectuated on volunteers highlighted the fact that a **controlled consumption, relatively high, of eggs with character of functional food – enriched in luteine and zeaxanthin – could have beneficial effects on consumers' health state**, without being noticed modifications of sanguine biochemical indicators which indicate a possible metabolic disorder of organism, no matter of age group, sex and corporal mass of the subjects involved in study.

In case of consumption of eggs enriched in luteine and zeaxanthin, values of cholesterol both LDL-cholesterol, as well as HDL-cholesterol was light increased at the end of experimental period (after 6 weeks), but without over-came the admissible limits, at all the subjects who participate at the study. For triglycerides, the obtained values were lower at the end of study, face to the ones determined at the beginning of it, but weren't under the admissible limits.

Consumption of eggs enriched in omega-3 polyunsaturated fatty acids leads to a significant protein intake and determinate a significant decreasing of fibrinogen - marker of inflammation in human organism; after consumption of such type of eggs the values for transaminases, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol, protein C reactive and triglycerides remained into normal limits, without significant modifications of parameters, while concentration of total proteins had a significant increase which was correlated with the significant decrease of fibrinogen values.

It weren't reported adverse reactions or intoxications symptoms after consumption of eggs. Consumed eggs were well appreciated and well tolerated by all the volunteers whom participated at study.

At the end of effectuated research and conclusions formulated regarding nutritional solutions for obtaining of some eggs with character of a functional food, enriched in xanthophylls and respectively, in essential fatty acids, we make the following **recommendations**:

- utilization of experimental raw material as specific source for xanthophylls and respectively for essential fatty acids and antioxidants, in food of laying hens;

- periodic regularly consumption, controlled (up to 6-10 eggs/week) of such eggs with character of functional food, with positive effects on consumers' health state.

So, by the approached thematic – identification and evaluation of efficiency of some solutions for obtaining of eggs with character of functional food, enriched in luteine and zeaxanthin and respectively, in omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants – being one of the first research at national level which utilised in experiments raw materials rich in xanthophylls, which could replace the commercial synthesised luteine, as well as winemaking by-products and other specific sources with high availability for obtaining of eggs with an increased content in omega-3 fatty acids and antioxidants. Also, the research regarding formulation and testing of those two fodder additives (originals) with a high content in xanthophylls have a major contribution to the originality feature of thesis. At last but not least, we consider that being very useful and original the evaluation of influence of a regularly and controlled consumption of those two type of eggs with character of a functional food on human consumers' health state, through effectuation of specific clinical studies at Parhon Institute.

Multidisciplinary of research which was the aim of the current thesis is assured by the diversity of scientific domains approached in the realised studies, such as: analytical chemistry and biochemistry, physiology, animal nutrition and nourishment, husbandry, zoo-economy, human nutrition and medicine and not only.

So, egg is recommended for consumption no matter of age and health state, due to its complexity and its transformation and assimilation capacity of the nutrients which are so necessary to humans and not only.

PARTEA I : STUDIUL BIBLIOGRAFIC

PART I : BIBLIOGRAPHIC STUDY

CAPITOLUL 1. SPECIFICUL DIGESTIEI ȘI ALIMENTAȚIEI LA GĂINILE OUĂTOARE

CHAPTER 1. PARTICULARITIES OF DIGESTION AND FEEDING IN LAYING HENS

1.1 Morfologia aparatului digestiv al găinilor ouătoare

Morfologia aparatului digestiv la păsări, are o organizare asemănătoare celei de la mamifere, existând totuși diferențe cu privire la formă, structură și rapoarte ale aceluiași organe la păsări comparativ cu mamiferele (*Mărgărint Iolanda ș.a., 2002*).

Păsările prezintă câteva particularități anatomice ale tubului digestiv: conformația cavității bucale, faringelui, esofagului, prezența gușii (ingluvies), două compartimente gastrice (proventricul sau stomac glandular și stomac muscular sau triturator) și două cecumuri la limita dintre intestinul subțire și rect. Segmentele acestea au o dezvoltare diferită la păsările granivore comparativ, cu a păsărilor carnivore. Aparatul digestiv al păsărilor este scurt, puțin voluminos și adaptat folosirii nutrețurilor concentrate în energie, sărace în celuloză și ușor digestibile (*fig.1.1*).

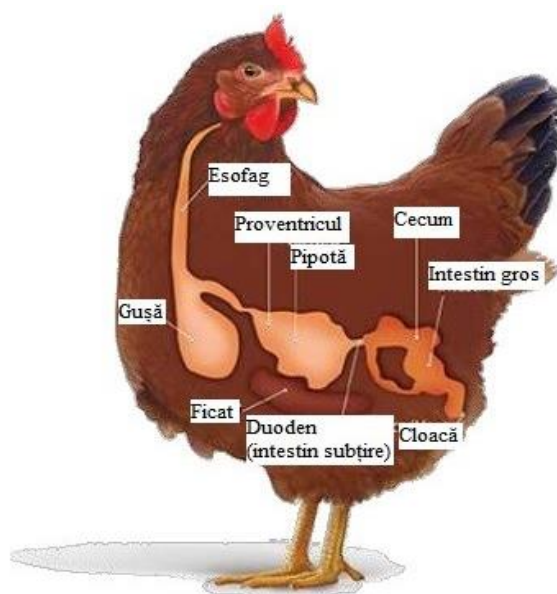


Figura 1.1 Morfologia aparatului digestiv la păsări
Figure 1.1 Morphology of digestive apparatus in birds
(<https://www.nutrenaworld.com/blog/the-poultry-digestive-system>)

La păsările granivore este specifică prezența gușii și a stomacului format din două formațiuni distincte: una glandulară (proventricul, ventricul succenturiat) și una musculară (stomac muscular, pipotă) foarte dezvoltată atât la granivore cât și la palmipede; la palmipede lipsește gușa, care este substituită prin posibilitatea dilatării esofagului care astfel poate depozita cantități importante de nutrețuri (permite alimentația forțată-îndoparea).

Datorită lipsei epiglotei și a vălului palatin, la păsări este greu de delimitat faringele de cavitatea bucală și esofag, existând cavitatea buco-faringiană (*Vacaru-Opriș ș.a., 2002*).

Esofagul este prezent sub forma unui tub subțire și ușor dilatabil care prezintă la granivore un compartiment specific: gușa (ingluvia).

Nutrețurile sunt depozitate în gușă (dilația esofagului), iar la păsările flămânde pot trece direct în stomacul glandular. În gușă hrana este îmbibată cu secreția glandelor mucoase ale gușii, cu apa și saliva deglutită. Aici hrana este transformată sub acțiunea enzimelor din nutrețuri, bacterii și a celor provenite prin regurgitare din stomacul glandular; absorbția este absentă. Durata stărnării nutrețurilor în gușă depinde de consistența și cantitatea acestora. Golirea gușii este determinată de gradul de plenitudine a tubului digestiv, în special a stomacului și se realizează prin mișcări ritmice de tip peristaltic. Dubla vagotomie paralizează esofagul și face imposibilă golirea gușii. După ecloziune, epiteliul gușii la porumbel secretă un produs bogat în proteine și lipide, folosit în hrănirea puilor prin regurgitare, "laptele de porumbel" (*Mărgărint Iolanda ș.a., 2002*).

Stomacul glandular (proventriculul) secretă suc gastric cu o acțiune digestivă redusă datorită timpului scurt de stagnare a hranei în acest compartiment (20-30 minute). Cantitatea de pepsină este redusă, iar pH-ul depășește valoarea optimă pentru acțiunea pepsinei (la găină pH = 4,5). Se consideră, pe această bază, că digestia în proventricul la păsările granivore este mai redusă, comparativ cu păsările carnivore.

Stomacul muscular sau pipota are un strat muscular foarte dezvoltat, iar glandele mucoasei secretă un produs care coagulează și formează o pătură cornoasă, rezistentă. Prezintă contracții periodice, cu o frecvență de 2-4/ minut, cu rol în sfărâmarea grăunțelor; nisipul și pietricelele ingerate de păsări ajutând la triturare. Valoarea pH-ului este cuprinsă între 2 - 3,5 și este favorabilă acțiunii pepsinei. Prelucrarea chimică a hranei în stomacul muscular este puțin importantă; rezultă faptul că digestia proteinelor are loc în principal în intestine (*Mireșan Vioara ș.a., 2003*).

Intestinul subțire este alcătuit din duoden, jejun și ileon. Acesta încorporează între anele lui pancreasul.

Intestinul gros este format din cecum, colon și rect. La păsări există două cecumuri, comparativ cu celelalte specii de animale.

Cloaca este alcătuită din trei segmente: coprodeum (segment aferent aparatului digestiv), urodeum (segment aferent aparatului urinar) și proctodeum (segment aferent aparatului excretor și reproducător); acesta din urmă este segmentul prin care se elimină și ouăle.

Ficatul, prezintă două canale excretoare: canalul coledoc ce se deschide în prima porțiune a duodenului, și cel cistic care se deschide în cea de-a doua.

Pancreasul, este un organ glandular compus din pancreasul dorsal și cel ventral.

1.2 Fiziologia digestiei la găinile ouătoare

Procesul de digestie la păsări este etapizat. Prehensiunea se face cu ajutorul ciocului, masticăția neavând loc. Saliva este vâscoasă, slab acidă, conține amilază și puțină lipază. Deglutiția se face cu ajutorul undelor peristaltice prezente în esofag, care contribuie la deplasarea hranei spre gușă (*Palicica, 2003*).

La nivelul gușii se pot depozita cantități importante de nutrețuri (chiar peste 200 g, după mărimea păsării), care aici sunt umectate și înmuiate; gușa permite și o reglare a tranzitului digestiv, în funcție de plenitudinea stomacului muscular și forma de prezentare a nutrețurilor (făinuri, grăunțe, granule). În gușă au loc unele procese de digestie, declanșate de enzimele proprii din nutrețuri, mai ales pentru amidon (din care rezultă zahăr ce poate fi absorbit sau folosit de bacterii și transformat în alcool etilic și mai ales acid lactic și acetic care, după absorbție, sunt surse de energie) (*Șara ș.a., 2011*); acizii formați după 5-6 ore de la furajare la nivelul gușii reduc pH-ul din tubul digestiv (*fig.1.2*).

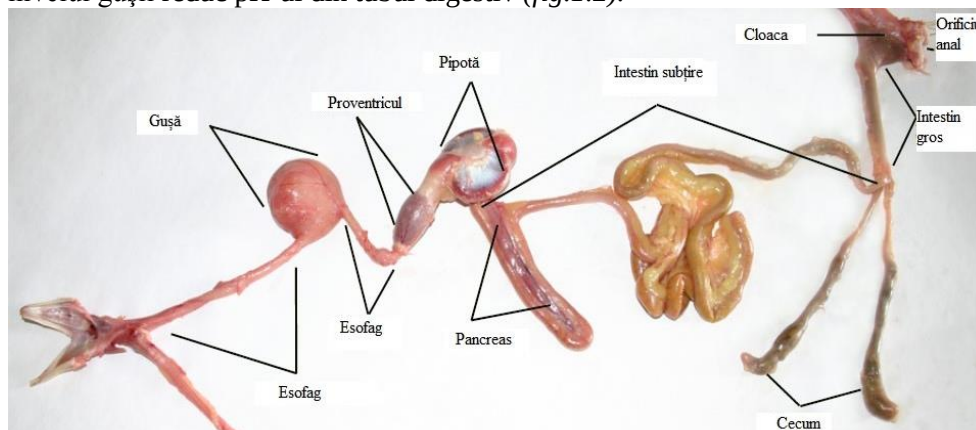


Figura 1.2 Structura tubului digestiv la păsări

Figure 1.2 Structure of the digestive tube in birds

(http://www.geauga4h.org/poultry/chicken_digestion.htm)

În stomacul glandular nutrețurile nu staționează decât puțin (maximum o oră); aici ele se îmbibă cu sucuri gastrice (acid clorhidric, pepsină), care ulterior acționează asupra componentelor nutrețurilor ingerate (*Stan ș.a., 2005*). La nivelul

stomacului glandular se secretă acidul clorhidric și pH-ul scade, astfel încât se activează solubilizarea calciului și digestia proteinelor, mecanisme implicate în procesul de formare a scheletului și formare a cojii oului (*Vacaru-Opriș ș.a., 2002*).

Stomacul muscular, prin contracțiile regulate și puternice, asigură mărunțirea nutrețurilor; în acest proces prezența pietricelelor nu este indispensabilă dar ea ajută această mărunțire, în special când hrana este sub formă de grăunțe sau semințe. În cazul în care pietricelele lipsesc o anumită perioadă, pasărea încearcă să le procure, de unde și practica (mai veche) de a distribui aceste pietricele (grit). Tot în stomacul glandular se continuă acțiunea acidului clorhidric, iar pepsina hidrolizează proteinele.

Particulele alimentare groșiere nedigerate, rămân "blocate" în pipotă și apoi sunt eliminate pe gură sub formă de cocoloașe (de către unele păsări). Conținutul gastric rămas este regurgitat în stomacul glandular, unde este supus acțiunii enzimatice.

Din pipotă chimul alimentar (acidifiat) trece în duoden, unde are loc neutralizarea acidității de către secrețiile pancreatice. Digestia în intestinul subțire este rapidă (3-4 ore), iar absorbția nutrienților este foarte intensă. La nivelul intestinului subțire glucidele sunt descompuse de amilaza secretată de pancreas.

O parte a digestiei continuă în cele două cecumuri unde au loc procese de fermentație, dar de producții rezultați aici păsările beneficiază puțin.

Digestia în intestinul gros este foarte importantă, deoarece la acest nivel au loc și procese de adsorbție a apei și electroliților. La nivelul cecumurilor se continuă hidroliza celulozei, sub acțiunea bacteriilor, rezultând astfel acizii grași volatili, care sunt adsorbiți, aceștia contribuind la formarea bazei energetice a organismului.

Colonul la păsări este foarte scurt și puțin voluminos, dar are funcții foarte importante; aici ajung resturile nedigerate din intestinul subțire și intermitent din cecum. În intestinul gros se absorb apa și unele săruri, parțial din urină și alte produse endogene. În ultima parte a intestinului gros (cloacă) se amestecă urina cu resturile nedigerate, formând excreta; energia din excretă este folosită în relația pentru determinarea conținutului nutrețurilor în energie și respectiv a cerințelor păsărilor în energie, exprimate în energie metabolizabilă (EM).

Reglarea consumului de hrană la păsări se face în mai mică măsură pe cale fizică, decisivă fiind concentrația energetică a nutrețului, respectiv reglarea metabolică; la păsări este evidentă așa-zisa "reglare spontană" a consumului de energie, în urma căreia o sporire a concentrației energetice determină o reducere a cantității de nutreț ingerată. Această reglare a ingestiei de energie nu este absolută, astfel că se constată o ușoară creștere a aportului de energie metabolizabilă o dată cu sporirea concentrației energetice (în special la găinile din rasele grele); producția de ouă este puțin influențată de un aport suplimentar de energie, constatându-se însă o ușoară creștere a greutateii oului și mai ales a greutateii găinilor (*Stoica ș.a., 2001*).

Reglarea consumului de hrană la păsări, în funcție de concentrația energetică a ei, impune echilibrarea conținutului nutrețului în nutrienți în funcție de conținutul în energie, motiv pentru care proporția nutrienților se exprimă și prin raportarea la 1000 kcal EM din nutreț. În aceeași idee, normele de hrană din ultimii ani prevăd atât nivelul nutrienților exprimat în % din nutreț cât și aportul zilnic necesar (în g sau mg), respectiv nivelul nutrienților în funcție de cantitatea de nutreț consumat (*Stan ș.a., 2005*).

În același timp, trebuie avut în vedere că cerințele păsărilor în energie (deci și cantitatea de hrană consumată) depind, mai ales de greutatea corporală, nivelul producției și temperatura mediului:

$$EM \text{ ingerată (kcal/zi)} = (170-2,2T) GM + 5 \times Sp + 2 \times GO \text{ (Leghorn)}$$

$$EM \text{ ingerată (kcal/zi)} = Q40-2T) GM + 5 \times Sp + 2 \times GO \text{ (Rhode-Island)}$$

$$EM \text{ ingerată (kcal/zi)} = GM^{0.75} (173-1,95T) + 5 \times Sp + 2,07 \times GO$$

unde: GM = greutatea corporală medie (kg); Sp = spor zilnic de greutate (g); GO = cantitatea de ouă produsă (g/zi); T = temperatura mediului ($^{\circ}C$) (*Pop ș.a., 2006*).

De exemplu, dacă necesarul zilnic de energie pentru o găină este de 300 kcal EM, iar nutrețul conține 3000 kcal EM/kg, consumul zilnic este de: $300 \text{ kcal} : 3000 \text{ kcal EM/kg} = 0,1 \text{ kg}$ respectiv 100g, cantitate în care trebuie să se regăsească toți nutrienții în cantitățile necesare zilnic.

1.3 Aspecte specifice privind nutriția și alimentația găinilor ouătoare

Cerințele de hrană ale găinilor ouătoare și a celor pentru ouă de reproducție se consideră, că nu diferă prea mult; la găinile de reproducție se înregistrează cerințe ceva mai mari pentru vitamine și minerale necesare pentru dezvoltarea embrionilor în perioada de incubație (*Popescu-Micloșanu Elena, 2007*).

În prezent, producția comercială de ouă se realizează, prin creșterea /exploatarea a două tipuri de găini, respectiv:

- găini ouătoare, ce produc ouă destinate consumului uman și care provin de la găini care produc ouă cu coaja albă (hibrizi tip Leghorn) sau cu coaja colorată (hibrizi de tip Rhode-Island); în vorbirea curentă aceste găini sunt considerate "rase ușoare";
- găini producătoare de ouă pentru reproducție (hibrizi considerați "rase grele"), ouăle fiind destinate incubației în scopul producerii puilor broiler (pentru carne).

Cerințele de energie pentru producția de ouă

Pentru stabilirea cerințelor de energie necesare producției de ouă se țin cont de mai mulți factori cu influență asupra producției, referindu-se cu precădere la mărimea producției de ouă, respectiv intensitatea la ouat, greutatea oului și conversia energiei în producția de ouă. De asemenea, în stabilirea acestor cerințe se calculează și necesarul energetic pentru întreținere și creștere în greutate a găinilor.

La păsări s-au efectuat mai multe studii în ceea ce privește elaborarea unor ecuații de estimare a cerințelor în energie, care însă prezintă unele inconveniente în

sensul că ele nu țin cont de diferențele individuale și activitatea fizică. Acest necesar energetic se adaugă la necesarul de întreținere, calculându-se astfel, necesarul zilnic de energie. Având în vedere toate cheltuielile de energie pentru producerea oului, au fost elaborate relații de calcul pentru stabilirea cerințelor de energie. Satisfacerea necesarului energetic determină în mod absolut nivelul consumului la găinile tip Leghom și în mod relativ la celelalte tipuri de găini ouătoare, care tind să consume cu atât mai multe calorii, cu cât concentrația energetică a regimului alimentar și greutatea corporală sunt mai mari.

La găinile ouătoare se recomandă folosirea unor regimuri alimentare cu concentrație energetică cuprinsă între 2650 și 2800 kcal EM / kg NC. Alegerea nivelului energetic se face ținând cont de linie sau hibrid, faza de ouat și temperatură. Influența temperaturii este importantă și nu are efect decât asupra necesarului de întreținere. Necesarul energetic pentru găinile ouătoare este redus cu 4 kcal/zi pentru o creștere a temperaturii cu 1°C, între 0-28°C. Peste temperatura de 30°C, necesarul energetic scade considerabil, reducându-se și consumul de nutreț combinat (*Leclercq ș.a., 1992*).

Cerințele de proteină pentru producția de ouă

Cerințele de proteină se stabilesc nu numai pentru asigurarea funcțiilor vitale ci și pentru producția de ouă, găinile manifestând cerințe ridicate în proteine și un bun echilibru între aminoacizii esențiali. Numai 30% din proteine sunt utilizate pentru acoperirea necesarului de întreținere. Astfel, necesarul proteic pentru întreținere este de 3-4 g/cap/zi, iar pentru elaborarea unui ou de 10-12g proteine. Acest necesar cumulat cu cel pentru creștere reprezintă 16-18 g/cap/zi, ceea ce corespunde unui nutreț combinat cu 16% PB și un consum de 110-115 g/cap/zi pentru găina ouătoare, dar aceste cantități variază și în funcție de hibridul folosit.

Necesarul proteic este cu atât mai mare cu cât ouatul este mai precoce. La găinile care au intrat mai devreme în perioada de ouat, nivelul proteic trebuie să fie mai mare la începutul ouatului. Astfel, literatura de specialitate citează recomandările unor specialiști cu privire la alimentația fazială a găinilor ouătoare (fase-feeding) cu nutrețuri combinate având un conținut diferit de proteine, în funcție de faza de ouat. Astfel, pentru perioada 18-36 săptămâni proteina din rație trebuie să atingă valori de 18-18,5% PB/kg NC; în perioada 36-52 săptămâni nivelul proteic scade la 16-16,5% PB/kg NC; iar după 52 de săptămâni proteina din rație ajunge la 15% PB/kg NC.

Cerințele de proteină pentru găinile ouătoare variază și în funcție de intensitatea la ouat corelată cu greutatea corporală (tabelul 1.1).

Ținând cont de variația conținutului în proteină al materiilor prime, trebuie să se asigure mai multă proteină decât necesarul, eliminând astfel orice risc de carență.

Cunoscând, însă, particularitățile metabolice ale păsărilor se poate preciza care din aminoacizi sunt indispensabili și se poate stabili o ierarhizare a acestora.

Acest aspect este necesar pentru a stabili natura cerințelor azotate. Cerințele azotate depind de originea genetică, de performanțele zootehnice ale păsărilor de condițiile de hrană și de mediu. Nivelul proteic trebuie să aibă în vedere și nivelul în aminoacizi esențiali, mai ales cei cu sulf (metionină și cistină) și lizină.

Tabel 1.1/ Table 1.1

Cantitatea de proteină necesară la găini ouătoare, în funcție de procentul de ouat (g/zi) (Drăgoțiu ș.a., 2003)

The amount of protein required in laying hens, depending on the percentage of eggs (g /day)

Greutatea corporală (kg)	% ouat					
	40	50	60	70	80	90
1,50	11,2	12,17	14,3	15,9	17,4	19,0
1,75	11,8	13,3	14,9	6,5	18,0	19,6
2,00	12,3	13,8	15,4	17,0	18,5	20,1

Metionina și lizina acționează în mod conjugat asupra mărimii oului, metionina controlând masa albușului, iar lizina masa gălbenușului. Deficitul celor doi aminoacizi limitanți din hrană se reflectă prin micșorarea corespunzătoare a greutateii oului. În plus, un deficit de metionină are ca efect scăderea producției de ouă, ca urmare a reducerii activității unor enzime implicate în formarea oului, fenomen însoțit și de creșterea ingestiei zilnice pentru asigurarea acestui aminoacid. De asemenea, nivelul metioninei trebuie sporit față de cel considerat optim, în cazul adaosului de grăsime și al unui deficit de colină și cistină. În ceea ce privește lizina, deficitul sau excesul acesteia duce la scăderea ingestiei și respectiv a producției de ouă. Ca și în cazul stabilirii cerințelor de energie pentru găinile ouătoare, și pentru stabilirea necesarului de substanțe azotate și respectiv de aminoacizi, au fost propuse mai multe ecuații de predicție.

Cerințele de minerale pentru producția de ouă

Pe lângă conținutul nutrețului în energie și proteină, la care se mai adaugă și conținutul în aminoacizii esențiali, în special aminoacizii sulfurați, un interes deosebit prezintă și conținutul hranei în substanțe minerale.

Necesarul de fosfor al găinilor ouătoare este relativ mic, fiind recomandată o suplimentare mai mare pentru a evita consecințele date de greșelile de omogenizare a nutrețului combinat. Pentru stabilirea cerințelor de fosfor la găinile ouătoare, se ține cont că fosforul din nutrețurile vegetale, fiind sub formă de fitați, este puțin disponibil, circa 30-40%, motiv pentru care recomandările sunt făcute pentru fosforul disponibil.

S-a stabilit că o cantitate de 400 - 450 mg fosfor disponibil este suficientă pentru a asigura necesarul de fosfor în rația găinilor ouătoare.

Nivelul clorului trebuie să fie limitat la 0,14% adică 0,23% Na Cl. Dacă sodiul nu se asigură prin cantitatea de sare, acesta poate fi adus sub forma de bicarbonat, de carbonat sau sulfat.

În formarea cojii oului, o deosebită importanță o are alimentația minerală, respectiv conținutul nutrețurilor în macroelemente și microelemente. Coaja oului este preponderent formată din carbonat de calciu conținând circa 2,2 – 2,3 g Ca.

Necesarul zilnic de calciu trebuie să fie de 4,4 – 4,6 g, această cantitate putând fi asigurată printr-un conținut de 3,5-3,6% calciu în nutrețul combinat, în funcție de intensitatea ouatului și ținându-se cont de biodisponibilitatea substanțelor minerale, respectiv calciu care este de circa 50% (60% la găinile tinere și 40% la găinile adulte).

Variația calciului din hrană trebuie să țină cont de procentul de ouat (un procent mai mare presupune un aport mai mare de calciu), greutatea păsărilor (păsările mai grele consumă mai mult calciu), vârsta păsărilor (utilizarea calciu în organism scade după vârsta de 40 săptămâni), conținutul hranei în EM (nivelul mai ridicat în EM reduce consumul) și temperatura ambiantă (temperatura ridicată implică un consum redus de hrană și un supliment de Ca).

Calciul este adus mai ales sub forma de carbonat. Granularea sa este foarte importantă pentru a permite găinii să-l deosebească de ceilalți constituenți și să-și satisfacă apetitul specific pentru acest element.

Se recomandă și o alimentație calcică separată. Păsările pot dispune de un nutreț combinat cu 1% calciu și de o sursă concentrată de calciu: scoici spălate și sparte în particule de 2-4 mm sau granule de bicarbonat.

Acest mod de alimentație calcică permite o mai bună satisfacere a cerințelor în acest element, mai ales la sfârșitul perioadei de ouat, când rezistența cojii tinde să scadă.

În funcție de toate aceste aspecte, aportul de calciu recomandat este specificat în tabelul 1.2.

Tabelul 1.2/Table 1.2

Recomandări privind conținutul în calciu a nutrețului combinat pentru găini ouătoare, în raport cu vârsta și procentul de ouat (*Pop ș.a., 2006*)

Recommendations for calcium content of compound feed for laying hens relative to age and laying rate

Vârsta (săptămâni)	NC ingerat g/zi	% ouat				
		90	80	70	60	50
21-40	110	3,5	3,1	2,7	2,3	-
	120	3,2	2,9	2,5	2,1	-
Peste 40	110	-	3,8	3,5	3,0	2,6
	120	-	3,5	3,2	2,8	2,4

Cerințele de vitamine pentru producția de ouă

Pentru producția de ouă, cerințele de vitamine sunt diferite în funcție de destinația ouălor, respectiv ouă destinate consumului și ouă de incubație. La stabilirea nivelului optim de vitamine pentru pasări, trebuie ținut cont de o multitudine de factori care acționează diferit de la o vitamină la alta.

Astfel, se consideră că nivelul optim reprezintă de cel puțin 1,2 ori nivelul stabilit experimental pentru rasele producătoare de ouă consum.

Alimentația puicutelelor de înlocuire

Pentru această categorie de pasări nu sunt suficient de bine precizate cerințele de hrană, atât din cauza puținelor cercetări efectuate în acest sens, cât în special constatării că alimentația puicutelelor în perioada de creștere are influență mai redusă asupra producției viitoare de ouă (*Leclercq ș.a., 1992; NRC, 1994*).

În aceste condiții, se apreciază că este inutilă o hrănire abundentă care să asigure o creștere rapidă atâta timp cât maturitatea sexuală se instalează în jurul vârstei de 5 luni; această vârstă depinde în primul rând de caracteristicile genetice ale păsărilor, de condițiile de mediu (în special durata zilei-lumină) și apoi de alimentație.

Alimentația prezintă totuși, o importanță mare în perioada creșterii și dezvoltării mai intense (0-6 săptămâni), când și ritmul de creștere este mai ridicat, puicutele mărindu-și greutatea de 12 ori în această perioadă, după care ritmul de creștere scade odată cu înaintarea în vârstă.

În acest caz, în perioada de vârstă 0-6 săptămâni cerințele de hrană sunt mai ridicate, în special pentru proteină (respectiv AA esențiali), ca apoi acestea să fie mai reduse până la vârsta de 18 săptămâni, vârstă de la care puicutele se pregătesc pentru ouat. S-a constatat că niveluri mai reduse de proteină și lizină în perioada 0-6 săptămâni, influențează negativ creșterea, inclusiv greutatea la maturitate și respectiv, producția de ouă (tabelul 1.3) (*NRC, 1994*).

Se consideră că și la puicutele destinate producției ouă, în multe situații energia devine factor limitant al creșterii și că optim ar fi un consum de energie (în perioada 1-20 săptămâni) de 21-22 Mkal EM; această energie corespunde unei cantități de cca 7,5 kg nutreț pentru puicutele de tip Leghorn, respectiv cca 8 kg la cele de tip Rhode-Island, dacă concentrația energetică a nutrețului este de 2850 kcal EM, respectiv 2800 kcal EM. S-a constatat în acest sens, că în prima perioadă de creștere puicutele sunt mai sensibile la aportul de proteină/aminoacizi, dar spre maturitate manifestă sensibilitate mai ridicată față de aportul de energie (*Lesson ș.a., 1989*).

În aceste condiții, pentru puicutele de tip ușor (destinate producerii ouălor pentru consum) nutrețul se poate administra "la discreție" pe întreaga perioadă de creștere (0-20 săptămâni); pentru puicutele de tip greu (destinate producerii ouălor de reproducție) consumul de hrană trebuie restricționat, fie prin limitarea cantității zilnice, fie prin administrarea după metoda "skip-a-day".

Tabelul 1.3. /Table 1.3

Evoluția greutății corporale și a consumului de hrană la puicuțe de înlocuire
(NRC, 1994)

Evolution of body weight and feed consumption at young chickens

Vârsta— (săptămâni)	Tip Leghorn		Tip Rhode-Island	
	Greutate*corporală (g)	Consum hrană (g/săpt.)	Greutate* corporală (g)	Consum hrană (g/săpt.)
0	35	50	37	70
2	100	140	120	160
4	260	260	325	280
6	450	340	500	350
8	660	360	750	380
10	750	380	900	400
12	980	400	1100	420
14	1100	420	1240	450
16	1220	430	1380	470
18	1375	450	1500	500
20	1475	500	1600	550
Total perioadă	x	7.500	x	8.060
<i>*potențial genetic, la consum, "ad libitum"</i>				

Nutrețurile pentru puicuțele de înlocuire trebuie să asigure o bună dezvoltare a scheletului, care altfel poate fi un factor limitant al dezvoltării corporale; în acest scop, se acordă o atenție deosebită aportului de Ca, P și vitamina D₃.

Cu două săptămâni înaintea depunerii primului ou trebuie stimulată ingesta, în special de energie (prin sporirea frecvenței furajării, hrănirea în perioadele mai reci ale zilei, mărirea duratei zilei-lumină); la fel, este necesară sporirea aportului și ingestiei de Ca și vitamina D, în vederea depozitării calciului în oasele lungi.

Alimentația găinilor în perioada de ouat

Principalul obiectiv al nutriției și alimentației acestor păsări constă în reducerea consumului de energie și nutrienți pentru întreținere, aspect realizabil printr-o temperatură optimă în adăpost, selecția genetică în direcția unui consum mai redus pentru întreținere și reducerea greutății corporale (fără scăderea producției de ouă).

Tipurile comerciale de găini ouătoare care, se cresc în prezent sunt deosebit de productive, realizând producții medii anuale, de peste 280 ouă consum, respectiv peste 150-160 ouă pentru reproducție.

Cerințele de energie pentru întreținere la găini, sunt estimate la 100 kcal EM/kg greutate corporală (Pesti ș.a, 1990).

După începerea ouatului producția crește repede, atingând nivelul maxim după 8 săptămâni; concomitent crește și greutatea ouălor.

Cerințele de energie pentru producția de ouă sunt determinate de cheltuielile necesare pentru cantitatea de ouă produsă zilnic (% ouat x greutatea medie a ouălor), la care se adaugă cheltuieli de energie pentru sporul de greutate și pentru întreținere; calculate în acest fel, cerințele de energie și consumul de hrană variază în cursul perioadei de ouat, în funcție de greutatea păsărilor, temperatura mediului, procentul de ouat și greutatea ouălor respectiv, de sporul zilnic de greutate al găinilor; cantitatea de hrană consumată zilnic depinde de concentrația nutrețului în energie metabolizabilă.

Greutatea ouălor crește pe măsura sporirii greutatei corporale a găinilor, influența alimentației în acest caz fiind mai redusă; dintre nutrienți, influența mai mare asupra greutatei ouălor o are acidul linoleic, a cărui lipsă poate reduce această greutate cu până la 10 g. La fel, suplimentarea hranei cu grăsimi (3-6%) în prima parte a ciclului de ouat, determină o creștere a greutatei oului, prin creșterea greutății gălbenușului.

Probleme de alimentație ale găinilor ouătoare

Organizarea hrănirii găinilor ouătoare trebuie corelată atât cu ritmul lor de creștere în greutate, cât și cu nivelul producției de ouă planificate. Prin urmare, în perioada de vârstă 22– 40 săptămâni, când păsările continuă să crească în greutate, dar ating și vârful de ouat, este necesar ca nivelul proteic al hranei să fie mai ridicat, de 16,5–17,0% P.B. (Stan ș.a., 2005).

Carența sau excesul de proteine conduc la tulburări ale funcțiilor pe care acestea le îndeplinesc în organism, respectiv, plastică, energetică, bioregulatorie, neurovegetativă, pH-regulatorie, de transport etc. Carența de proteine reduce apetitul, determină apariția deficiențelor enzimatice, digestive și a disfuncțiilor hepatice, iar în final conduce la stoparea ouatului. Totuși, în practică este mai rar întâlnită insuficiența cantitativă de proteine, dar mai ales cea calitativă, respectiv un aport insuficient de aminoacizi esențiali (Usturoi, 2004).

În același timp, însă, trebuie avută în vedere și calitatea proteinelor asigurate, precum și acoperirea necesarului de vitamine și substanțe minerale. Este cunoscut faptul că un nivel redus al aminoacizilor sulfurați predispune găinile ouătoare la ciugulirea penelor sau chiar la canibalism.

În schimb excesul de proteine duce la apariția unor tulburări mai grave, favorizând apariția de fenomene patologice (nefrita, guta aviară, toxicoză protidică, leucoză, coccidioză), a stării de alcaloză, produce avitaminoze b, modificări funcționale la nivelul globulelor roșii în sensul unor arderi incomplete, fenomene de toxicoză hepatică (Perianu, 2012).

Orice creștere a nivelului proteic în rația găinilor ouătoare trebuie însoțită de o suplimentare a vitaminei B, dar și a vitaminei A, care participă atât la sinteza, cât și la reglarea proteinei.

Hipertiroidoza este agravată de aportul insuficient de lipide și glucide. Năpârlirea timpurie este de altfel tot o problemă de alimentație datorată utilizării

rațiilor cu exces de calciu, a hiperfuncției glandei tiroide; o altă boală produsă de alimentație este și isteria aviară care are printre cauze un exces al magneziului din nutreț (*Perianu, 2011*).

În anul 1974, *Meyer și Sunde* făceau constatarea asupra faptului că rezistența scheletului la găinile ouătoare depinde de nivelul la care se asigură substanțele minerale în nutrețuri, dar și de tipul de întreținere aplicat. În acest sens, autorii au lucrat pe găini Leghorn în vârstă de 10 luni, grupate în funcție de modul de cazare, astfel: grupul 1 pe așternut permanent (rumeguș); grupurile 2 și 3 în baterii, dar care au fost trecute pe așternut permanent cu 2-4 săptămâni înainte de sacrificare; grupurile 4 și 5 cazate numai în cuști de baterie (1 sau 2 cap./cușcă). Toate păsările cazate în baterii au primit făină de scoici, iar cele întreținute pe așternut au beneficiat de o dietă cu: 2,3; 3,0; 3,6 și 3,9% Ca și 0,17; 1,09; 1,47 și 1,60% Mg. Suplimentul de calciu a provenit din carbonat de calciu (administrat la tainul I) și din magnezit de calciu (la tainul al II-lea).

După sacrificare, s-a observat că păsările care au primit carbonat de Ca și au fost crescute pe așternut, aveau o proporție mai mare de fracturi și un conținut mai ridicat de cenușă în tibie, decât cele care au primit magnezit; păsările care au primit cea mai mică cantitate de magnezit au avut cel mai ridicat număr de fracturi, predominând fracturi ale oaselor pelvine. Păsările cazate în baterii (chiar și cele care au fost coborâte pe așternut, înainte de sacrificare), au avut un număr mai mare de fracturi decât cele de pe așternut. La creșterea în baterii, au predominat fracturile la aripi, mai multe la varianta cu 2 păsări/cușcă (25%), decât la cele singure în cușcă (15%).

Consecința unei alimentații cu niveluri energetice prea ridicate, dar și a hipokineziei din baterii este și sindromul de ficat gras.

CAPITOLUL 2. CALITATEA ȘI VALOAREA NUTRITIVĂ A OUĂLOR DE GĂINĂ

CHAPTER 2. EGGS QUALITY AND NUTRITIVE VALUE

2.1. Compoziția chimică și valoarea nutritivă a ouălor de consum

Aliment complet prin excelență, oul este mai mult ca niciodată recunoscut pentru marile sale calități nutritive, conținând nutrienți esențiali pentru om. Ouăle sunt o excelentă sursă de proteine de înaltă calitate, o bună sursă a 11 elemente esențiale și una dintre rarele surse de vitamine D, A și K. De asemenea, constituie o sursă importantă de colină, aminoacid esențial, care joacă un rol important în dezvoltarea memoriei. Datorită acestor calități, ouăle fac parte din categoria alimentelor numite *funcționale*. Conform Institutului de Tehnologii Alimentare din Franța (www.lesoeufs.ca/nutrition), nu doar că acest aliment răspunde nevoilor nutriționale de bază, dar el contribuie printr-un ajutor valoros în dezvoltarea pe plan psihologic; de asemenea, este un aliment economic și ușor de pregătit.

De altfel din antichitate medicii considerau că oul este *un aliment ideal într-o dieta sănătoasă*. Cu doar 71 calorii, fiecare ou conține 6 g de proteine cu înaltă valoare biologică și un număr mare de nutrienți esențiali. Un ou furnizează, de exemplu, 25% din aportul cotidian de vitamină B12 recomandat, 16% din riboflavină, 13% din vitamina D și peste 10% din acidul folic. În plus, ouăle sunt o sursă de zinc, fosfor, niacina, acid pantotenic, vitamina A și E. Din punct de vedere al conținutului în grăsimi, acestea au un profil avantajos.

Conținutul comestibil al oului este alcătuit din două sisteme coloidale distincte:

- sistemul coloidal albumină-apă, reprezentat de albuș;
- sistemul coloidal polidispers foarte complex, format din apă, proteine, glucide și lipide, sistem reprezentat de gălbenuș și vitelus.

În plus, conținutul comestibil al oului cuprinde substanțe minerale, vitamine, enzime, pigmenți etc.

Din punct de vedere cantitativ, raportul dintre albuș și gălbenuș este în medie de 2:1, albușul reprezentând cca. 55 – 60% din greutatea oului întreg, gălbenușul cca. 30 – 35%, iar coaja cu membranele cochiliere cca. 10 – 12% (tabelul 2.1).

Din datele prezentate mai sus reiese că oul este un aliment bogat în proteină. Proteinele au rol plastic în organism, fiind esențiale în construcția și refacerea țesuturilor corporale. Mușchii, organele, pielea, părul, anticorpii, enzimele și hormonii etc., toate sunt constituite din proteine. Toate proteinele conțin elementele: C, H, O, N și S; în unele proteine se mai găsesc, în cantități mici: P, Fe,

Cu, I, Cl, și Br. Conținutul procentual al elementelor principale este de: C 50-52 %, H 6,8-7,7 %, S 0,5-2 %, N 15-18 %. Prin hidroliză, proteinele se transformă în aminoacizi. Proteinele sunt compuse din 23 de aminoacizi diferiți. Nouă din aceștia nu pot fi produși, prin metabolizare, de corpul uman. Acești aminoacizi, considerați esențiali, trebuie să provină din alimente (valina, leucina, izoleucina, treonina, histidina, triptofan, fenilalanina, metionina și lizina) (Card ș.a., 1976).

Tabelul 2.1/Table 2.1

Compoziția chimică aproximativă a oului (Card ș.a., 1976)

The approximate chemical composition of the egg

Specificație	Ou întreg	Conținut din ou	Gălbenuș	Albuș	Coaja și membrane cochiliere
Apa	66 %	74 %	48 %	88 %	2 %
Substanța uscată	34 %	26 %	52 %	12 %	98 %
Din care:					
- proteina	12	13	17	11	6
- grăsimi	10	11	33	-	-
- glucide	1	1	1	1	1
- cenușă	11	1	1	-	92

Academia Națională de Științe din Canada a recunoscut colina ca fiind un element nutrițional esențial, indispensabil pentru dezvoltarea și funcționarea celulei nervoase și a memoriei. Aportul suficient de colină/zi pentru nou-născuți este de 125 mg, de 375 mg pentru copii, 425 mg pentru femei și de 550 mg pentru bărbați (<https://www.nap.edu/catalog/6015/dietary-reference-intakes-for-thiamin-riboflavin-niacin-vitamin-b6-folate-vitamin-b12-pantothenic-acid-biotin-and-choline>). Un ou conține în medie 215 mg de colina, asigurând 50 % din aportul recomandat. În oul întreg s-au stabilit procente de aminoacizi, față de cantitatea de proteină (16 g de azot) prezentate în tabelul 2.2.

În funcție de calitatea nutrețului administrat găinilor, ouăle pot conține nutrienți esențiali, cu rol în prevenirea cataractei, precum luteina și zeaxantina, care sunt două carotenoide importante prezente în diverse plante. Cercetările demonstrează că aportul de 1,3 gălbenușuri/ zi în regimul alimentar crește nivelul luteinei și zeaxantinei din sânge. Conform datelor disponibile, această creștere reduce riscul apariției degenerescenței maculare și previne formarea cataractei, a bolilor legate de ochi și îmbătrânire.

Este interesant de observat că în ceea ce privește conținutul de vitamine există o mare variație a conținutului de vitamine în ou ca și a ratei de transfer (tabelele 2.3; 2.4; 2.5).

Tabelul 2.2/Table 2.2

Conținutul în aminoacizi (date comparative, mg / 100g)(*Nutrient Database for Standard reference, release 13, November, USDA1999, Supplement-Agriculture Handbook No. 8, Human Nutrition Information Service, USDA ,1989*)
Content in amino acids (comparative data, mg / 100g

Aminoacizi, mg / 100 g	Date de referință					
	* Nutrient Database for Standard reference, release 13, November, USDA1999			** Supplement-Agriculture Handbook No. 8, Human Nutrition Information Service, USDA ,1989		
	Ou	Albuș	Gălbenuș	Ou	Albuș	Gălbenuș
Alanină	0,67	0,57	0,8	0.348	0.203	0.143
Arginină	0,72	0,53	1,11	0.375	0.191	0.199
Acid aspartic	1,2	1	1,52	0.628	0.358	0.272
Cistina	0,28	0,25	0,28	0.145	0.091	0.05
Acid glutamic	1,56	1,3	1,96	0.816	0.467	0.353
Glicină	0,4	0,34	0,48	0.21	0.123	0.086
Histidină	0,28	0,22	0,4	0.148	0.079	0.072
Izoleucină	0,65	0,55	0,7	0.341	0.199	0.141
Leucină	1,02	0,83	1,21	0.534	0.296	0.244
Lizină	0,86	0,67	1,1	0.449	0.239	0.221
Metionină	0,37	0,34	0,34	0.195	0.121	0.069
Fenilalanină	0,64	0,57	0,59	0.332	0.205	0.119
Prolină	0,48	0,38	0,58	0.249	0.137	0.116
Serină	0,89	0,68	1,18	0.465	0.242	0.238
Treonină	0,57	0,45	0,73	0.3	0.16	0.148
Triptofan	0,15	0,12	0,16	0.076	0.043	0.033
Tirozină	0,49	0,38	0,61	0.255	0.137	0.124
Valină	0,73	0,62	0,77	0.381	0.224	0.155

Tabelul 2.3/Table 2.3

Variația conținutului în vitamine ale ouălor destinate consumului (*Saveur, 1988*)

Variation in vitamin content of eggs for consumption

Vitamine	Centru de studii pentru nutriția oului	
	Cantitatea*	Procentul
Tiamină	0,063 mg	64%
Riboflavină	0,501 mg	52%
Niacină	0,08 mg	38%
Acid pantotenic	1,170 mg	26%
Piridoxină	0,144 mg	35%
Acid folic	0,0436 mg	36%
Vit. B12	0,833 mg	110%
Vit. A	624 UI	22%
Vit. E	1,22 UI	65%
*Unități pe 100 g ou întreg		

Tabelul 2.4/Table 2.4

Transferul de vitamine liposolubile în ou la găinile ouătoare (Leclercq ș.a., 1992)

Transfer of liposoluble vitamins to eggs in laying hens

Vitamina	Nivelul din dietă (unități/Kg)	Transferat în ouă	Eficiența transferului (%)
A	4,000 UI*	153 UI**	77
	8,000 UI	244 UI	80
	16,000 UI	250 UI	39
D	540 UI*	13 UI**	24
	5,400 UI	90 UI	17
	54,000 UI	850 UI	16
E	30 mg	580 μg	19
	12,6 mg ***	205 μg	16
	22,2 mg	870 μg	39
K1	5,2 mg ****	25 μg	5
*aproximativ cu normele NRC pentru găini ouătoare. **transferul de vitamină în ou. *** aproximativ cu normele NRC pentru creșterea păsărilor. ****Consum zilnic de 0,52 mg pe 10 zile			

Tabelul 2.5/Table 2.5

Conținutul în elemente minerale al oului de găină cu o greutate de 60 g (Sauveur 1988)

Mineral content of the 60 g hen egg

Specificație	U.M.	Conținut total		
		Ou întreg -fără coajă-	Albuș	Gălbenuș
Natriu	mg	72	62	10
Potasiu	mg	73	53	20
Clor	mg	93	62	31
Calciu	mg	29	3	26
Magneziu	mg	6	4	2
Fosfor	mg	120	5	115
Fier	mg	1,1	urme	1,1
Sulf	mg	90	60	30

Datorită faptului că albușul conține 88 % apă, el poate fi considerat – în esență – drept o soluție de proteine și săruri. Cea mai mare parte din proteinele care intră în constituția albușului este formată din albumine: în cantitate mai mare se află *ovoalbumina*, iar în proporție mai mică se găsesc *ovomuroidul* și *ovidina*. Acestea din urmă formează o combinație complexă, stabilă, cu biotina, împiedicând-o să-și exercite acțiunea sa vitaminică. Prin fierbere însă, albușul de ou nu mai păstrează însușirea de a inhiba biotina, căci ovidina se denaturează (Usturoi, 2008).

Gălbenușul este mai consistent decât albușul (conține 49% apă). În afara proporției diferite de apă, gălbenușul se deosebește de albuș și printr-un conținut

mare de lipide și vitamine. Lipidele din albuș (33%) sunt în marea lor majoritate (30%) fosfolipide, iar restul (cca. 3%) colesterol aflat în stare emulsionată.

Fosfolipidele din ou sunt de tip lecitine, bogate în colină și acizi grași nesaturați. Proteinele caracteristice gălbenușului sunt lipovitelinina și lipovitelinele. În aceste lipoproteine componenta lipidică este tot de natură lecitinică (Mincu ș.a., 1985).

Tabelul 2.6/ Table 2.6
Compoziția medie în acizi grași din ou (www.lesoeufs.ca/nutrition)

The average fatty acids composition in egg

Total acizi grași	5,0 g
Omega-6	0,7 g
Omega-3	0,04 g
Mononesaturati	2,0 g
Saturati	1,5 g
Colesterol	213 mg

Tabelul 2.7 / Table 2.7
Profilul acizilor grași (valori medii, g)(Supplement-Agriculture Handbook No. 8, 1989)

The fatty acid profile (mean values, g)

Specificatie	Ou întreg	Albuș	Gălbenuș
Acizi grași, g	4.327	--	4.428
<i>Acizi grași saturati</i>	<i>1.55</i>	<i>--</i>	<i>1.586</i>
8:0 Caprilic	0.002	--	0.002
10:0 Capric	0.002	--	0.002
12:0 Lauric	0.002	--	0.002
14:0 Miristic	0.017	--	0.017
16:0 Palmitic	1.113	--	1.139
18:0 Stearic	0.392	--	0.401
20:0 Arahidic	0.02	--	0.02
<i>Acizi grași mononesaturati (MUFA)</i>	<i>1.905</i>	<i>--</i>	<i>1.949</i>
14:1 Miristoleic	0.005	--	0.005
16:1 Palmitoleic	0.149	--	0.152
18:1 Oleic	1.736	--	1.776
20:1 Eicosenoic	0.014	--	0.014
22:1 Erucic	0.002	--	0.002
<i>Acizi grași polinesaturati (PUFA)</i>	<i>0.682</i>	<i>--</i>	<i>0.698</i>
18:2 Linoleic	0.574	--	0.587
18:3 Linolenic	0.017	--	0.017
20:4 Arahidonic	0.071	--	0.073
20:5 Eicosapentanoic	0.002	--	0.002
22:6 Docosahexaenoic	0.018	--	0.019
Colesterol, mg	213	--	213
Lecitina, g	1.15	--	1.11
Cefalina, g	0.23	--	0.219

Conjugatele acidului linoleic prezent în gălbenuș reduc riscul unor probleme cardiace și canceroase. Lipidele din gălbenuș sunt una din sursele cele mai bogate în MUFA (acizi grași monosaturați), acid oleic, aceștia reprezentând peste 42% din lipidele totale din gălbenuș. Nutriționiștii au ajuns la concluzia că PUFA sunt mai eficienți în prevenirea bolilor cardiace decât MUFA (*Butler, 2014*).

În urma unor experimente pe animale și oameni, dar și folosind evidențe demografice s-a stabilit că nu există o corelație semnificativă între dietă și nivelul colesterolului seric și aceea a sintezei "de novo" a colesterolului în organism. Cu toate acestea, mulți pacienți au restricții în ceea ce privește consumul de ouă (*Howel ș.a., 1997*).

În relație cu aspectele prezentate, se pot evidenția o serie de beneficii ale consumării ouălor, îmbogățite în acizi grași ω -3.

2.2 Proprietăți generale ale ouălor de consum în relație cu sănătatea consumatorului

În afară de valoarea sa nutritivă excelentă, oul mai posedă și unele proprietăți terapeutice, imunostimulatoare, ce îl fac un produs extrem de utilizabil. Spre exemplu albușul poate fi folosit ca antidot în cazul ingerării accidentale de toxine sau iritanți; protejează mucoasa membranei stomacale și intestinale de apariția ulcerului. Datorită proprietăților sale de reținere a apei, acționează împotriva enteritelor produse de diferiți agenți toxici și microbieni. Albușul este un bun remediu natural pentru o serie de boli ca gastrita, enterita, diareea, dizenteria și deshidratarea. Studii au arătat că oul conține 3 substanțe -lumiflavină, lumicrom și sulforan- ce sunt capabile să reducă multiplicarea oncogenă indusă de virusuri și transformarea malignă.

Lizozimul (G1-globulina), G3 și G4, ovamacroglobulina, anticorpul IgY și alți stimulatori antimicrobieni și imunitari prezenți în ou, prelungesc viața pacienților bolnavi de SIDA și datorită unei valori nutriționale ridicate.

Pigmenții carotenoizi prezenți în gălbenuș sunt antioxidanți naturali ce elimină radicalii liberi la fel de eficient ca agenții anticancerigeni, pigmenții naturali ai vitaminei A. Aceștia reduc nivelul lipoproteinelor serice, fracția LDL bogată în colesterol, prevenind astfel bolile cardiovasculare (CVD).

Intralipid, o emulsie parenterală preparată pe bază de gălbenuș, este folosită drept carrier pentru medicamentele liposolubile.

Fosfolipidele din gălbenuș, conjugatele lecitinei cu vitamina B12, administrată cobailor, copiilor născuți prematur și persoanelor suferind de Alzheimer, are ca rezultat o îmbunătățire a dezvoltării țesutului nervos și a abilităților mentale.

O proteină din gălbenuș, fosvitina, este un puternic antioxidant natural ce este mai sigur decât compușii sintetici. Lipidele extrase din gălbenuș în etanol,

prezintă efecte antioxidative asupra acidului gras docosahexaenoic (DHA), acid gras ce se peroxidează rapid. Acest fenomen previne îmbătrânirea prematură.

Lecitina din gălbenușul de ou are o digestibilitate mai rapidă decât cea din soia. Toxicitatea diamidinei și a altor medicamente folosite împotriva bolilor produse de protozoare a fost semnificativ redusă prin administrarea de capsule de lecitină din gălbenuș (<http://www.island.lk/2003/12/06/satmag02.html>).

Lipoproteinele din gălbenuș YLP-p17.5 promovează creșterea câtorva tipuri de celule de mamifere, incluzând celulele hepatice umane și hibridoma. Aceasta este folosită pentru mediile de creștere a celulelor în biotehnologie și experiențele genetice. Lipoproteinele și alte proteine cu valoare biologică ridicată, acționează ca un excelent promotor de creștere la copii și animale. Gălbenușul și șalazele sunt surse bogate în acid sialic, în special Neu-5-Ac, înregistrat și vândut ca SLEX în multe țări. Acesta are proprietăți antivirale, antimicrobiene și antiinflamatoare semnificative. Este folosit de asemenea în tratamentul *Helicobacter pylori* și a altor infecții microbiene cauzate de ulcer, cancer de colon, gastrite și enterite (Dubois ș.a., 1998).

Oul de găină este bogat în anticorpi ca IgY, ce sunt mai ieftini și mai eficienți decât IgG produși de limfocitele mamiferelor. După o perioadă de șase săptămâni, o găină produce peste 298mg de anticorpi specifici, în comparație cu doar 17 mg produși de la iepure. Acest IgY poate fi folosit la tratarea rotavirusului uman, infecțiilor cu *Escherichia coli*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* și *Salmonella*.

Pentru arsuri, tăieturi, mușcături de insectă și erupții aplicarea albușului în special șalaza, urmată de aplicarea membranei cojii asupra zonei lezate, reduce inflamația și infecția și accelerează procesul de vindecare.

Sistemul indian de medicină (Ayurveda & Sidda) cunoaște proprietățile antiinflamatoare, cicatrizante, vindecătoare, antimicrobiene și imunologice ale oului, cu mii de ani în urmă. După amestecarea cu diferite plante, ouăle pot fi folosite la tratarea arsurilor și fracturilor. O cremă fabricată din ouă, plante, ulei de susan și pastă de semințe de mung este aplicată peste fracturi, înaintea gipsării pentru o mai rapidă vindecare a fracturilor. Spre deosebire de lapte, carne, fructe, vegetale și alte alimente cu grad mai mare de hidratare, oul poate fi păstrat la temperatura camerei pentru 2-4 săptămâni datorită lizozimului, ovomacroglobulinei și altor componenți cu rol antimicrobian ce previn alterarea produsă de bacterii. Oul furnizează un mediu bun și ieftin pentru producerea vaccinurilor și a imunoglobulinelor. În 2002, oamenii de știință de la *Fundația de Știință și Cercetare de la India Vittal Mallaya* au produs un ser împotriva veninului de șarpe pe bază de ou de găină. Comparativ cu antidotul produs din ser de cal, acesta a fost de 100 ori mai ieftin deoarece o găină produce peste 300 ouă pe an, ce conțin antidot prezent în șase litri de ser de cal. Taurina prezentă în ou, lapte și carne previne formarea plăcilor arterosclerotice la nivelul arterelor și prin urmare previne apariția CVD (Wójcik ș.a., 2010).

Hasler (2000) a realizat o sinteză privind beneficiile aduse sănătății omului de substanțele componente ale oului (tabelul 2.8).

Tabelul 2.8 / Table 2.8

Beneficiile consumului de ouă aduse sănătății umane (Hasler, 2000)

Benefits of eggs consumption to the human health

Clasa/Compuși	Potențial beneficiu
<i>Carotenoizi</i>	
Alpha-caroten Beta-caroten Luteină Lycopene Zeaxantină	Efect antioxidant Sănătatea vederii Reducere a riscului de cancer de prostată
<i>Acizi grași</i> <i>Omega-3</i> Acid linoleic conjugat Acid arahidonic	Reducerea bolilor de inimă, îmbunătățirea vederii Reducere a riscului de cancer Dezvoltarea mentală, acuitatea vizuală Efect antioxidant, reducere a riscului de cancer
<i>Flavonoide</i>	Neutralizarea radicalilor liberi, reducând riscul de cancer
<i>Vitamine</i> Lipo-solubile (A, D,E) Vitamine B Colină Carnitină	Efecte specifice ale acidului folic în timpul sarcinii Îmbunătățirea memoriei Creșterea metabolismului gras în activitățile fizice Efect antioxidant, fertilitate Efecte specifice, reducerea simptomelor în artrita reumatoidă

Cerințele consumatorului român în comparație cu consumatorul european privind calitatea oului

În industria aviară a existat o criză internațională în urmă cu câțiva ani, deoarece s-a vehiculat ideea că oul nu este un aliment tocmai sănătos datorită nivelului crescut de colesterol. Au scăzut dramatic vânzările de ouă, iar reducerea nivelului de colesterol din ou, și în general schimbarea compoziției oului prin schimbarea structurii rațiilor găinilor a devenit o prioritate a cercetătorilor din nutriție din întreaga lume. În ultimii ani a apărut o redresare în volumul de vânzări a ouălor; totuși, se apreciază că va mai dura o perioadă până când vor fi atinse aceleași niveluri ridicate de producție înregistrate în trecut.

Alimentele sunt foarte importante pentru orice persoană, iar consumatorii europeni sunt conștienți de faptul că beneficiile acestora se răsfrâng direct asupra calității vieții tuturor. Cerințele consumatorului vis-a-vis de calitatea produselor animale sunt focalizate în principal pe:

- calitățile organoleptice: gust și miros plăcut, aspect igienic;
- compoziția chimică evidențiată (pentru substanțele benefice și cele nocive);
- calități de prezentare: ambalaj, etichetare;

- calitatea procesului de producție (mai greu de urmărit de consumator) care include elemente de sănătate a animalelor, siguranța produselor, originea și etichetarea adecvată (*Banu ș.a., 2010*).

Desigur că implementarea unor standarde crescute de calitate a produselor alimentare determină costuri adiționale, deci o creștere a prețului. Dar dacă nu se respectă un anumit standard general de calitate, producătorul care are prețuri mici dar a cărui produse sunt situate sub standard va fi marginalizat de către consumatori și eliminat de pe piață.

Creșterea cererii consumatorilor pentru alimentele fortificate a dus la creșterea valorii pieței europene la aproximativ 161 milioane euro pentru acizii grași nesaturați omega-3, reprezentând un procent de 28% din volumul total al pieței europene (*Frost și Sullivan, 2004*).

Surse de acizii grași omega-3 și omega 6 precum uleiurile marine, uleiul de în și uleiurile de alge au o istorie lungă și sigură în ceea ce privește folosirea lor în scopuri terapeutice, unele componente fiind patentate pentru uz farmaceutic cu scop bine stabilit și specific pentru tratarea anumitor boli sau îmbunătățirea stării de sănătate.

Cel mai mare avantaj al acizilor grași polinesaturați față de celelalte ingrediente ale alimentelor funcționale precum vitaminele sau mineralele este acela că acizii grași omega 3 sunt considerați esențiali pentru asigurarea stării de bine a organismului uman, oferind multiple beneficii, care nu pot fi egale de nici un alt ingredient alimentar.

Interesul media crescut precum și disponibilitatea produselor cu conținut în omega-3 și 6 pe Piața Europeană, susținut de promovarea acestora drept „grăsimi sănătoase”, ca parte esențială a regimului alimentar, a dus la diferențierea dintre grăsimile saturate și cele nesaturate de către consumatori.

Studiile recente ale companiei *Frost și Sullivan* (2004) arată că în timp ce rata anuală a creșterii pieței europene de omega-3 PUFA în 2003 a fost de 11 procente, se estimează că în anii următori să se stabilizeze la 8 procente. Piața europeană este o piață mult mai matură comparativ cu piața SUA, pe de o parte, pe de alta însă exigențele legislației Uniunii Europene rămân o provocare față de piața PUFA, absența reglementărilor din legislația Uniunii Europene cu privire la doza zilnică recomandată obstrucționează eforturile pieței, reducând impactul ambalajelor și mesajelor promoționale, care sunt lipsite de aceste informații.

Producătorii sunt astfel puși în situația de a nu putea face afirmații sigure cu privire la efectele asupra sănătății.

În ceea ce privește acceptabilitatea consumatorilor față de acizii grași omega 3, aceasta este maximă în Nordul Europei și Scandinavia, regiuni care au tradiție în folosirea uleiurilor marine, și care au piețe relativ dezvoltate în acest sector.

Percepția față de calitatea produsului raportată la preț este diferențiată între țările UE. În Danemarca există o preocupare mai mare, în comparație cu celelalte țări membre UE, pentru asigurarea unor produse de calitate superioară. De asemenea în Marea Britanie există o legislație pentru controlul alimentelor sub

forma "Actului siguranței alimentare 1990" prin care protejează consumatorul și bunii comercianți. Principalele prevederi ale legii sunt că alimentele nu trebuie să lezeze sănătatea consumatorului, că trebuie să îndeplinească toate cerințele de siguranță, că trebuie să fie naturale, compoziția și calitatea cerute de cumpărător și că nu trebuie să fie fals descrise sau mincinos etichetate. Pentru controlul calității se folosesc metode de analiză chimică și microbiologică efectuate de experți în materie. Există controale de verificare a conformității celor trecute pe etichetă cu realitatea. În ceea ce privește protecția consumatorului principala prevedere este că „orice persoană care vinde consumatorului orice aliment care nu este natural, conținutul sau calitatea cerută, prejudiciind consumatorul, este considerată vinovată de ofensă și poate fi acționată în judecată” (Banu ș.a., 2010).

Marea Britanie promovează vânzarea ouălor bogate în ω -3 acizi grași (linoleic, eicosapentaenoic și docosahexaenoic). Așa numitele "ouă design" au același efect ca și pigmentii carotenoizi, vitamina E, seleniu organic și cromul. Acizii grași ω -3 reduc hipertensiunea, colesterolul din fracțiile LDL și VLDL, nivelul trigliceridelor serice, previn tromboza, agregarea plachetară, angina, arteroscleroza și infarctul. Vitamina E, seleniul organic și alți antioxidanți prezenți în ouăle de bază, previn peroxidarea, îmbătrânirea, formarea plăcilor în artere și CVD (Leeson ș.a., 2004).

2.3. Soluții nutriționale de îmbogățire a ouălor de consum

Factorii nutriționali joacă un rol important în stabilirea raportului dintre albuș și gălbenuș, dar și în modificarea compoziției chimice a ouălor, influențând, mai ales, conținutul în oligoelemente, vitamine și acizii grași ai lipidelor. În ouă se stochează cantități importante de substanțe nutritive, astfel că, anual, o găină elimină prin ouăle produse, de 5-6 ori mai mulți nutrienți decât propria ei greutatea (Stăncioiu, 1979, Stoica, Mădălina-Liliana, 2005).

Posibilitățile de îmbunătățire a calității ouălor prin alimentație pot viza **reducerea conținutului acestora în colesterol sau îmbogățirea conținutului lor în seleniu, omega 3 și omega 6.**

Datorită conținutului crescut al ouălor în **colesterol**, consumul de ouă a înregistrat un declin accentuat în anii '90 de la 256 ouă/om/an în 1985 la 235 ouă/om/an în 1995 în Europa (Ayerza ș.a., 2000).

Aceeași tendință s-a înregistrat și în Argentina, unde consumul de ouă a scăzut de la 160 ouă/om/an în 1990 la 128 ouă/om/an în 1998 (Lamelas ș.a., 1998).

Declinul este atribuit consumatorilor interesați de colesterol, de sursele de grăsime, de tipul acizilor grași consumați și relația lor cu boala coronariană, obezitatea și unele boli hepatice. În 1991 Yaffee ș.a. au arătat că un consum ridicat de ouă conduce la creșterea nivelului de colesterol din sânge. De aceea, problema colesterolului din ou a fost și este subiect de actualitate pentru nutriționiști pe de o parte și consumatori pe de

altă parte. Pentru aceasta au fost întreprinse numeroase cercetări și s-au căutat soluții atât prin modificarea alimentației păsărilor, precum și a geneticii acestora.

S-au depus eforturi importante pentru a răsturna declinul consumului de ouă, prin schimbarea compoziției oului, modificând hrana găinilor ouătoare.

Au fost efectuate și studii genetice pentru reducerea colesterolului, dar s-au dovedit a fi neeficiente, în măsura în care colesterolul este un nutrient indispensabil dezvoltării embrionare și un constituent al mai multor lipide complexe vitale. Un ou fără colesterol nu permite asigurarea perpetuării speciei. Alimentația găinilor ouătoare rămâne singura pârghie, capabilă de modificare a conținutului în colesterol al oului, fără a dăuna sănătății păsărilor, dar și producțiilor acestora.

Colesterolul din ou este concentrat în gălbenuș. În vederea reducerii colesterolului din ou, prin modificarea hranei găinilor ouătoare se aliniază cercetările lui *Ayerza și Coates (2000)*. Cei doi cercetători americani au introdus în hrana găinilor ouătoare semințe de *Salvia hispanica* în proporții diferite. Introducerea acestor semințe în hrana găinilor ouătoare a determinat o reducere a colesterolului din ouăle obținute. Conținutul gălbenușului în acizi grași nesaturați în cazul dietei cu *Salvia hispanica* a fost semnificativ mai mare. Conținutul gălbenușului în acid palmitic și acizi saturați a fost invers proporțional cu proporția de *Salvia hispanica*.

Haddadin ș.a. (1996) au studiat efectul bacteriei *Lactobacillus acidophilus* în hrana găinilor ouătoare. Prin introducerea acestei bacterii în rețeta de nutreț combinat s-a constatat o reducere a nivelului colesterolului în gălbenușul de ou.

Janssens ș.a. (2006) au putut reduce cantitatea de colesterol din ou prin introducerea în hrana păsărilor a inulinului. Inulinul este denumirea unui amestec de polimeri de fructoză, larg răspândiți în multe legume. În studiul efectuat inulinul a fost extras din rădăcina de cicoare, cea mai bogată sursă de inulin găsită în natură. Pe lângă reducerea cantității de colesterol din ou, inulinul îmbunătățește metabolismul calciului, fosforului și magneziului.

Un studiu relativ recent efectuat de *Chowdhury ș.a. (2005)* demonstrează că se poate reduce cantitatea de colesterol din ou prin introducerea în hrana păsărilor a unui extract de tamarind.

Kim ș.a. (2004) au reușit să reducă conținutul de colesterol din ou, dar nu și din plasmă, cu aproape 20 de procente prin introducerea în hrana găinilor ouătoare a pravastatinei (compus sodic farmaceutic folosit pentru controlul hipercolesterolemiei).

Cantitatea de colesterol din ou a putut fi redusă și prin introducerea în hrana găinilor ouătoare a unor elemente minerale, în special a cromului și cuprului, singure sau în combinație.

În anul 1981, cercetătorii americani *Jackson și Mary H. Stevenson* au studiat efectele hrănirii găinilor ouătoare cu nutreț combinat în care s-au introdus diverse surse de cupru asupra parametrilor calitativi ai oului de consum, inclusiv conținutul ouălor în colesterol. Cercetările au evidențiat că sulfatul de cupru introdus în hrana

găinilor ouătoare are efecte pozitive asupra calității oului de consum în comparație cu utilizarea oxidului de cupru (*Jackson, ș.a., 1981*).

Studii în acest sens au fost întreprinse de *Lien ș.a., 2004*. Prin cercetările efectuate la Universitatea National Chiayi din Taiwan aceștia au concluzionat, în urma studiului lor, că atunci când cel mai important criteriu este conținutul minim în colesterol, 125 mg Cu/kg nutreț combinat împreună cu 800-1600 mg Cr/kg nutreț combinat, reprezintă concentrații de adaos corespunzătoare. Aceștia au demonstrat că adaosul de crom în hrana găinilor ouătoare conduce la obținerea de ouă cu un conținut redus de colesterol, numai dacă în hrana acestora este introdus și un supliment de cupru.

Fatma Uyanik ș.a. (2002) au studiat efectele suplimentării hranei găinilor ouătoare cu crom ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) și au ajuns la concluzia că un adaos de 20 ppm de crom în hrană determină reducerea consumului de hrană cu 1,88 % la pasările care au primit suplimentul de crom față de lotul martor.

Studii epidemiologice și clinice au relatat că nu există nici o relație între consumul de ouă și nivelul colesterolului plasmatic (*Hu, 1999, Song, 2000*). Prin conținutul său bogat în fosfolipide și acizi grași nesaturați, oul nu antrenează o colesterolemie ridicată.

Seleniul este strâns asociat cu vitamina E, împreună acționând ca protector al membranelor celulare.

Suplimentarea hranei omului cu seleniu are efecte benefice, atâta timp cât studiile demonstrează că la subiecții umani ce au primit suplimente de seleniu, numărul cazurilor de cancer au fost reduse la jumătate, rata avorturilor la femei a fost mai mică și numărul masculilor infertili s-a redus.

Rutz (2003) a raportat că suplimentarea hranei găinilor ouătoare cu seleniu a avut următoarele răspunsuri:

- Creșterea concentrației de seleniu în coaja oului, cu efecte favorabile asupra calității acesteia;
- Creșterea concentrației de seleniu în albuș și gălbenuș, cu efecte favorabile asupra calității oului în timpul depozitării și îmbunătățirea greutateii gălbenușului, albuminei și cojii.

În Malaezia, compania Lay Hong a lansat în 2001 pe piață produsul NutriPlus Egg, ou cu un nivel ridicat de seleniu organic, vitamină E și acizi grași Omega 3.

În Singapore, Chew's Agricultura Farm a anunțat în anul 2003 că s-a lansat în comercializarea de ouă cu adaos de seleniu, un oligoelement care, în opinia Dr. Gerhard Schrayzer, membru al Asociației Americane de Cercetare asupra Cancerului, poate ajuta la prevenirea cancerului de prostată, colon și sâni.

O sursă organică a acestui element mineral, produsă de Alltech, a fost adăugată în nutrețul găinilor ouătoare; deoarece ouale astfel obținute au avut, de asemenea, mai puțin colesterol, Biroul de Promovare a Sănătății (Health Promotion Board) a permis etichetarea lor cu Healthier Choice Symbol (cea mai sănătoasă

alternativă). Totuși, un raport din The Straits Times a avertizat că aceste ouă bogate în seleniu vor costa aproximativ dublu față de prețul ouălor obișnuite.

Seleniul poate fi introdus în hrana găinilor ouătoare sub formă anorganică (selenit sau selenat) sau sub formă organică (selenomeuonina). Ouă îmbogățite cu seleniu au fost obținute de *Yaroshenko ș.a. (2003)*, iar consumul acestora a putut satisface 50% din doza zilnică recomandată. Aceste ouă au fost obținute de la găini în hrana cărora a fost introdusă o cantitate de 0,3 ppm seleniu sub formă de selenometionină /kg.

Studiile efectuate de Colegiul Agricol Scoțian, în colaborare cu Universitatea Agrară Sumy din Ucraina, au demonstrat că ouăle îmbogățite cu seleniu pot fi produse industrial pentru contracararea scăderii aportului de seleniu de care beneficiază consumatorii europeni (*Surai, 2000*).

Ouă îmbogățite cu seleniu s-au obținut și în urma cercetărilor efectuate de *Mardarowicz (1997)* prin introducerea de selenometionină din drojdie în proporție de 136,2 mg seleniu/t de furaj în hrana găinilor ouătoare.

Acizii polinesaturați de tipul **n-6 și n-3**, sunt importanți nutrienți ai hranei noastre. Oul este un furnizor deosebit de important de acid n-3 (6%), după carne (20%) și peștii marini (71%).

Ouăle comercializate, obținute de la găini hrănite convențional, au un nivel relativ crescut de acizi polinesaturați de tipul n-6, în special 18:2n-6, dar sunt surse sărace de acizi grași polinesaturați de tipul n-3.

Acizii grași polinesaturați, cunoscuți și sub denumirea de PUFA (polyunsaturated fatty acids), au efecte benefice asupra sănătății umane. Cercetările efectuate pe subiecți umani au demonstrat că aceștia reduc semnificativ colesterolul din serul sanguin și diminuează riscul apariției bolilor cardiovasculare.

Modificarea profilului acizilor grași din ou, dar și din hrana găinilor ouătoare, a devenit preocuparea actuală a nutriționiștilor, dat fiind faptul că prin introducerea în hrana găinilor ouătoare de acizi polinesaturați de tipul n-3 și n-6, se pot obține ouă cu o cantitate redusă de colesterol și se poate spori cantitatea acestor acizi grași polinesaturați în ou.

Îmbogățirea oului în acizi grași polinesaturați de tipul n-3 se poate face prin manipularea hranei găinilor ouătoare, fie direct, prin introducerea în hrana acestora a diferitelor uleiuri de pește sau indirect prin creșterea nivelului precursorilor acizilor grași de tipul n-3, prin introducerea acidului alfa linoleic (ALA), prin suplimentarea hranei găinilor cu semințe de in sau uleiuri extrase din acestea.

Un interes particular prezintă acidul docosahexanoic (DHA). Nivelul crescut al acestuia face ca acizii grași polinesaturați să fie susceptibili pentru o mai rapidă oxidare pe timpul depozitării și gătitului ouălor, dar și acest aspect poate fi soluționat prin îmbogățirea oului cu antioxidanți, cum ar fi vitamina E.

Majoritatea acizilor grași din ou sunt mononesaturați (~ 44%), acizii grași saturați se găsesc în proporție de 29%, iar cei polinesaturați 11%.

S-au efectuat numeroase studii pentru modificarea compoziției oului și sporirea conținutului acestuia în acizi grași polinesaturați de tipul n-3 și vitamina E (aceasta din urmă previne oxidarea acizilor grași). Astfel de ouă sunt comercializate în Europa, Asia, America, Australia.

Predominanța acestor ouă pe piață este rezultatul a două pârghii:

- populația este interesată să consume mai puține grăsimi saturate și mai multe grăsimi polinesaturate;
- interesul tot mai crescut al consumatorilor față de raportul dintre acidul linoleic (LA; 18:2n-6) și acidul alfa linolenic (ALA; 18:3n-3) care pendulează între 5:1 și 10:1.

Concentrația de acizi grași polinesaturați de tipul n-3 poate fi sporită în ouă prin numeroase strategii de hrănire a găinilor ouătoare.

O strategie de hrănire are la bază introducerea semințelor de in și floarea soarelui precum și a uleiurilor obținute din acestea în hrana ouătoarelor. Cercetări la acest sens au fost efectuate de *Alvarez ș.a. (2005)*, *Grobas ș.a. (2001)*, *Novak ș.a. (2001)*, *Pardio ș.a. (2005)*, *Reddy (1999)*, *Shafey ș.a. (2003)*.

O altă strategie de hrănire este utilizarea uleiului de pește (ton, hering, macrou) în alimentația ouătoarelor. Aceste uleiuri cresc semnificativ nivelul acidului docosahexanoic (DHA) în ou.

De exemplu, suplimentarea hranei găinilor ouătoare cu ulei de macrou în proporție de 3% a crescut nivelul acidului docosahexanoic (DHA) cu 160-178 mg, (*Hargis, 1991*). O cantitate similară de acid docosahexanoic (DHA) - 180 mg a fost transferată în gălbenușul de ou prin suplimentarea hranei găinilor cu ulei de ton (*Leskanich și Noble, 1997*). Profilul acizilor grași al lipidelor gălbenușului de ou depinde de tipul ulei introdus în hrana ouătoarelor (*Farell, 1991,1998*).

Suplimentarea hranei găinilor ouătoare cu acizi grași polinesaturați ca n-9, n-3, n-6 este asociată cu proporții diferite a acestora în gălbenuș (*Jiang, 1994*).

Cercetările efectuate de *Aydin ș.a. (2001)* au raportat că și introducerea uleiului de măsline în hrana ouătoarelor poate modifica spectrul acizilor grași polinesaturați în ou, dar cu costuri mai ridicate, ce se răsfrâng asupra consumatorului.

Efectul consumului de ouă îmbogățite în acizi grași de tip n-3 a făcut obiectul a numeroase studii efectuate pe subiecți umani de diferite vârste.

Recent, studiile lui *Sindelar (2004)* au demonstrat că prin consumul unui ou îmbogățit în acizi grași n-3 scade nivelul trigliceridelor sangvine.

Payet (2004) a analizat statusul lipidelor din sânge la pacienții ce au consumat ouă îmbogățite cu acid DHA și a raportat un efect pozitiv cu privire la DHA din sânge, dar negativ în ceea ce privește acidul arahidonic.

Concentrația de DHA în eritrocite poate fi crescută cu 30-40% prin consumul unui ou îmbogățit cu acizi grași n-3 (*Makrides, 2002*). Autorii au relatat de asemenea, că prin consumul de 4 gălbenușuri de ou (convenționale sau îmbogățite cu n-3)/ săptămână, nu este afectat colesterolul din plasmă, dar crește nivelul de fier din aceasta.

Un studiu similar efectuat de *Hoffman ș.a.* în 2004 a demonstrat că prin hrănirea copiilor cu ouă îmbogățite cu DHA s-a accelerat acuitatea vizuală.

Îmbogățirea oului cu acizi grași polinesaturați rămâne în continuare o preocupare a nutriționiștilor, în condițiile în care strategiile actuale de modificare a compoziției hranei găinilor sunt costisitoare, iar producerea pe scară industrială a acestora ridică prețul de cost al oului, cu impact negativ asupra consumatorului.

Cercetari privind obținerea de oua îmbogățite în acizi grași:

- utilizarea unor uleiuri (extracte uleioase de gălbenele, urzică și crăițe) și semințe de plante oleaginoase bogate în acizi grași polinesaturați (în, camelină) în rețete furajere destinate obținerii ouălor îmbogățite în acizi grași omega 3 (*Criste ș.a. 2009; Criste ș.a. 2008*);

- creșterea nivelului de acid linoleic conjugat în hrana găinilor, prin adăugarea unor cantități de ulei de soia, grăsime animală sau ulei de in și supliment de 200 mg vitamina E pentru stabilizarea rețetelor nutriționale (*Raes, 2002*);

- adăugarea de semințe de in, de salvie, ulei de pește, carne de pește sau alge marine în dieta zilnică a găinilor ouătoare (*Ayerza, 2002; Ferrier, 1995; www.egginnovation.com, Washington, USA, 2003; Curtis Novak*);

- adăugarea de semințe de cânepă în dieta zilnică a găinilor ouătoare (*Silversides, 2002*);

- utilizarea în hrana găinilor ouătoare a uleiului de pește și suplimentarea cu vitamine E și D (*Leeson ș.a., 2003*);

Cercetari privind obținerea de ouă cu conținut scăzut de colesterol

- prin folosirea unor rețete furajere bogate în celuloză brută utilizând orzul, ovăzul și lucerna. (*Martinez ș.a., 1992; Burger ș.a., 1982; Gŭçlu ș.a., 2004*);

- suplimentarea hranei găinilor ouătoare cu probiotice și drojdii (*Haddadin ș.a., 1996; Panda ș.a., 2003; Kurtoglu ș.a., 2004; Li ș.a., 2006; Xu ș.a., 2006*);

- folosirea surselor furajere cu conținut scăzut de fitați (*Stilborn ș.a., 2002*); includerea de enzime în furaje (*Saitoh ș.a., 2001*);

- utilizarea produselor de sinteză farmacologice (*Yin ș.a., 2008; Franczyk-Zarow ș.a., 2008; Punita și Chaturvedi, 2005; Mohiti-Așli și Zaghari, 2010*);

- utilizarea microelementelor (*Pesti și Bakalli, 1998; Uyanik ș.a., 2002; Sahin ș.a., 2004; Balevi și Caskun, 2004*).

Cercetari privind obținerea de ouă cu nivel crescut în carotenoizi:

- utilizarea diferitelor surse de spanac în hrana găinilor ouătoare (*Chung ș.a., 2004*);

- utilizarea produselor sintetice de tipul cantaxantinei (*Steinberg ș.a., 2000; Grashorn și Steinberg, 2002*).

CAPITOLUL 3. ASPECTE GENERALE DE OBȚINERE A OUĂLOR CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL PRIN UTILIZAREA ADITIVILOR FURAJERI

CHAPTER 3. GENERAL ASPECTS FOR OBTAINING EGGS AS FUNCTIONAL FOOD BY USING FEED ADDITIVES

3.1. Aditivi furajeri - importanță, generalități, clasificare

Dicționarul Enciclopedic de Zootehnie (Dinu, 1982) consemnează noțiunea de "aditivi furajeri" ca fiind „substanțe diferite care, adăugate în cantități mici în rație, duc la completarea și echilibrarea rației, la o mai bună utilizare a componentelor rației, la stimularea procesului de creștere, ceea ce se concretizează în creșterea eficienței furajării și ameliorarea sporului”.

Directivele CEE 524/70 și 587/84 prevăd aditivii furajeri ca fiind „substanțe care, adăugate voluntar și în doze reduse în hrana animalelor, pot influența unele caracteristici ale hranei sau producția obținută de la animale”, în timp ce în „Feed Additive Nomenclature” (Rosen, 1996) sunt definiți ca „substanțe adăugate în proporții reduse pentru a contribui la unele caracteristici dorite sau a reprimă însușiri nedorite ale hranei animalelor”.

Datorită frecvenței ridicate de folosire a aditivilor în ultimele decenii, utilizarea lor a dat naștere multor controverse; controverse ce s-a căutat să fie eliminate prin norme legale, reglementate de instituțiile de resort. Aceste norme sunt diferite de la o țară la alta, existând tendința creării unui cadru legislativ unitar și general valabil cel puțin pentru o comunitate de țări unite prin interese economice sau politice.

Aditivii furajeri recunoscuți și aprobați pentru a fi utilizați în hrana animalelor în țările Uniunii Europene sunt cei specificați în Directiva UE 524/1970 (reactualizată prin Directivele 587/87, 153/87, 113/92 și 114/93) (Pop ș.a., 2006). Aceste reglementări sunt aplicabile direct în normele de drept ale tuturor țărilor europene, dar fiecare țară are și norme de folosire internă.

Reglementarea nr. 1831/2003 (reactualizat prin *Regulamentul Comisiei nr. 378/2005*) al Parlamentului European și al Consiliului din 22 septembrie 2003 privind aditivii din furaje îi împarte în patru mari categorii, după cum urmează:

1. Categoria aditivilor tehnologici:

- *conservanți* și substanțe sau, dacă e cazul, microorganisme care protejează furajele față de alterările cauzate de microorganismele sau de metaboliții acestora;

- *antioxidanți*: substanțe care prelungesc durata de conservare a furajelor pentru animale și a materiilor prime pentru furaje, protejându-le față de alterările cauzate de oxidare;
- *emulgatori*: substanțe care permit formarea sau menținerea unui amestec omogen a două sau mai multe faze imiscibile în furaje;
- *stabilizatori*: substanțe care permit menținere stării fizico-chimice a furajului;
- *agenți de îngroșare*: substanțe care sporesc vâscozitatea furajului;
- *gelifianti*: substanțe care conferă consistență furajului prin formarea unui gel;
- *lianți*: substanțe care măresc capacitatea particulelor de a adera;
- *substanțe pentru controlul contaminării cu radionucleide*: substanțe care elimină absorbția radionucleidelor sau favorizează eliminarea acestora;
- *agenți antiaglomeranți*: substanțe care au rolul de a reduce tendința particulelor de a adera;
- *corectori de aciditate*: substanțe care modifică pH-ul din furaj;
- *aditivi de însilozare*: substanțe inclusiv enzime sau microorganisme, care se încorporează în furaje pentru a ameliora producția pentru însilozare;
- *agenți denaturanți*: substanțe care, utilizate la fabricarea furajelor prelucrate, permit determinarea originii anumitor materii prime pentru produsele alimentare sau furaje.
- *substanțe pentru reducerea contaminării furajelor cu micotoxine*: substanțe care pot împiedica sau reduce absorbția, favoriza excreția micotoxinelor sau modifica modul de acțiune al acestora.

2. Categoria aditivilor senzoriali:

- *coloranți*: substanțe care colorează furajele sau le redau culoarea; substanțe care, utilizate în furaje, colorează alimentele de origine animală; substanțe care au un efect pozitiv asupra culorii peștilor sau a păsărilor de ornament;
- *compuși aromatizanți*: substanțe care, adăugate în furaj, îi sporesc mirosul și palatabilitatea.

3. Categoria aditivilor nutriționali:

- *vitamine, provitamine și substanțe bine definite din punct de vedere chimic, cu efect similar*;
- *compuși de oligo-elemente*;
- *aminoacizi, sărurile acestora și produsele analoage*;
- *ureea și derivații acesteia*.

4. Categoria aditivilor zootehnici:

- *promotori de digestibilitate*: substanțe care, utilizate în furaje, sporesc digestibilitatea regimului alimentar, prin acțiunea asupra unor materii prime pentru furaje;
- *stabilizatori ai florei intestinale*: microorganisme sau alte substanțe definite din punct de vedere chimic care, utilizate în furaje, au un efect benefic asupra florei intestinale;
- *substanțe care au efect pozitiv asupra mediului*;
- *alți aditivi zootehnici*.

Aditivii furajeri pot fi clasificați după diferite criterii: după modul de acțiune (cu acțiune directă / indirectă), după scopul urmărit (tehnologici sau zootehnici), după natura substanței active (anorganică sau organică; naturali sau de sinteză; de sinteză chimică sau biotehnologică) etc. Clasificarea aditivilor după acțiunea ce o exercită și forma de prezentare a acestora a fost făcută de *Stoica ș.a., 1999*, după cum urmează:

1. *aditivi cu acțiune directă* asupra animalelor: substanțe biologic active cu rol în nutriție: vitamine, substanțe minerale, aminoacizi sintetici; substanțe cu acțiune stimulatorie asupra producțiilor animale: antibiotice cu rol biostimulator, probiotice, prebiotice, hormoni și preparate hormonale, promotori de creștere sintetici; substanțe chimioterapice: antibiotice cu rol terapeutic, anticoccidien, antihelmintice, substanțe antidiareice; preparate enzimatic; substanțe azotate neproteice sintetice utilizate în hrana animalelor ca înlocuitor de proteină: uree; alți aditivi furajeri cu acțiune directă: tranchilizante, antimeteorizante etc.

2. *aditivi cu acțiune indirectă*: substanțe antioxidante; substanțe conservante; substanțe corectoare de gust și miros; emulgatori; lianți folosiți în industria nutrețurilor combinate.

3. *aditivi sub formă de premixuri*: vitaminice, minerale, vitamino-minerale, cu aminoacizi sintetici, medicamentate, cu enzime etc.

O altă clasificare care permite o bună cuprindere a diversilor aditivi furajeri, clasici sau nou apăruiți, cât și o grupare a acestora în câteva categorii distincte:

1. *aditivi nutriționali*: vitamine, oligoelemente, aminoacizi;

2. *aditivi pronutriționali*: enzime, antibiotice, probiotice, prebiotice, emulsifianți, antioxidanți, agenți detoxifianți, preparate hormonale;

3. *aditivi tehnologici* (nonnutriționali): conservanți, lianți, agenți de creștere a palatabilității (arome, edulcoranți), pigmenți, agenți de control a mediului;

4. *aditivi medicinali*: coccidiostatice, histomonostatice, alte produse sau substanțe medicamentoase, extracte naturale de plante (*Pop ș.a., 2006*).

3.1.1 Aditivi nutriționali

Spre deosebire de restul aditivilor furajeri, care în general nu au o valoare nutritivă proprie (sau aceasta este neglijabilă), aditivii nutriționali contribuie direct, prin însăși conținutul lor, la asigurarea sau completarea necesarului animalelor în anumiți nutrienți; folosirea lor permite în principal îmbunătățirea performanțelor zootehnice, în condiții de eficiență economică.

Vitamine. Față de celelalte grupe de substanțe nutritive, vitaminele (tabelul 3.1) nu au rol plastic sau energetic, ci acționează ca biocatalizatori ai numeroaselor reacții în metabolismul celular sau în sinteza și acțiunea hormonilor (vitaminele liposolubile) sau ca factori în reacțiile enzimatic (vitaminele B), adică unele

enzime nu pot să-și îndeplinească rolul decât în prezența unei vitamine. Vitaminele nu pot fi înlocuite unele de către altele sau de alte substanțe asemănătoare.

Vitaminele sunt în mare măsură sensibile la căldură, oxidări și lumină. Aceste caracteristici sunt foarte importante pentru că ele condiționează modul de păstrare a nutrețurilor și respectiv conținutul acestora în vitamine (Stoica ș.a., 1999).

Tabelul 3.1/Table 3.1

Denumiri și unități de măsură uzuale ale principalelor vitamine (Pop ș.a., 2006)

Usual names and units of the main vitamins

Denumirea vitaminei		UM	Conținut/g (produs comercial)
A	Retinol	UI	500.000 UI sau 650.000 UI (acetat de retinol)
D ₂	Ergocalciferol	UI	500.000 UI sau 1.000.000 UI (vit. D ₃ pură)
D ₃	Colecalciferol	UI	
E	Tocoferol	UI	500 UI (acetat de DL - alfa - tocoferol 50%)
K	Menadionă	mg	16,5 - 50% (menadionă)
Bi	Fiamină	mg	98% (tiamină HCL)
B ₂	Riboflavină	mg	80% sau 96% (riboflavină pură)
B ₃	Acid pantotenic	mg	45% sau 90% (D-pantotenat de calciu)
B ₄	Colină	mg	Premix 15-20% colină; clorură de colină 70%
B ₅	Vit. PP, niacină	mg	99% (acid nicotinic sau nicotinamidă pură)
B ₆	Piridoxină	mg	98% (piridoxină HCL)
B ₇	Biotină	Hg	1% sau 2% (D-biotină pură)
B ₉	Acid folic	mg	80% sau 95% (acid folie)
Bl2	Ciancobalamină	M-g	0,1% sau 1% (monociancobalamină)
C	Acid ascorbic	mg	89-99% (acid L-ascorbic)

Aportul vitaminic anormal determină tulburări specifice (numite vitaminoze: avitaminoză în cazul lipsei totale a unei vitamine, hipovitaminoză în cazul insuficienței unei vitamine sau hipervitaminoză în cazul excesului unei vitamine), afectând sănătatea animalelor, creșterea, reproducția și producțiile acestora.

Conținutul nutrețurilor în vitamine este foarte variabil. Totodată, vitaminele fiind sensibile la oxidări, lumină și temperaturi ridicate, normele de hrană prevăd pentru vitamine valori majorate semnificativ (chiar cu până la 100%) față de cerințele reale ale animalelor. Pe lângă sursele naturale de vitamine, în prezent este extinsă la scară industrială producția de vitamine de sinteză (pe cale chimică sau biotehnologică), ceea ce permite cu ușurință echilibrarea sau suplimentarea lor în hrana animalelor, conform cerințelor sau scopurilor urmărite (Pop ș.a., 2006).

În mod obișnuit, adaosul de vitamine în hrană se face prin intermediul premixurilor vitamino-minerale, cu rată curentă de includere de 0,5 sau 1% special formulate pentru fiecare specie și categorie așa încât rata recomandată să asigure cerințele specifice (Pop ș.a., 2006).

Oligominerale. Este știut faptul că în organismul animal substanțele minerale pot avea rol plastic (pasiv, intrând în componența unor țesuturi) și /sau rol funcțional (activ, intervenind în metabolismul substanțelor nutritive, în menținerea presiunii osmotice, permeabilitatea celulară, echilibrul acido-bazic, excitabilitatea neuromusculară și intrând în compoziția unor enzime, hormoni, vitamine sau alți compuși esențiali - ex. hemoglobina).

Cerințele animalelor în oligoelemente sunt dificil de stabilit cu exactitate; ele sunt determinate de specia (hibridul) și categoria (de vârstă, stare fiziologică, producție etc.) de animale și de mulți alți factori a căror influență este mai mult sau mai puțin cunoscută.

Deși cel mai adesea adaosul de oligoelemente în hrana animalelor urmărește doar asigurarea lor la nivelul cerințelor sau eventual corectarea unor carențe, există și situații în care un astfel de element mineral este suplimentat în hrană pentru a obține efecte zootehnice specifice (ex. Se, la păsări, poate fi utilizat ca protecție împotriva aflatoxinei, îmbunătățirea conversiei hranei).

Sărurile minerale folosite în hrana animalelor pentru asigurarea oligoelementelor (sulfati, oxizi, cloruri, carbonați etc.) sunt descompuse chimic în tubul digestiv animal până la ioni minerali liberi ce pot fi absorbiți și apoi transportați prin plasma sangvină; există însă și situații în care aceste minerale intră în combinații cu alte substanțe (ex. acizi organici), fiind „legate” (complexate) în compuși nedegradabili (sau greu degradabili), cu repercusiuni evidente asupra disponibilității, respectiv absorbției lor.

Datorită acestor considerente legate de eficiența utilizării lor, completate de aspectele ecologice (reducerea potențialului poluant al dejecțiilor) și de cele referitoare la siguranța alimentară, în ultimii ani se extinde folosirea în alimentația animalelor a unor surse moderne de minerale, respectiv a compușilor organo-minerali (sau biocomplexe), de tipul chelaților sau proteinaților (*Pop ș.a., 2006*).

Mineralele chelate prezintă o implicare diferită în metabolism în comparație cu sursele anorganice printr-o absorbție mai ridicată și consolidarea răspunsului imun. Deși aceste surse de minerale sunt mai scumpe decât cele anorganice, beneficiile folosirii acestora nu pot fi trecute cu vederea, pe viitor sursele de minerale tradiționale fiind în totalitate înlocuite cu cele organice (*Vieira, 2008*).

Aminoacizi de sinteză. Aminoacizii sunt elemente constitutive ale tuturor proteinelor naturale, atât din plante cât și din animale; ei sunt strict necesari organismului animal pentru sinteza proteinelor proprii.

Unii aminoacizi - numiți neesențiali - pot fi produși în organism corespunzător cerințelor, alții - numiți esențiali - nu sunt sintetizați (lizina, treonina) sau sinteza lor este insuficientă (valina, leucina, izoleucina, metionina, arginina, fenilalanina, histidina, triptofanul); există și unii aminoacizi care pot fi sintetizați pe baza altora (cistina, pornind de la metionina și tirozină, pe baza fenilalaninei), fiind numiți semi-esențiali (noțiune tot mai puțin folosită).

Orice deficit într-un aminoacid reduce nivelul sintezei, în timp ce aminoacizii aflați în exces sunt degradați; aminoacizii aflați în cantități mai mici în raport cu cerințele sunt considerați limitanți. Aplicarea conceptului de „proteină ideală” în formularea rețetelor de hrană la animale permite asigurarea exactă a cerințelor acestora. Proteina ideală presupune un raport perfect între aminoacizii esențiali necesari pentru întreținere și producție, de regulă raportarea lor fiind făcută față de lizină.

Se apreciază că păsările utilizează numai cca. 35-40% din azotul ingerat (ca proteină brută) prin hrană, rezultând că peste 60% din acesta este practic irosit, regăsindu-se practic în dejecții; o reducere cu doar două puncte procentuale a proteinei brute din hrana găinilor ouătoare (folosind aminoacizi de sinteză) determină o scădere de cca. 20% a azotului excretat de acestea în dejecții (Pop, 2006 după Bologa, 2001).

La păsări, deși dieta se bazează pe cereale, primii aminoacizi limitanți sunt cei sulfurați (metionina + cistină, datorită cerințelor mari pentru îmbrăcare cu penaj), urmați în ordine de lizină, treonină, triptofan, izoleucina și arginină; pentru broileri însă, lizina trece pe primul loc, fiind urmată de metionina + cistină, treonină și valină.

Aminoacizii de sinteză cei mai utilizați ca aditivi furajeri sunt lizina, metionina, treonină și triptofanul; acidul glutamic este folosit mai mult în industria alimentară. Utilizarea aminoacizilor în alimentația animală este reglementată în Uniunea Europeană prin *Directiva 471/82 și 520/89*, care precizează produsele înregistrate și autorizate în acest scop.

3.1.2 Aditivi furajeri tehnologici

Aditivii nenuționali (tehnologici) sunt substanțe sau compuși fără valoare nutritivă intrinsecă și care nu influențează valoarea nutritivă a hranei sau valorificarea substanțelor nutritive din hrană, rolul folosirii lor constând în obținerea de alte avantaje: tehnologice, economice, ecologice.

În această categorie sunt incluși următorii aditivi furajeri: conservanți, lianți, agenți de creștere a palatabilității (arome, edulcoranți), pigmenți, agenți de preservare a mediului.

Conservanți. Agenții conservanți sunt utilizați pentru a menține intacte caracteristicile unor nutrețuri pe timpul păstrării lor.

Dintre substanțele conservante, cele mai utilizate în acest scop sunt: acidul propionic, acidul sorbic, acidul fumaric și acidul formic sau unele săruri ale acestora, cum sunt propionații de K, de Ca sau de Mg sau formiatul de Ca.

Sub aspectul strict al introducerii conservanților în nutrețurile finite, aceasta se face îndeosebi în acele amestecuri care în mod obișnuit presupun o perioadă de păstrare mai mare (Pop ș.a., 2006).

Lianți. Lianții sunt aditivi furajeri naturali sau de sinteză chimică introduși în nutrețuri combinate, în scopul creșterii capacității de absorbție a pulberilor fine și - în cazul nutrețurilor finite - favorizării unor prelucrări de tipul granulării.

Inițial au fost utilizate ca și lianți melasa și grăsimile animale sau vegetale, dar, rata de includere fiind relativ ridicată (1-3 %), ambele având valoare nutrițională proprie s-au căutat alte soluții. Mai târziu a fost utilizată bentonita cu o rată de includere de până la 5%, acesta fiind un dezavantaj care a influențat folosirea acesteia.

Lianții moderni sunt de natură organică, pe bază de lignină procesată specific. Singurul inconvenient ar putea fi prețul mai mare decât al lianților clasici, dar s-a demonstrat că prin cuantificarea avantajelor determinate folosirea lor este eficientă economic (*Pop ș.a., 2006*).

Agenți de creștere a palatabilității. În această categorie de aditivi furajeri sunt incluse două grupe de substanțe: aromele furajere și îndulcitorii (edulcoranți).

Noțiunea de arome furajere definește o serie de compuși organici naturali sau sintetici cu miros și/sau gust distinct plăcut, folosiți în alimentația animalelor pentru a modifica în sens util (creșterea palatabilității, mascarea unor mirosuri nedorite etc.) aceste caracteristici ale hranei.

Printre primele arome utilizate în alimentația animalelor se enumera: anișul, ghimberul și melasa. Acestor arome s-au adăugat: vanilia, cacao și diferite uleiuri eterice vegetale naturale, esențe sintetice de căpșuni, fragi, aldehida benzoică, etilvanilina, piperonalul, salicilatul de metil etc. Produsele comerciale formulate pe baza acestor substanțe au rate de includere de 0,1 - 0,3 ppm în înlocuitori din lapte sau furaje finite, îndeosebi pentru porcii și viței (*Pop ș.a., 2006*).

Există și o serie de substanțe digestive aromatice precum, uleiurile eterice însoțite de substanțe amare, conținute sau extrase din o serie de plante care acționează direct prin nervii gustativi, dar și indirect asupra secreției gastrice. În același timp aceste substanțe au și proprietăți antifermentative (*Stoica ș.a., 1999*).

Aromele furajere pot influența formarea comportamentului alimentar al animalelor, ceea ce ajută la menținerea consumului ridicat de hrană chiar în situația schimbării receptorilor. Acest aspect se datorează faptului că aromele furajere imprimă nutrețului combinat un gust specific ce stimulează apetitul animalului (*Simeanu, 2004 după Best, 1996*).

Îndulcitorii sunt folosiți îndeosebi la porcii pentru a îmbunătăți palatabilitatea nutrețurilor și pentru a crește ingestia de hrană. Dintre cei mai folosiți îndulcitori naturali menționăm: xilitolul, xilofructoza și taumatina; iar dintre cei de sinteză: zaharina, aspartamul, alitamilul, ciclamții, sorbitolul etc.

Comportamentul alimentar animal, ce include preferențialitate sau refuz față de anumite furaje datorită mirosului sau gustului lor specific, oferă evidente oportunități pentru extinderea folosirii acestei categorii de aditivi furajeri (*Pop ș.a., 2006*).

Pigmenți. Prin introducerea pigmentilor în hrană se urmărește în principal influențarea culorii unor produse animale (culoarea gălbenușului ouălor, culoarea carcasei broilerilor, culoarea unor brânzeturi etc). Pigmenții pot fi de origine vegetală sau de sinteză chimică după cum se poate observa în tabelul 3.2., prezentat în continuare.

Tabelul 3.2/Table 3.2

Sursele de obținere a unor pigmenți carotenoizi (*Pop ș.a., 2006*)
Sources of carotenoid pigments

Pigmentul carotenoid	Sursa de obținere
Astaxantina	Alge, drojdii, sinteză
Bixină	Semințe de <i>Bixa orellano</i>
Beta-apo-8-carotenalul	Sinteză
Etil-ester de beta-apo-carotenalul	Sinteză
Beta-caroten	Alge, sinteză
Capsantină	Ardei roșu
Capsorubină	Ardei roșu
Canthaxantină	Sinteză
Citranaxantină	Sinteză
Criptoxantină	Porumb
Luteină	Gălbenele, lucerna, porumb
Licopen	Roșii
Zeaxantină	Gălbenele, lucerna, porumb

S-a demonstrat că prin suplimentarea cu pigmenți carotenoizi a hranei la păsări se obțin și alte efecte benefice, îndeosebi asupra însușirilor de fertilitate, dar și în ce privește păstrarea proapețimii ouălor pe o durată mai mare de timp.

Reglementările europene în vigoare vizează aspecte precum: interzicerea extractelor de ardei roșu la pești, în timp ce astaxantina poate fi folosită la pești dar nu este admisă la păsări sau în alimente; citranaxantina este admisă în hrana găinilor ouătoare pentru colorarea gălbenușului dar nu este folosită la puii de carne, pești sau direct în produsele alimentare (*Pop ș.a., 2006*).

Agenți de preservare a mediului. Potențialul poluant tot mai îngrijorător al creșterii intensive a animalelor poate fi controlat, în mare măsură, prin nutriția și alimentația animalelor, astfel, prin:

- minimizarea pierderilor de hrană ce ajung direct în dejecții;
- folosirea în hrană a unor ingrediente cu digestibilitate ridicată;
- folosirea surselor de minerale cu biodisponibilitate ridicată;
- echilibrarea proteică și ca valoare biologică a hranei folosind principii moderne de apreciere a calității nutrețurilor și a normelor de hrană;
- evitarea depășirii nivelurilor cerințelor de hrană pentru nutrienți;

- folosirea posibilității de îmbunătățire a digestiei și absorbției substanțelor nutritive din hrana ingerată (enzime furajere, acizi organici, drojdii etc).

Cele mai agresive noxe rezultă din procesele anaerobe de descompunere a dejecțiilor, controlarea descompunerii dejecțiilor în scopul reducerii emanațiilor nocivi presupune optimizarea activității microorganismelor responsabile de aceasta. Pentru stimularea acestei activități se folosește cu succes extrasul din planta *Yucca shidigera*, un agent de control al mediului eficient îndeosebi împotriva eliminărilor de amoniac și a mirosurilor specifice care poluează aerul.

Principalul component activ al extractului de *Yucca shidigera* este sarsaponina; aceasta stimulează creșterea bacteriilor pe baza unei mai bune utilizări a amoniacului în neoformarea de proteină microbiană.

Acest tip de aditivi furajeri biologic activi pot juca un rol important în producția zootehnică modernă, folosirea lor fiind impusă atât din considerente economice cât și - mai ales - ecologice (Pop, 2006).

3.1.3 Aditivi furajeri botanici

În funcție de principii bioactivi conținuți, scopul utilizării acestor așa-numiți aditivi botanici sau fitogenici poate fi nu doar medicinal (cu deosebire profilactic, pe baza proprietăților antimicrobiene) ci și biostimulator.

Efectul medicinal poate avea la bază unul sau mai mulți dintre următorii componenți bioactivi: alcaloizi (analgetici), flavonoide (diuretice, antiinflamatoare, antispastice), substanțe amare (digestive, antimicrobiene), substanțe mucilaginoase (antiinflamatorii gastrice, laxative), saponine (antiinflamatorii), tanini (astringenți), fenoli (antibacterieni) glicozide etc.

Folosirea lor în scop biostimulator urmărește și alte efecte benefice: stimularea creșterii, stimularea consumului de hrană, îmbunătățirea digestiei și a valorificării hranei (prin stimularea secrețiilor pancreatice și suplimentare enzimatică), creșterea capacității imunitare și- pe aceste baze - îmbunătățirea performanțelor zootehnice în general.

În tabelul 3.3 sunt prezentate o serie de plante folosite pentru obținerea unor astfel de aditivi și proprietățile lor, respectiv efectele scontate.

Tabelul 3.3/Table 3.3

Plante folosite ca aditivi furajeri și proprietățile acestora (*Pig Int.*, 2000)*Plants used as feed additives and their properties*

Denumirea plantei	Partea folosită	Proprietăți*								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Anason	fructe		x			x				
Ardei roșu	fructe	x	x	x	x		x	x	x	x
Busuioc	frunze		x						x	x
Brusture	rădăcină		x		x			x		x
Coriandru	frunze+semințe		x						x	
Cuișoară	cuișoare	x	x					x	x	
Chimion	semințe		x			x			x	
Cimbru	planta întreagă	x	x					x	x	x
Dafin	frunze	x	x					x		x
Fenicul	semințe		x		x					x
Ghimbir	rizomi		x		x		x		x	x
Ginseng	rădăcină		x				x			
Hrean	rădăcină	x								
Lemn dulce	rădăcină+frunze	x			x					x
Mentă	frunze	x	x	x				x	x	x
Muștar	semințe		x					x		x
Mușetel	flori		x		x			x		
Nucșoară	semințe	x	x	x						
Oregano	frunze	x	x	x				x	x	x
Pătrunjel	frunze		x		x			x		
Piper	fructe	x	x							x
Rozmarin	frunze		x					x	x	x
Salvie	frunze		x					x	x	x
Schinduf	semințe	x			x					
Scorțișoară	coajă	x	x					x	x	x
Țelină	rădăcină+frunze	x	x							
Usturoi	bulb (căței)		x					x	x	x

* A- stimularea apetitului; B- digestiv; C- antidiareic; D- antiinflamator; E- prolactogen; F- tonifiant; G- antiseptic; H- antioxidant; I- antibacterian

Crăițele sunt plante erbacee iubitoare de soare, purtătoare de lumină. Sunt plante ornamentale de grădina originare din Mexic și Argentina, aclimatizate perfect la condițiile din România și care înfloresc de-a lungul verii din luna mai și până în octombrie. În scop terapeutic se folosesc florile viu colorate în galben, portocaliu sau roșu (*Tages flores*) culese în zile senine, atunci când principiile active și uleiurile volatile sunt optime. Extractul de crăițe are heleniena, care intervine în funcția pigmentilor fotosensibili retinieni, măbind biosinteza lor și îmbunătățesc viteza de adaptare a ochiului la lumină și întuneric, ameliorând acomodarea la vederea nocturnă a ochiului normal și viciile de refracție; patulețina scade permeabilitatea capilară, are acțiune antispastică și hipotensivă, reglează

tensiunea intraoculară și circulația sanguină a retinei, combate oboseala oculară, scade tensiunea oculară; manifestă acțiune vermifugă și purgativă.

Gălbenelele sunt originare din zona mediteraneană, unde cresc spontan sau cultivate ca plante decorative, în grădini, pe lângă zidurile caselor, poteci, drumuri sau prin parcuri, răspândită și recunoscută în toată Europa încă din Evul Mediu. Această plantă cu flori galben-portocalii are puteri tămăduitoare nebănuite. În trecut era numită și "floarea ploilor" deoarece atunci când nu se deschidea era sigur că vin ploile. În scop terapeutic se folosesc inflorescențele cu sau fără receptacol (*Calendulae flores*). Florile se culeg atunci când este soare, când planta este deschisă și emană uleiuri volatile. Are acțiune antiinflamatoare, decongestivă, antiseptică; antimicrobiană (inhibă dezvoltarea *E. coli*, *Stafilococcus aureus*, *Candida albicans*, *Trichomonas*); cicatrizantă (saponozide, carotenoide, flavone), grăbește vindecarea și regenerarea țesuturilor,

Șrotul de dovleac reprezintă turta rămasă după presarea la rece a uleiului din semințe. Dovleacul, are puține calorii (36 kcal/100 g) și multe virtuți terapeutice.

Datorită calităților antioxidante ale betacarotenului, consumul de dovleac previne problemele de vedere, în special cataracta, precum și ridarea pielii, pentru că are o contribuție importantă la menținerea supleței țesutului cutanat. Pe de o parte, vitamina A, sintetizată de ficat din betacaroten, previne uscarea mucoasei respiratorii și împiedică în acest mod pătrunderea virusurilor în organism (Bojor ș.a., 2005).

Șrotul de fructe de cătină reprezintă turta rămasă după obținerea sucului și a uleiului prin presare la rece. Utilizarea fructelor de cătină se datorează conținutului foarte bogat în ulei, carotenoizi, vitamine, săruri minerale, microelemente, antioxidanți, fitohormoni etc. Remarcabil este conținutul fructelor și frunzelor de cătină în substanțe cu efect hormonal, în special serotonina, substanță recunoscută ca având efecte fiziologice deosebite, legate de sistemul nervos central.

Șrotul de cânepă reprezintă turta rămasă după presarea la rece a semințelor. Semințele de cânepă sunt unul dintre alimentele cele mai nutritive, datorită conținutului ridicat de proteine, uleiului bogat în acizi grași polinesaturați omega 6 și omega 3 și fibrelor insolubile. De asemenea, constituie o sursă bună a antioxidantului vitamina E. 65% din conținutul total de proteină al seminței de cânepă o constituie proteina globulară, numită edestina, asemănătoare globulinei din plasma sanguină umană. Edestina, ușor de digerat, este secretul unui sistem imunitar sănătos, deoarece are abilitatea unică de a stimula producerea de anticorpi împotriva agenților invazivi.

Varza, cunoscută și sub numele de *curechi*, este o legumă comestibilă verde sau roșie, una din cele mai vechi legume cunoscute de om. Era cunoscută în rândul alchimistilor drept materia primă a alimentelor. Sucul verzei roșii poate fi întrebuințat ca indicator de pH.

Varza este de asemenea foarte bogată în vitamina E: 2-7 mg la 100 g, ceea ce constituie un adevărat record pentru o legumă, 200 de grame de varză consumate zilnic acoperind necesarul zilnic de vitamina E.

Morcovul este o rădăcină vegetală, de culoare portocalie. Partea comestibilă a plantei este rădăcina.

Morcovul conține între altele și multe alte substanțe nutritive esențiale pentru organismul uman: acidul folic, vitamina K și calciu. Morcovii împiedică formarea depozitelor pe pereții arteriali prevenind atacurile cardio-vasculare la bolnavii de ateroscleroză.

Boabele de porumb roșu nu au mai fost folosite până în prezent în compoziția aditivilor furajeri naturali, și constituie un factor de noutate în domeniu. Făina din boabele de porumb roșu are efecte antiinflamatoare, calmante, coleretice, energizante, nutritive, vitaminizante, sedativ ușor, oprește hemoragiile (*Bilteanu, 2003; Gologan ș.a., 1981*).

Pulberea uscată și marunțită din **șrot de lucernă** este obținută ca subprodus de la extracția sucului de lucernă, prin presărare la rece. S-a dovedit a fi un subprodus mai sărac în carotenoizi, dar cu un conținut bogat în alte componente valoroase, cu efect benefic din punct de vedere fitoterapic și alimentar (*Varga, 1973*).

3.1.4 Aditivi furajeri medicinali

O serie de substanțe chimice sau naturale cu rol medicamentos pot fi introduse în premixuri, concentrate PVM sau furaje finite în scop profilactic sau terapeutic.

Folosirea aditivilor medicinali în scop profilactic presupune o administrare conform unui program specific, în general pe o perioadă mai lungă, uneori chiar pe întreaga perioadă de creștere a animalelor, cel mai adesea cu o perioadă de excludere înaintea sacrificării și cu respectarea anumitor indicații specifice. În scop profilactic se folosesc agenții anticoccidieni la găini, histomonostaticile la curci ș.a. Pentru a evita dezvoltarea unei rezistențe, se recomandă schimbarea periodică a coccidiostaticelelor folosite.

Folosirea în scop terapeutic se face în scopul însănătoșirii animalelor bolnave, acest detaliu fiind de competența medicilor veterinari.

Folosirea ca aditivi furajeri a unor extracte din plante a căpătat în ultimii ani o extindere tot mai mare, mai ales datorită caracterului natural, organic al acestor produse. În funcție de principii bioactivi conținuți, scopul utilizării acestor aditivi botanici sau fitogenici poate fi nu doar medicinal ci și biostimulator (stimularea creșterii, stimularea consumului de hrană, îmbunătățirea digestiei, creșterea capacității imunitare etc.) (*Pop ș.a., 2006*).

Tabelul 3.4/Table 3.4

Numărul a diferite componente biologice active din plante și efectele acestora
(Rubio ș.a., 2013)

Number of different biologically active components in plants and their effects

Planta	Efectul				
	Antioxidant	Sedativ	Antidepresiv	Antiviral	Bactericid
Dafin	3	5	-	5	5
Ardei roșu	9	7	7	6	8
Chimion	5	6	-	7	11
Usturoi	9	5	5	5	13
Ghimbir	6	11	5	6	17
Oregano	14	-	-	11	19
Rozmarin	12	6	-	10	19
Salvie	7	-	-		6
Cimbrișor	4	-	3	3	5

Uleiurile esențiale sunt produse secundare ale plantelor odorizante, care conțin majoritatea substanțelor active din plantă fiind în principal hidrocarburi, compuși oxigenați și un procent mic de reziduuri non-volatile. Aceștia sunt obținuți din materii prime, în principal prin distilare volatilă. Compoziția chimică a acestora este foarte variată, incluzând un număr foarte mare de substanțe neidentificate (Rubio ș.a., 2013).

S-a demonstrat că utilizarea unor uleiuri esențiale extrase din plante poate îmbunătăți secreția de enzime digestive pancreatice la puii broiler (Jang ș.a., 2006).

De asemenea, se știe că plantele din familia *Labiatae* (tabelul 3.5), precum rozmarinul, oregano, lămâița sau salvia, au efecte antioxidante; ghimbirul, cuișoara, curcuma, nucșoara, măslinile, ceaiul verde și strugurii sunt bogate în agenți antioxidanți.

Tabelul 3.5/Table 3.5

Plante folosite frecvent ca aditivi fitogenici (Rubio ș.a., 2013)

Plants commonly used as phytogetic additives

Planta	Numele în limba latină	Familia	Component activ principal
Oregano	<i>Origamim vulgare</i>	Labiatae	carvacrol, timol
Cimbrișor	<i>Thymus vulgare</i>	Labiatae	timol, carvacrol
Usturoi	<i>Allium sativum L.</i>	Alliaceae, Liliaceae	dialildisulfid, alicin
Hrean	<i>Armoracia rusticana</i>	Brassicaceae	alil-isotiocianat
Ardei iute	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	capsaicin
Planta	Numele în limba latină	Familia	Component activ principal
Mentă	<i>Mentha piperita</i>	Labiatae	mentol, carvacrol
Scorțișoara	<i>Cinnamomum cassia</i>	Lauraceae	cinamaldehydă
Anason	<i>Pimpinella anisum</i>	Apiaceae, Umbelliferae	anetol

Deși la modul general acești aditivi sunt considerați siguri pentru om și animale, literatura de specialitate arată că o preocupare de bază a cercetării de profil constă în determinarea cât mai exactă a componentilor activi din aceste plante și reglementarea riguroasă a utilizării lor (Pop ș.a., 2006).

3.2 Alimente funcționale – definire și importanță

Alimentele funcționale reprezintă produse alimentare, precum și componente ale acestora care îmbunătățesc starea generală de sănătate a consumatorilor, evită riscul îmbolnăvirilor, ameliorează calitatea fizică sau psihică a vieții, precum și capacitatea de recuperare după exerciții fizice extenuante sau diverse (Banu, 2010).

Conceptul de aliment funcțional este originar din Japonia, fiind introdus în 1980 și este practicat de alimentația tradițională din unele țări din Asia. În 1991, a apărut conceptul de Foods for Specified Health Use (FOSHU). Astăzi, în India peste 100 de alimente sunt recunoscute ca fiind FOSHU. Alte exemple din secolul al XX-lea includ fortificarea laptelui cu vitaminele A și D și a cerealelor cu niacină (vitamina PP) și acid folic. Aceste prime exemple de fortifiere au urmărit reducerea riscului de boli prin deficiențe. În 1999 a fost publicat “The Scientific Concept of Functional Foods in EUROPE: Consensus Document. În ultima parte a secolului al XX-lea, producătorii au început să se orienteze spre menținerea sănătății și reducerea bolilor cronice.

Printre primele alimente identificate ca fiind benefice pentru sănătate se numără:

- *Ovăzul și derivatele din ovăz.* Datorită conținutului de b-glucani, un tip de fibre solubile, ajută la scăderea colesterolului total și a LDL-colesterolului (colesterolul „rău”); astfel, diminuează riscul de boală cardiovasculară.
- *Soia și derivatele de soia* au multiple efecte pozitive prin intermediul diferitelor componente specifice. Scad în mod semnificativ colesterolul total, LDL-colesterolul și trigliceridele, diminuând riscul de boala cardiovasculară datorită prezenței izoflavonelor și a proteinelor de soia. Tot izoflavonele (polifenoli) au efect anticanceros, antiestrogenic și de ameliorare a simptomelor ce însoțesc menopauza.
- *Semințele de in și derivatele.* Uleiul de in conține 57% acid alfa-linolenic, principalul acid gras Omega-3; în plus, deține precursori de lignani, un tip de substanțe cu structura similară estrogenilor și se pare, curol anticanceros (mai ales pe cancerul hormono-dependente, cum este cel mamar). Ingestia de semințe de in scade colesterolul „rău” și agregarea plachetară.
- *Tomatele* conțin licopen, un carotenoid cu rol anticanceros, datorită proprietății pe care o are, de antioxidant.

- *Usturoiul*, considerat un aliment cu efecte curative și în medicină tradițională, prezintă multiple acțiuni: anticanceroasă, antibiotică, hipotensoare și hipocolesterolemiantă, datorate derivatilor sulfurați care se formează din alicina în momentul în care usturoiul este sfărâmat și enzimele proprii sunt activate.

- *Legumele crucifere și broccoli* au acțiune anticanceroasă datorită conținutului de glicozinolați care sunt hidrolizați de o enzimă specifică, ai cărei compuși se „opun” riscului de cancer.

- *Citricile* oferă și ele protecție împotriva cancerului, prin conținutul de fibre, foliați, vitamina C, dar și prin prezența limonoidelor (limonen).

- *Sucul de coacaze* este eficient în tratamentul infecțiilor urinare, deoarece conține substanțe fitochimice care inhibă aderența germenilor patogeni la epiteliul vezicii urinare.

- *Ceaiul*. Datorită polifenolilor prezenți în cantități foarte mari, îndeosebi în ceaiul verde, are efecte anticanceroase și cardioprotectoare.

- *Vinul și strugurii* cresc colesterolul „bun” (HDL-colesterolul) și protejează împotriva bolilor cardiovasculare, datorită conținutului ridicat de polifenoli. Coaja strugurelui are multiple roluri pozitive, inclusiv anticanceroase.

- *Peștele* este o sursă importantă de acizi grași polinesaturați Omega-3 (PUFA) care se găsesc puțin sau chiar deloc în dieta occidentală tipică. Ei au rol în dezvoltarea sistemului nervos al copilului, în prevenirea bolilor cardiovasculare și sunt anticanceroși.

- *Produsele lactate*. În principiu, toate produsele lactate pot fi considerate funcționale, dar de o atenție aparte se bucură lactatele fermentate probiotice. Sunt produse care aduc bacterii vii ce ameliorează nu numai sănătatea intestinului, ci și sănătatea omului în ansamblu (mai ales bifidobacteriile și lactobacillii). Sunt recunoscute acțiunile anticanceroasă, hipocolesterolemiantă și antiinfecțioasă ale acestor produse. Lactatele pot fi „vehicule” și pentru prebiotice. Acestea sunt ingrediente care favorizează dezvoltarea de bacterii „bune” în intestin (fibre, oligozaharide etc.). Prin combinarea elementelor prebiotice cu cele probiotice rezultă produse simbiotice.

- *Carnea de vită*, cu un conținut ridicat în acid linoleic conjugat, cu acțiune anticanceroasă și de scădere a țesutului adipos din organism.

Corelația dintre alimentație și sănătate reprezintă o problemă căreia i se acordă, în prezent, o atenție specială. Multe din maladiile care fac victime, în zilele noastre, își au originea în dezechilibrele metabolice cauzate de deficiențe nutriționale. Sensibili la concluziile cercurilor științifice din domeniu, producătorii de alimente încearcă să-și dirijeze producția spre acele produse care au un potențial nutritiv mai adecvat nevoilor omului civilizației actuale. De fapt, alimentele pentru sănătate constituie, în prezent, un domeniu în plină efervescență, iar reprezentantele principale sunt alimentele funcționale.

Prin definiție, alimentele funcționale sunt produse sau componente ale acestora, care determină, la nivelul organismului, un răspuns fiziologic pozitiv, cu efecte benefice asupra sănătății datorită componentelor bioactive din alimente. Astfel, alimentele funcționale, care conțin componente fiziologic active, provenind fie din surse vegetale, fie animale, au capacitatea de a reduce riscul bolilor de inimă concentrându-se, în principal, asupra factorilor de risc, precum colesterolul din sânge, diabetul zaharat, hipertensiunea arterială. Acestea sunt suspectate că își exercită efectele lor cardioprotectoare, în principal, prin efectul de scădere a lipidelor, prin acțiunile antioxidante, sau prin reducerea nivelului de homocisteină (Miranda ș.a., 2015).

Fibrele din vegetale și fructe, care conțin pectina, usturoiul, semințele uleioase de nuc, migdale, și uleiul de peste au efecte de reducere a nivelului de lipide la om, atât prin inhibarea absorbției, cât și prin supresia sintezei colesterolului la nivel hepatic. Homocisteina crește riscul de boală cardiovasculară și cerebrovasculară, prin producerea constricției arteriolare și reducerea vasodilatației endoteliale. S-a raportat faptul că un aport crescut de acid folic, vitamine antioxidante, cereale integrale și fitonutrienți anulează efectele dăunătoare asupra vaselor, ale homocisteinei, la nivelul inimii. Un beneficiu cardiovascular semnificativ al fitonutrienților (polifenolii din vin, struguri și ceaiuri), vitaminelor (C și E) și mineralelor (seleniu, magneziu) din produsele alimentare este considerat a fi capacitatea de anihilare a radicalilor liberi produși în timpul aterogenezei (Llobera ș.a., 2007).

Mai multe alimente funcționale sunt considerate a avea beneficii în tratarea și prevenirea bolilor cardiovasculare. Cele mai importante alimente care au fost studiate la pacienții cu acest tip de boli sunt cele care conțin acizi grași omega-3, fibre alimentare și fitonutrienți. S-a demonstrat că și alte alimente, cum ar fi nucile și soia, care conțin grăsimi mono- și polinesaturate, au efecte favorabile asupra profilului lipidic și tensiunii arteriale. Rezultatele studiilor epidemiologice și clinice au indicat, astfel, faptul că riscul de boală cardiovasculară poate fi redus printr-o dietă bogată în fructe, legume, cereale integrale, produse din pește și cele alimentare cu conținut redus în grăsimi saturate și sodiu.

Astfel, alimentele funcționale au un plus de compuși biologici de care beneficiază organismul în afara nutrienților clasici (vitamine, minerale, lipide sau proteine) cu scopul de a preveni și proteja organismul de anumite boli. Alimentele care furnizează organismului astfel de compuși sunt: cereale, semințe oleaginoase, legume, fructe, lapte, pește. De asemenea, un rol important în obținerea alimentelor funcționale îl constituie și tehnologia de prelucrare în scopul maximizării acțiunilor benefice pentru sănătate. Prin studiile elaborate până în prezent, cercetătorii prezintă aspectele cele mai diverse ale corelației alimente-sănătate, vizând echilibrele alimentare, principalele tipuri de alimente funcționale și tendințele actuale privind alimentele cu beneficii pentru sănătatea umană.

Alimentele funcționale cunoscute în SUA, Japonia, Canada și Uniunea Europeană sunt: produsele lactate funcționale, noutăți în domeniul uleiurilor și grăsimilor funcționale, alimente fortificate, alimente de protecție, alimente organice și alimente funcționale din cereale.

3.2.1 Clasificarea, beneficiile și piața alimentelor funcționale

Din punct de vedere practic, alimentele funcționale pot fi :

- **alimente convenționale** care conțin substanțe bioactive naturale (de exemplu, beta-glucanul din ovăz);
- **alimente** care au fost **modificate prin îmbogățire cu substanțe bioactive** (exemplu: margarina cu adaos de fitosterol);
- **ingrediente alimentare sintetizate** (exemplu: carbohidrații speciali cu efecte probiotice);

Un aliment funcțional poate fi :

- un aliment natural;
- un aliment în care *a fost adăugat* un component;
- un aliment în care *a fost înlocuit* un component;
- un aliment a cărui biodisponibilitate a fost modificată;
- orice combinații ale acestora (Henry, 2010).

Un aliment poate deveni funcțional prin folosirea oricăreia dintre următoarele căi:

- a. eliminarea unui component care cauzează efecte nocive când este consumat (de exemplu, proteinele alergice);
- b. creșterea concentrației unui component natural prezent în aliment până la un punct în care poate induce efecte benefice (de exemplu, fortifierea cu un micronutrient pentru a crește aportul zilnic peste cel recomandat);
- c. adaosul unui component care nu este prezent în mod normal în multe alimente și care nu este necesar ca macro sau micronutrient, dar pentru ale cărui efecte benefice a fost folosit (de exemplu, antioxidanții non-vitaminici sau fructanul prebiotic);
- d. înlocuirea unui component, de obicei macro nutrient (acizi grași) care este excesiv cu un component cu efecte benefice (amidon modificat);
- e. creșterea biodisponibilității sau stabilității unui component recunoscut pentru efectele sale funcționale sau de reducere a riscului potențial de boală (Henry, 2010).

Beneficiile alimentelor funcționale

Încă din Antichitate, alimentele au fost considerate un ajutor pentru promovarea sănătății.

Hipocrate spunea „**să lăsăm alimentele să fie medicamente și medicamentele, alimente**”.

În ultimele decenii însă, această tendință s-a accentuat, iar consumatorii au dorit tot mai mult ca produsele consumate să aibă un efect pozitiv asupra organismului.

Interesul pentru îmbunătățirea calității vieții și prevenirea îmbolnăvirilor a generat conceptul de *aliment funcțional* (cf. *British J. of Nutrition*, 1994- Scientific Concepts of Functional Food in Europe- Consensus Document)

Conform teoriei susținute de ILSI (International Life Sciences Institute) - *alimentul funcțional* conține un component alimentar (element nutritiv sau nu) care influențează în mod pozitiv una sau mai multe funcțiuni țintă din organism. Consumatorii zilelor noastre sunt tot mai informați și interesați de alimentele care sunt benefice pentru sănătate întrucât, alimentele de astăzi nu sunt destinate doar satisfacerii foamei ci și pentru prevenirea bolilor. Altfel spus, *alimentele funcționale* sunt un factor cheie în prevenirea instalării bolilor cronice. Odată instaurată boala cronică, consumul de alimente este înlocuit cu cel de pilule ceea ce aduce: stresul procurării lor, cheltuieli mărite continuu, restrângerea activităților sociale și de socializare.

La nivelul anului 2009, în SUA, chiar într-o perioadă umbrată de probleme economice, piața de alimente funcționale a depășit cu mult creșterea pieței totale de alimente.

Explicațiile pentru creșterea pieței alimentelor funcționale ar fi: nevoile unei populații îmbătrânite, creșterea costurilor de asistență medicală și mai ales a medicamentelor, atenția omniprezentă a mass mediei asupra progreselor făcute de alimentele de tip inovativ (*Touhy ș.a., 2011*).

Astfel, multe companii producătoare de medicamente, băuturi, precum și fermele agricole au analizat strategiile lor de dezvoltare și bugetele de cercetare pentru producerea și asigurarea marketingului alimentelor cu efecte benefice asupra sănătății. Această tendință este generată de creșterea continuă a cererii de alimente funcționale mai ales printre consumatorii născuți între 1946 – 1964 (perioada de explozie demografică în SUA) și persoanele cu copii (*Viamari, 2011*).

În plus, trăim într-o epocă unde modul în care populația ajunge la informație s-a schimbat prin expansiunea noilor echipamente media foarte bine direcționate și portabile. Populația are ușor, uneori instantaneu acces la ultimele informații. Acest fapt, permite definirea nișelor de piață să fie cunoscute aproape în amănunt, ceea ce oferă un avantaj în promovarea piețelor mici, cum este aceea a alimentelor funcționale. Într-un studiu realizat în anul 2007 de IFIC (Functional Foods/Foods for Health Consumer Tranding Survey, SUA) 53% dintre cei chestionați erau “puternic de accord” că alimentele aduc beneficii funcționale, restul de 45% nu aveau aceeași opinie. În plus, în anul 2007, în cadrul aceluiași studiu, 9 din 10 americani erau capabili să numească cel puțin un aliment asociat cu beneficiul asupra sănătății. Printre cele de top numite s-au numărat: legumele, fructele de mare, lactatele, carnea de pasare.

Printre afecțiunile numite ca fiind prevenite prin consumul de alimente funcționale se numără: reducerea riscului afecțiunilor cardiovasculare (34%), sănătatea aparatului digestiv (19%), deficiența de vitamine (19%). În ceea ce privește consumatorul unor anumite alimente funcționale, dintr-un număr de 517 persoane intervievate, 81% au spus că, consumul de alimente îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega 3, reduc riscul bolilor cardiovasculare, 48% consumă deja astfel de alimente, iar 42% intenționau să le consume în viitor.

În anul 2011, 95% dintre americani (SUA), au afirmat că încearcă să își schimbe obiceiurile culinare prin integrarea în dietă a alimentelor care le asigură nutrienții benefici pentru sănătate. Prin folosirea alimentelor funcționale, consumatorul american urmărește: o stare generală bună, pierderea de greutate, îmbunătățirea sănătății fizice, boli specifice (exemplu: diabet, boli cardiovasculare).

În Europa, legislația în domeniul alimentelor funcționale nu este armonizată dar în Suedia există încă din 1990 un program propriu revizuit în 1996.

Conform Centrului Suedez pentru Tehnologie, expresia corectă pentru alimentul funcțional, în limba suedeză, este: aliment cu valoare adăugată = aliment normal dar care are un efect benefic suplimentar asupra sănătății. Ținta programului suedez este ca până în anul 2016, alimentele cu valoare adăugată să devină o alternativă puternică față de consumul de medicamente.

Există două motive pentru care producătorii investesc în inovarea de produs: tehnice și comerciale.

Dintre motivele **tehnice**, nutriția reprezintă calea naturală de a obține alimente funcționale de origine animală. Strategiile nutriționale pentru animalele de fermă sunt de preferat deoarece animalele vii pot distribui în mod eficient nutrienții către țesuturi iar soluțiile nutriționale inovative oferă siguranță în obținerea unor produse care asigură cantități de nutrienți tolerabile pentru om. În ceea ce privește transferul nutrienților din hrană către produsele țintă, metabolismul animal joacă un rol important în eficientizarea folosirii acestora din hrană și îmbogățirea ulterioară a alimentelor.

Produsele alimentare pot fi considerate alimente funcționale dacă, împreună cu impactul nutrițional de bază, au și efecte benefice asupra uneia sau mai multor funcții ale organismului. Astfel de alimente pot fi cele îmbogățite în:

- acizii grași polinesaturați (PUFA), în special cei omega 3 (PUFA ω 3) pot juca un rol important în prevenirea și tratamentul bolilor cardiovasculare. Bolile cardiovasculare sunt principala cauză de deces și o cauză majoră de moarte prematură în Europa, reprezentând 49% dintre toate decesele și 30% dintre decesele survenite înainte de 65 de ani.

- vitamine și minerale nutrienți esențiali pentru dezvoltarea și funcționarea normală a organismului uman. WHO estimează că un număr de peste 2 miliarde de oameni au carențe de vitamine și minerale, în special vitamina A, iod, fier și zinc.

Piața alimentelor funcționale

Dintre motive comerciale, consolidarea piețelor interne duce la o concurență mărită. Pe lângă extinderea pe piețele externe, producătorii caută și piețe interne altele decât cele consacrate. Alimentele funcționale sunt de interes pentru industria alimentară întrucât ele reprezintă o modalitate prin care producătorii pot adăuga valoare la mărfurile lor. Și preocuparea consumatorilor tot mai mare față de propria sănătate conduce la creșterea cerințelor pentru alimente cu beneficii suplimentare în direcția îmbunătățirii calității vieții.

O altă pârghie comercială pentru care producătorii investesc în obținerea de produse inovative, o reprezintă dezvoltarea comerțului modern și a activității de marketing care îi forțează pe producători să își segmenteze piețele, identificând produse pentru fiecare categorie de clienți în parte. În această decizie se ține cont și de orientarea consumatorului către produse premium, pe fondul creșterii puterii de cumpărare la nivel global. Piața ouălor nu beneficia de produse premium până la descoperirea produselor inovative din domeniu.

Alimentele funcționale reprezintă o cale atractivă de a îmbunătăți statusul unui anumit nutrient din dieta zilnică, deoarece compoziția lor poate fi manipulată astfel încât să conțină concentrații mult mai mari dintr-un nutrient benefic decât cele care se ating printr-o dietă obișnuită. În plus, alimentele funcționale prezintă mai mult interes pentru consumatori față de compușii bioactivi puri sau medicamente, acest lucru fiind dovedit de creșterea incredibilă a pieței alimentelor funcționale din ultimii ani, precum produsele bio, lactatele cu beneficii asupra sistemului digestiv sau produsele de panificație dietetice.

3.2.2 Cercetări recente privind obținerea de ouă modificate nutrițional – "ouă funcționale"

Chiar dacă oul este considerat "alimentul perfect al naturii", mai ales datorită concentrației mari de proteină cu valoare biologică deosebită (prin profilul aminoacizilor esențiali) și a digestibilității ridicate a nutrienților conținuți, frica de colesterol a determinat scăderea consumului mediu individual (*Stamler ș.a., 1998*). Ca urmare a acestui fapt, mai multe echipe de cercetători, din întreaga lume și-au propus să obțină ouă cu un conținut mai scăzut de colesterol decât cel obișnuit (230 mg colesterol/ou). Principalele modalități abordate pentru reducerea conținutului de colesterol în ou sunt de natură genetică și nutrițională. Datorită recentelor descoperiri în genomica păsărilor și transgeneză, se anticipează că cele mai bune rezultate în domeniul reducerii conținutului de colesterol din ou pot fi obținute prin manevrarea unor gene cheie a căror produse proteice mediază absorbția la nivelul intestinului a colesterolului, sinteza de colesterol hepatic și sinteza de lipoproteine, și/sau asimilarea lipoproteică prin dezvoltarea oocitelor. Totuși, viitoarea disponibilitate comercială a ouălor cu colesterol redus realizată prin intermediul găinilor transgenice,

va fi influențată de natura reglementărilor din mediul alimentației bioingineresti, acceptul publicului și economie.

În nutriție au fost folosiți ca agenți hipocolestemici pentru găinile ouătoare fructozele (*Li ș.a., 2007*), diferiți fitoaditivi (*Poltowicz și Wezyk, 2006*) sau substanțele de natură medicamentoasă. Utilizarea medicamentelor este interzisă în UE. Cercetările au continuat rezolvarea pe cale nutrițională acționând prin mai multe direcții:

- folosirea unor rețete furajere bogate în celuloză brută utilizând orzul, ovăzul și lucerna. (*Martinez ș.a., 1992; Burger ș.a., 1982; Güçlüș.a., 2004*). Se pare că aceste furaje au un conținut semnificativ de alfa-tocotrienoli care diminuează activitatea hidroxi-metil-glutaril-coenzima A (HMG – CoA) care are un rol primordial în sinteza colesterolului; nivelul ridicat al celulozei din rație este însă un factor limitant important al acestui demers;

- suplimentarea hranei găinilor ouătoare cu probiotice și drojdii, cum ar fi folosirea culturilor de lactobacili (*Haddadin ș.a., 1996*) care a determinat scăderea nivelului de colesterol din oul de găină. *Panda ș.a. (2003)*, *Kurtoglu ș.a. (2004)* au obținut rezultate similare folosind același tip de probiotic iar *Li ș.a. (2006)*, *Xu ș.a. (2006)* au obținut rezultate similare utilizând 500 mg *Bacillus subtilis*/kg nutreț, consideră că o parte din microorganismele probiotice folosite asimilează parte din colesterolul prezent în tractusul gastro-intestinal pentru metabolismul propriilor celule.

- folosirea surselor furajere cu conținut scăzut de fitați - brevetată de *Stilborn ș.a.* în brevetul „*Method of reducing cholesterol in eggs*” (2002, USA, nr. 6391348) pentru scăderea colesterolului din ouă și din produsele de origine animală rezultate.

- includerea de enzime în furaje - brevetată de *Saitoh ș.a.* în brevetul „*Process for producing a cholesterol-reduced sustance*” (2001, Japonia, nr. 6312919) pentru obținerea de ouă cu conținut scăzut de colesterol prin utilizarea de colesterol dehidrogenază, 4-colesten-3-dehidrogenaza, coprostan-3-dehidrogenaza sau prin tratarea furajului cu aceste enzime. *Havens* deține brevetul „*System for producing low cholesterol eggs and feed additive resulting in same*” (1992, USA, nr. 5091195) pentru utilizarea de varză deshidratată la o temperatura care să nu inactiveze enzimele proprii, acestea fiind principiul activ de scădere a colesterolului din gălbenuș.

- utilizarea produselor de sinteză farmacologice. S-au folosit statinele drept inhibitor al enzimei HMG-CoA reductazei (3-hidroxi-3-metil-glutaril-coenzima A) reductaza, care joacă un rol principal în producția de colesterol din ficat. Deoarece statinele sunt similare cu HMG-CoA din punct de vedere molecular, ele ocupă locul acesteia și reduc rata de producere a mevalonatului, următoarea moleculă în cascadă care produce colesterol, precum și alți compuși implicați în sinteză colesterolului prin alte mecanisme. Statinele se pot găsi în mod natural în produse pe bază de soia, alune și în drojdia roșie de orez, însă nu există o modalitate standardizată de măsurare a

nivelului de statină în acestea. Stanolii din plante au fost folosiți pentru capacitatea lor de scădere a nivelelor de colesterol. *Punita ș.a., 2000* au redus conținutul de colesterol din ouă prin utilizarea a două surse naturale disponibile și cunoscute drept agenți hipocolestemici: amarant și ulei roșu de palmier, datorită stanolilor conținuți și respectiv a acizilor oleic și linoleic. Aceștia au dus la reducerea maximă a lipidelor totale și conținutului de colesterol și la creșteri semnificative în conținutul de acid linoleic din ou. Acidul linoleic conjugat (CLA), ca aditiv furajer, este considerat un puternic agent hipocolestemic, ultimele lucrări în acest sens fiind deosebit de recente (*Yin ș.a., 2008; Franczyk-Zarow ș.a., 2008*).

Suplimentarea cu vitamine, a fost studiată de *Mohiti-Asli ș.a., 2010*. Aceștia au investigat efectul vitaminei E și C asupra metaboliților serici, colesterolului din ou, calității oului și performanței găinilor. Rațiile au fost suplimentate cu 100, 200 și 400 mg/kg nutreț. Nu a existat un efect semnificativ asupra performanței găinilor. Colesterolul din gălbenuș a scăzut liniar datorită suplimentării cu vitamine antioxidante ($P < 0.01$). Scăderea colesterolului oului nu a avut efecte negative asupra producției de ouă.

Exista două brevete pentru utilizarea statinelor în scopul obținerii de ouă de gaină cu conținut redus de colesterol, aparținând lui *Jeong Hak Kim* - „Cholesterol lowering supplement and low cholesterol egg produced by using the same” (2011, Coreea de Sud, nr. 20110217412) și lui *Elkin R.G.* - „Composition and method for producing low cholesterol eggs” (2001, US, nr. 6177121B1).

- folosirea extractelor de plante uleioase sau plante antioxidante utilizate datorită efectului de diminuare a 3-hidroxi-3-metilglutaril CoA reductazei hepatice (HMG-CoA), care este necesară pentru sinteza colesterolului în ficat (*Ariana ș.a., 2011, Biswas ș.a., 2001*) au arătat că suplimentarea cu ceai verde a rației găinilor, reduce conținutul de colesterol din gălbenuș. *Yamane ș.a. (1999)* au demonstrat că grăsimea gălbenușului de ou poate fi semnificativ scăzută prin conținutul de cafeină și catechină al ceaiului verde. Catechinele ceaiului previn reabsorbția acizilor biliari prin perturbarea formării micelare și astfel mărinde excreția acidului biliar. Pentru a reface pierderea de acizi biliari, conversia colesterolului în acizi biliari în ficat va fi intensificată și mai departe reduce conținutul de colesterol din ficat. Se pare că cea mai bună modalitate de a atinge o reducere maximă de colesterol este mai degrabă aceea de a optimiza proporțiile HDL/LDL, decât conținuturile separate. *Unganbayar ș.a. (2005)* a obținut o scădere semnificativă a colesterolului din gălbenuș prin administrarea de 2% ceai verde la găini.

Usturoiul a fost utilizat pentru efectele sale hipolipidemice. Acestea sunt datorate unei game variate de compuși, posibil sinergici. Complexul chimic al usturoiului face plauzibil ca variațiile în procesul de prelucrare să poată genera preparate destul de diferite. Aceste efecte biologice pot fi datorate unor compuși precum, S-alilcisteina, S-alilmercaptocisteina, N-fructozil arginina, formați în timpul procesului de extracție. (*Amagase ș.a., 2001*). *Chowdhury ș.a. (2002)*

administrat găinilor în rație 2, 4, 6, 8 sau 10% pastă de usturoi uscată la soare. Concentrațiile de colesterol din ser și gălbenuș de ou au scăzut liniar ($P < 0.05$) cu creșterea nivelelor de usturoi din hrană. *Reddy ș.a. (1991)* au arătat că administrarea de 0,02% ulei de usturoi ar putea să fie insuficient pentru inhibarea HMG-CoA reductaza la găinile White Leghorn. *Khan ș.a. (2007)* au introdus în rația găinilor usturoi uscat în procente de 2, 4 și 8%, obținând reduceri ale colesterolului din ou de 5, 7, 14, 28 și respectiv 23,57%, față de martor. Similar, *Angelovicova (1997)* a scăzut colesterolul din ou cu 7,28 și 6,83% prin includerea în nutreț a 5 și respectiv 10% amarantus (*Amaranthus hypochondriac*), ierburi care miros ca usturoiul. *Ramesh ș.a., (2009)* au realizat un studiu pentru a evalua efectul hipocolesteremic al preparatului din plante Abana™ și al pastei de usturoi asupra profilului lipidic și asupra performanțelor de producție la găinile ouătoare. Un total de 180 de găini ouătoare comerciale BV-300 în vârstă de 48 săptămâni au fost împărțite randomizat în 18 grupuri a câte 10 găini. S-au format, individual și în combinație, pe 3 perioade a câte 28 zile fiecare, 6 loturi experimentale cu rația suplimentată cu Abana™ cantitatea de 80 mg/kg GV și 120 mg/kg GV și pastă de usturoi în cantitate de 0,5%. Fiecare rație s-a administrat celor 3 grupuri de găini ouătoare crescute individual în cuști pentru o perioadă de 28 zile fiecare. Toate păsările au beneficiat de un management similar mai puțin rațiile. Consumul și sporul în greutate au fost înregistrate la fiecare 28 de zile. La sfârșitul fiecărei perioade a câte 28 de zile, serul și gălbenușul de ou au fost prelevate de la fiecare repetiție și analizate pentru HDL și LDL, VLDL și trigliceride în serum, iar în gălbenuș s-a analizat nivelul colesterolului. Rezultatele au indicat că nivelul de colesterol din gălbenușul de ou s-a redus, însă nesemnificativ. Cercetătorii au concluzionat că trebuie realizate cercetări viitoare cu nivele mai ridicate de includere ale Abana™ în comparație cu nivelele deja folosite în cadrul studiului prezentat, și care pot rezulta în reducerea colesterolului din gălbenușul de ou.

Și *Kanduri ș.a., (2013)* au folosit ca agent hipocolesteremic o sursă naturală, amestec din plante. Studiul s-a realizat pe un număr de 120 de găini ouătoare în vârstă de 40 de săptămâni împărțite în 4 grupuri cu 3 repetiții a câte 10 păsări per repetiție. Suplimentul din plante a fost administrat grupurilor experimentale II, III și IV, respectiv (AV/HLP/16) @ 1 kg, 1,5 kg și 2 kg per tonă rația de bază (*supplied by M/S Ayurvet Ltd., Baddi, India*), iar grupului I (de control) i-a fost administrată o rație de bază. Experimentul a fost condus pentru o perioadă de 12 săptămâni, începând cu săptămâna 40 până la săptămâna 52. Totuși furajarea rațiilor experimentale pentru grupurile II, III și IV s-a făcut de la săptămâna 40 până la săptămâna 45 (5 săptămâni). Apoi, până la sfârșitul experimentului toate cele 4 grupuri au fost furajate cu aceeași rație de bază. Nu s-au înregistrat pentru nici unul dintre grupuri diferențe semnificative în ceea ce privește sporul în greutate, consumul mediu zilnic, producția de ouă, conversia furajului, greutatea oului, greutatea gălbenușului de ou, indexul gălbenușului,

unitatea Haugh și conținutul în grăsime al gălbenușului. Rezultate semnificative au fost observate în ceea ce privește colesterolul total din ser (145,78, 123,37, 104,82 și 116,31mg/dl), trigliceridele din ser (2004,22, 1799,56, 1684,56 și 1670,44 mg/dl), colesterolul HDL din ser (97,45, 78,94, 79,65 și 77,69 mg/dl), colesterol LDL din ser (31,37, 24,03, 22,51 și 21,88 mg/dl), colesterolul din gălbenușul de ou (15,95, 12,80, 12,38 și 12,42 mg/g), colesterolul HDL din gălbenușul de ou (9,67, 7,94, 7,99 și 7,86 mg/g) și colesterolul LDL din gălbenușul de ou (5,71, 4,50, 4,26 și 4,43 mg/g) pentru grupurile experimentale I, II, III și, respectiv grupul IV. Grupurile experimentale (II, III și IV) suplimentate cu acest adaos hipocolesterolemic din plante au demonstrat o reducere a parametrilor colesterolului din ser și gălbenușul de ou.

Nudiens ș.a. (2005) au scăzut conținutul de colesterol din țesuturile musculare la pui și din ouăle găinilor prin conținutul ridicat de complex antioxidant natural conținut de aditivul furajer botanic utilizat în rația găinilor. Carotenoizii din aditivul botanic furajer, în special β -caroten, polifenoli, inclusiv usturoiul, au o puternică activitate antioxidantă. Ingredientele din aditivul furajer au conținut aproximativ 300 mg/kg carotenoizi. Carotenoizii au intensificat pigmentația gălbenușului de ou, i-au îmbunătățit conținutul în carotenoizi, și s-au comportat ca un complex antioxidant care a protejat PUFA împotriva oxidării. Antioxidanții naturali stabilizează acizii polinesaturați în organism, care mai departe influențează metabolismul colesterolului în organism. Deci substanțele bioactive din aditivul botanic furajer au influențat pozitiv metabolismul păsărilor, a redus sinteza de colesterol și nivelul acestuia în carne și ouă (în ouă cu până la 4.3%).

Akhtar ș.a. (2003) au introdus în rația găinilor semințe de *Nigella sativa*, care inhibă sinteza colesterolului și stimulează secreția acizilor biliari, ambele procese ducând la scăderea colesterolului din ouă. Tot semințe de *Nigella sativa* au utilizat și *El Bagir ș.a. (2006)* pentru reducerea colesterolului din gălbenuș și din ser. Se poate spune că scăderea colesterolului din gălbenuș este precedată de scăderea colesterolului seric, care este precursorul colesterolului din gălbenuș.

Flavonoidele din uleiul de bergamotă au fost folosite de *Bölükbaşı ș.a. (2010)* pentru efectul lor hipocolestemic.

Prof. Dr. S.K. Taneja, din cadrul Departamentului de Zoologie al Universității Punjab a creat (2015) ouăle “smart”, cu conținut scăzut în colesterol; rezultatele sunt prezentate în tabelul 3.6.

Aceste ouă au cu 30% mai puțin colesterol și cu peste 300% mai multă vitamina E, dublându-se cantitatea de acizi grași “Omega 3”. Studiile au fost întreprinse pe găini ouătoare White Leghorn în vârstă de 53-58 de săptămâni cu producție de ouă design, au fost furajate *ad libitum* cu sau fără 2g/kg Spirulina, 2g/kg frunze de *Thulasi* (busuioc) sau în combinație, pe lângă un grup control. Astfel, cele 4 rații ale producției de ouă au conținut 10% semințe de in, 10% grăsime din pește sardina cu 22% ulei și 200 mg vitamina E /kg rație. Ouăle au fost recoltate începând

cu săptămâna a -4 a pentru estimarea profilului lipidic. În cea de-a 6 săptămână, mostrele de sânge au fost colectate pentru estimarea profilului lipidic din ser.

Tabelul 3.6/ Table 3.6

Rezultatele studiului întreprins de Taneja (2015)

The results of Taneja's study

Caracteristici	Nutreț găini ouătoare lotul martor	Nutreț ouă design	Nutreț ouă design + Spirulina (S)	Nutreț ouă design + Thulasi (T)	Nutreț ouă design + S+T
Culoarea gălbenușului conform Roche *	8.0 ^a	9.2 ^b	11.8 ^b	10.6 ^c	12.4 ^d
Pigmenții carotenoizi din ou (μg/g) **	24.5 ^a	36.8 ^b	56.1 ^c	44.8 ^b	65.0 ^c
Colesterolul din gălbenuș (mg/g) *	12.9 ^a	11.4 ^b	9.9 ^c	9.5 ^c	9.1 ^c
Acizii grași din gălbenuș: C16:0 **	27.5 ^a	20.1 ^b	19.8 ^b	19.6 ^b	19.2 ^b
C18:0 ^{NS}	7.6 ^a	7.9 ^a	7.2 ^a	7.3 ^a	7.0 ^a
C16:1 ^{NS}	3.6 ^a	1.9 ^b	1.2 ^b	1.4 ^a	1.1 ^b
C18:1 ^{NS}	44.3 ^a	43.2 ^a	42.8 ^a	42.4 ^a	41.6 ^a
C18:2 *	15.7 ^a	14.1 ^{ab}	13.8 ^a	13.4 ^b	13.0 ^b
C18:3 **	0.16 ^a	15.9 ^b	6.1 ^b	5.7 ^b	6.2 ^b
C20:5 **	0.06 ^a	0.58 ^b	0.61 ^b	0.60 ^b	0.63 ^b
C22:6 **	0.17 ^a	4.60 ^b	5.1 ^b	5.1 ^b	5.3 ^b
Vitamina E din gălbenuș (μg/g yolk) **	82.8 ^a	290.5 ^b	301.2 ^b	292.4 ^b	303.3 ^b
Total C **	177.4 ^a	164.7 ^b	145.2 ^c	140.0 ^c	130.9 ^c
VLDL C **	115.9 ^a	97.5 ^b	76.9 ^c	69.5 ^c	61.7 ^c
LCL C **	30.4 ^a	24.8 ^b	20.5 ^b	21.0 ^b	19.0 ^b
HDL C **	31.1 ^a	42.4 ^b	47.8 ^b	49.5 ^b	50.2 ^b
Trigliceridele **	840.9 ^a	760.2 ^b	718.7 ^c	720.1 ^c	708.2 ^c

NS – Non-significant; * (P<0.05); ** (P<0.01).

IJBPA, May, 2013, 2(5): 1199-1202 ISSN: 2277-4998

1199, IJBPA, May, 2013, 2(5) International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences

- utilizarea microelementelor. *Pesti ș.a. (1998)* au obținut o reducere cu 20% și respectiv 28% a conținutului de colesterol din gălbenușul ouălor găinilor White Leghorn (cu vârsta de 30-39 săptămâni) atunci când s-a suplimentat rația cu 0,125 ori 250 mg Cu/ kg rație (din CuSO₄ x 7H₂O). *Balevi și Caskun (2004)* au obținut de asemenea o scădere semnificativă (p<0,05) a colesterolului din ou în cazul utilizării a 150 mg Cu/kg furaj. O explicație a acestor rezultate este că acest element mineral afectează structura unor lipide din organismul găinilor, 17 β-estradiolul și enzimele lipogenice din ficat.

Și cromul a fost luat în studiu ca agent hipocolestemic (*Sahin ș.a., 2004*), inclusiv în nutriția umană; problema care se pune este aceea a formei în care se adaugă cromul în rație. *Lien ș.a. (2004)* au aplicat în hrana găinilor o rație pe bază de porumb și soia, suplimentată cu 0, 200, 400 sau 800 ppb crom organic

(picolinat). Autorii au raportat o reducere de 39% a colesterolului seric în cazul suplimentării cu 800 ppb crom. Față de martor, gălbenușurile din grupurile experimentale au conținut cu 14,29 și respectiv 34% mai puțin colesterol.

Uyanik ș.a., (2002) au investigat efectele cromului (Cr) asupra producției de ouă, calității ouălor, a nivelului de colesterol din gălbenușul de ou și asupra unor parametri selectați din ser. Un număr de găini de 60 linia Hyline White 77, în vârstă de 16 săptămâni au fost împărțite randomizat în 2 grupuri a câte 30 de găini fiecare, și cărora li s-a administrat fie rație de bază, fie rația de bază suplimentată cu 20 ppm Cr ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Mostrele de sânge și ouă au fost recoltate la intervale lunare după ce în prealabil producția de ouă a atins nivelul maxim. Serurile au fost analizate pentru crom, calciu, fosfor anorganic, magneziu, trigliceride și colesterol total. Suplimentarea cu crom a determinat o reducere a consumului de furaj cu 1,88% și o îmbunătățire a eficienței utilizării furajului.

Cromul nu a avut nici un efect asupra greutatei vii, asupra mediei generale a producției de ouă, greutatea oului, indexului forme, grosimii cojii oului și asupra unității Haugh, însă a crescut rezistența la spargere a cojii oului, valorile indexului gălbenușului și albușului de ou. Cromul suplimentar nu a avut nici un efect asupra fosforului din ser, în vreme ce, la primele mostre s-a observat o creștere a concentrațiilor de calciu și magneziu. Concentrațiile de colesterol total din ser au scăzut ușor, în timp ce nivelurile trigliceridelor au scăzut semnificativ. Reduceri semnificative au fost observate în conținutul în colesterol al gălbenușului la grupul suplimentat cu crom între săptămânile 36-40 ($p < 0.001$). Rezultatele experimentului au indicat că suplimentarea cu crom în rația găinilor ouătoare poate avea valoare practică datorită reducerii ușoare a consumului de nutrețuri, concomitent cu îmbunătățirea eficienței utilizării furajului și reducerea conținutului de colesterol fără înregistrarea vreunui efect advers asupra calității oului.

- folosirea uleiurilor și a plantelor bogate în acizi mononesaturați și polinesaturați au fost folosiți de multe echipe de cercetători pentru capacitatea lor de a scădea colesterolul din ouă. Rezultatele sunt însă contradictorii. *Çelik ș.a., (2011)* au realizat un studiu pentru a evalua dacă uleiul din semințe de dovleac influențează performanțele găinilor ouătoare, calitatea oului, conținutul de colesterol și compoziția în acizi grași a gălbenușului de ou la găinile ouătoare Brown. În acest sens, un număr de 72 de găini ouătoare Brown, în vârstă de 28 săptămâni, au fost împărțite în 4 grupuri egale ($n=18$) cu o medie a greutatei similare, cărora li s-a administrat în rația de bază, doze de ulei din semințe de dovleac (0, 10, 20 or 40 g/kg) pentru o perioadă de 6 săptămâni. Performanțele găinilor ouătoare au fost evaluate prin cântărirea inițială și finală a greutateilor, sporurile în greutate, consumul de furaj și eficiența conversiei furajului, greutatea oului, producția zilnică de ouă, caracteristicile oului, glucoza din plasmă, concentrațiile de colesterol și trigliceride, precum și conținutul de colesterol din ou și compoziția în acizi grași. Includerea de ulei din semințe de dovleac nu a

influențat semnificativ performanțele de creștere, performanțele producției de ouă și calitatea oului chiar dacă numărul și greutatea ouălor precum și grosimea și greutatea cojii oului au avut tendința să scadă ușor. În timp ce concentrațiile trigliceridelor din plasmă au fost asemănătoare pentru cele 4 loturi, colesterolemia a tins să scadă în funcție cu doza adăugată în fiecare rație, iar glicemia a scăzut semnificativ în rațiile suplimentate ($P < 0.05$). În paralel, conținutul de colesterol din gălbenușul de ou a fost semnificativ mai redus la păsările care au primit ulei din semințe de dovleac, iar compoziția în acizi grași din gălbenușul de ou a fost semnificativ modificată, printr-o creștere însemnată a acizilor nesaturați, în mod deosebit acizii linolenic și oleic, indiferent de rata de includere. Aceste rezultate arată că uleiul din semințe de dovleac poate fi inclus în rații fără modificarea semnificativă a performanțelor de creștere și a producției de ouă în vederea producerii de ouă îmbogățite în acizi nesaturați și cu conținut redus în colesterol

Faitarone ș.a., (2013) au întreprins un experiment care a avut ca scop evaluarea efectelor suplimentării cu diferite uleiuri vegetale la diferite niveluri a rațiilor găinilor ouătoare asupra nivelurilor colesterolului din ou și asupra compoziției nutriționale a acestuia (proteine, lipide și cenușă) pe o perioadă de 112 zile. Păsările au fost împărțite conform unui model experimental randomizat cu 10 loturi experimentale (T1 – control; T2 – includere de 2,5% ulei de rapiță; T3 – includere de 2,5% ulei de canola; T4- 2,5% ulei de soia; T5- includere de 5% ulei de rapiță; T6- includere de 5% de ulei canola; T7 – 5% includere de ulei de soia; T8- includere de 2,5% ulei de rapiță+ 2,5%ulei de soia; T9- includere de 2,5% ulei de canola+ 2,5% includere ulei de soia; T10 – includere de 2,5% de ulei rapiță +2,5% ulei canola), cu 6 repetiții a câte 8 păsări, în total 840 de păsări. Nivelurile de colesterol din gălbenuș și compoziția nutrițională au fost determinate la 20, 60, 112 zile. Datele obținute pe parcursul perioadei experimentale au fost supuse analizelor de varianță. Gălbenușurile ouălor provenite de la găinile furajate cu uleiuri au înregistrat niveluri scăzute ale colesterolului la doar 20 de zile după introducerea în rațiile experimentale. În zilele 60 și 112 , nivelurile colesterolului au fost mai ridicate. S-a concluzionat că suplimentarea rațiilor găinilor ouătoare cu uleiuri bogate în acizi grași polinesaturați nu modifică compoziția nutrițională a gălbenușurilor de ou. Suplimentarea rațiilor cu uleiuri bogate în acizi grași polinesaturați nu reduce conținutul de colesterol din gălbenuș.

Ouăle sunt alimente funcționale în măsura în care cuprind nutrienți care pot oferi un beneficiu de sănătate dincolo de substanțele nutritive tradiționale conținute de acesta. Spre exemplu, **îmbogățirea oului în luteină** îl clasifică în categoria alimentelor funcționale iar colorarea gălbenușului aduce un plus și sub aspect comercial. Carotenoizii au fost intens studiați pentru numeroasele efecte pe care le au în multe arii ale sănătății omului, existând ample cercetări în vederea determinării potențialelor beneficii pentru sănătate asociate cu consumul lor. Principalele efecte benefice ale acestora se manifestă în afecțiunile ochiului,

funcția imună, afecțiunile cardiovasculare și cancer. Efectul cel mai puternic demonstrat din punct de vedere științific, este cel asupra afecțiunilor oculare.

Degenerescenta maculară (DM) este cauzată de degradarea oxidativă și de procesele radicale care au loc în segmentele exterioare și în epiteliul pigmentar retinian. În cazul acestei afecțiuni, posibilitatea luteinei și zeaxantinei de a se comporta ca antioxidanți este de mare interes. Capacitatea acestora de a filtra lumina reprezintă de fapt o funcție antioxidantă pasivă (*Krinsky ș.a., 2002*). Astfel se reduce rata de generare a radicalilor prin lumina ultravioletă, și de asemenea șansele radicalilor peroxil de a induce reacțiile oxidative în lanț. Aceasta funcție a pigmentilor din maculă a fost prima dată evidențiată de *Kirschfeld (1982)*.

Landrum și Bone (2001) au demonstrat că aportul de luteină și zeaxantină în America de Nord este mai mic de 1 mg/zi, ceea ce reprezintă un nivel mult mai mic decât cel preventiv care a fost propus pentru acești nutrienți de către *Grando ș.a., (2003)*. Nivelul de luteină din dieta omului, necesar pentru prevenirea degenerescentei maculare, nu a fost bine definit, recomandările fiind în intervalul 10-20 mg/zi (*Leeson și Caston, 2004*). Pe de altă parte, cercetările lui *Grando ș.a., (2003)* arată că nu există efecte toxice ale luteinei. Ei au efectuat un studiu pe șoareci care au primit, prin hrană, până la 400 mg luteină/kg fără a fi detectate reacții adverse. Mai multe echipe de cercetători au demonstrat că riscul pentru această degenerescentă maculară este invers proporțional cu concentrațiile de luteină din dietă, ser și macula (*Seddon ș.a., 1994; Beatty ș.a., 2007*). Luteina în special, a fost ținta a numeroase studii care vizau protejarea împotriva cataractei și a degenerescentei maculare relaționată cu vârsta (*Greene ș.a., 2006; Olmedilla ș.a., 2003; Krinsky ș.a., 2002; Moeller ș.a., 2000; Snodderly, 1995*).

Pentru un aport suplimentar de xantofile în dietă, primele recomandări ale medicilor s-au îndreptat spre legume și fructe. Carotenoizii, deci implicit xantofilele sunt printre principalii nutrienți întâlniți în fructe și legume. Dar și gălbenușul de ou este o sursă de luteină, deși conținutul în aceasta este mult mai mic față de spanac, de exemplu (*Surai ș.a., 2000*). În studiul lui *Surai ș.a., (2000)*, folosirea de ouă îmbogățite în luteină a dus la dublarea concentrației de luteină din plasmă în cazul unui consum de ouă cu o concentrație de luteină în gălbenuș de 15 ori mai mare față de ouăle obișnuite. *Greene ș.a.(2006)* au arătat că o creștere a luteinei și zeaxantinei din plasmă, în urma consumului de ouă, face ca oul să fie o sursă valoroasă de carotenoizi funcționali în dieta omului. *Goodrow ș.a.(2006)* au investigat efectul consumului unui ou/zi timp de 5 săptămâni, asupra concentrațiilor de luteină, zeaxantină, lipide și colesterol, la indivizi cu vârsta mai mare de 60 de ani. Concentrațiile din ser de luteină și zeaxantină au crescut la finalul celor 5 săptămâni cu 26 și respectiv 38% față de concentrațiile inițiale, fără să existe vreo influență asupra concentrațiilor de colesterol și trigliceride.

Chung ș.a.(2004) au studiat biodisponibilitatea luteinei din mai multe surse – spanac, ou și suplimente. Ei au constatat că deși oul convențional nu este considerat o

sursă bogată de luteină, biodisponibilitatea acesteia din ou este foarte mare, afirmație confirmată și de alți cercetători (*Surai ș.a., 2000 ; Handelman ș.a., 1999*). Mai mult, luteina din gălbenușul de ou în cazul studiilor în vivo este de trei ori mai mare decât cea din spanac (*Chung ș.a., 2004*). Întrucât gălbenușul oului este alcătuit dintr-o matrice complexă de lipide și proteine, aceasta demonstrează că luteina dizolvată într-o matrice lipidică este mult mai ușor încorporată în micelle în timpul digestiei decât luteina în formă cristalină sau conținută în cromoplaști (*Read, 2011*).

Ouăle conțin în mod normal 0,3 – 0,5mg xantofile totale, cu doar puțin peste jumătate sub forma de luteină (*Steinberg ș.a., 2000*). Precum în cazul grăsimii și a compușilor liposolubili, compoziția oului este sensibilă la manipularea unor asemenea compuși în dieta găinilor. Există puține informații în privința eficienței transportului diferitelor xantofile în ou și a factorilor care influențează această depunere. *Grashorn și Steinberg (2002)* au arătat o conversie de 40% a cantaxantinei suplimentate în ou, însă eficiența transferului luteinei a fost de aproximativ 10% și a scăzut cu creșterea nivelurilor de suplimentare.

În România sunt comercializați diferiți aditivi (coloranți), de natură sintetică, bogați în carotenoizi. Acești aditivi furajeri se adaugă în hrana găinilor prin premixul vitaminic pentru a obține colorarea mai intensă a gălbenușului ouălor. Există însăși alternativa folosirii plantelor ca surse de carotenoizi în furajele găinilor ouătoare. Aceasta este calea naturală de a obține pentru gălbenușul de ou atât o colorație plăcută ochiului consumatorilor cât și o îmbogățire în carotenoizi. Acest tip de plante, care de obicei au și capacități antioxidante, îmbunătățesc utilizarea furajelor și au efecte favorabile asupra păsărilor pentru că:

- influențează gustul și aroma hranei,
- conțin numeroase componente bioactive,
- potențează dezvoltarea organismului animal.

Pe plan internațional, în deceniul trecut s-au intensificat experimentele în cadrul cărora au fost studiate diferite surse de xantofile adăugate în hrana găinilor ouătoare pentru a determina creșterea concentrației de luteină în gălbenușul de ou.

Am identificat un singur brevet referitor la ouăle îmbogățite în luteină. Acest brevet a fost obținut de *Kaw ș.a.* (SUA, 2010, nr. 7758884 B2). Carotenoidul din formula nutrițională a fost extras din gălbenele. Ouăle produse prin suplimentarea rației cu această formulă au avut un exces de carotenoid de 0.8 mg carotenoid/ 100 g probă, fiind o importantă sursă de carotenoizi din dieta omului. Această formulă crește biodisponibilitatea luteinei din sistemele biologice ale păsării, ducând la o depunere mai mare a luteinei în sânge și ouă. În România nu exista un brevet privind obținerea de ouă îmbogățite în carotenoizi.

Prin folosirea unor materii vegetale locale ca surse de nutrienți benefici pentru găini și în consecință pentru alimentele obținute de la ele, este susținută creșterea competitivității produselor alimentare românești, segment strategic al economiei, pe piața europeană în condițiile unei lumi care se află într-o permanentă

preocupare pentru calitatea vieții, indiferent de vârstă. Principalul efect urmărit este de a obține ouă cu gălbenușul îmbogățit în xantofile. În plus, prezența unui surplus de xantofile în gălbenuș va aduce și o nuanță mai intensă a culorii gălbenușului de ou. Culoarea gălbenușului este parametrul cel mai important pentru consumatori de ouă. Carotenoizii determină substanțial culoarea gălbenușului și, mai mult, acționează ca antioxidanți și imunostimulatori. Intensitatea culorii gălbenușului este asociată cu beneficiile pentru sănătate, este corelată cu nivelul de xantofile care cuprind în principal luteina și zeaxantina. Consumatorii răspund la sfaturile oferite de dieteticieni și specialiști în medicina vasculară oculară de a crește aportul acestor pigmenți în dietele lor. Studii efectuate în institute de cercetare a sănătății au demonstrat că consumul unui ou în fiecare zi de către un grup de voluntari a crescut sensibil densitatea pigmentului în maculă, fără a crește colesterolul seric.

Egg Nutrition Center (ENC) din SUA, a sponsorizat cercetări (2010) care au condus la descoperiri importante legate de ouă ca surse alimentare de luteină și colină. Justificarea alocării de fonduri pentru aceste cercetări au fost legate de faptul că luteina este importantă în protejarea împotriva degenerescenței maculei, și colina în timpul sarcinii și copilăriei.

Consumatorii recunosc că, chiar și la preturi mai mari de vânzare cu amănuntul, ouăle rămân de o mare valoare. Aceasta înseamnă că cererea de ouă este inelastică, adică nu se schimbă substanțial cantitatea cerută atunci când apar modificări de preț.

PARTEA II : CERCETĂRI PROPRII

PART II : PERSONAL RESEARCH

CAPITOLUL 4. SCOPUL ȘI ORGANIZAREA CERCETĂRILOR, MATERIALE ȘI METODE DE LUCRU

CHAPTER 4 PURPOSE AND ORGANIZATION OF RESEARCH, MATERIALS AND METHODS

4.1 Scopul și obiectivele cercetărilor

Într-o lume în care interesul pentru o alimentație sănătoasă cu produse cât mai naturale este tot mai pregnant, prezența și rolul oului în coșul zilnic constituie o provocare plină de oportunități, dar care reclamă anumite schimbări în domeniul producției de ouă. Manipularea nutrițională impune identificarea materiilor prime care asigure eficiența utilizării (biodisponibilitatea) nutrienților vizati a ajunge în ou și, de asemenea stabilirea nivelului includeri acestor materii prime furajere în rație.

Aceste schimbări sunt impuse de preferințele consumatorilor, bazate pe recomandările medicilor, spre alimente benefice pentru sănătate, cu risc redus de îmbolnăvire, eficiente nutrițional - considerate alimente funcționale.

Prezenta lucrare, intitulată *„Soluții nutriționale inovative pentru obținerea de ouă cu caracter de aliment funcțional”*, abordează atât posibilitățile de obținere a ouă îmbogățite în diverși nutrienți și condițiile inclusiv de eficiența productivă și economică de producere a acestui tip de ouă, cât și cuantificarea rezultatelor obținute prin aplicarea unor metode de analiză specifice efectuate pe ou ca și produs finit dar și în ceea ce privește evaluarea influenței consumului acestor ouă asupra stării de sănătate a consumatorilor, respectiv utilitatea consumului acestui nou tip de ou cu caracteristici de aliment funcțional.

Cerințele consumatorilor pentru produse alimentare de calitate superioară au fost reînnoite, consumatorul modern percepe noțiunea de calitate prin prisma îmbunătățirii proprietăților deja deținute de produse, în cazul nostru de ouă, implicit de proteină de înaltă calitate. De ce calitate? Deoarece când vorbim de calitatea ouălor de consum ne gândim la caracterul complex al noțiunii, care este dat de multitudinea grupelor de caracteristici tehnice și tehnologice, psihosenzoriale, sanitare, estetice, nutriționale, economice care trebuie avute în vedere pentru atribuirea acestui calificativ (*Pop Cecilia, 2013*).

În acest timp, s-au pus în aplicare numeroase studii care implică reducerea conținutului de colesterol, îmbunătățirea ouălor cu surse naturale de antioxidanți și de utilizare a acestora nu doar ca o sursă de hrană ieftină, ci ca o sursă alternativă de aliment cu funcționalitate. De aceea, s-a considerat indispensabilă abordarea modificării profilului acizilor grași din acest produs alimentar, în vederea ridicării

valorii sale nutritive, care mai apoi să satisfacă cerințele în creștere ale consumatorilor.

În perioada actuală, când pe plan național și internațional se pune un accent deosebit pe valorificarea superioară a plantelor de cultură și a celor din flora spontană, a resurselor naturale în general, în funcție de compoziția lor chimică, cunoașterea substanțelor biologic active se impune ca o prioritate pentru cei ce vor să producă alimente cu caracter funcțional. Numai prin cunoașterea compoziției chimice a plantelor, a mecanismelor biochimice ce stau la baza fenomenelor biologice se vor putea obține, nutrețuri pentru hrana păsărilor, cu conținut ridicat în substanțe biologic active, care măresc valoarea biologică a gălbenușului de ou prin aportul ridicat de luteină și zeaxantină. Ouăle reprezintă un model aproape perfect de transfer nutrițional, profilul de acizi grași din gălbenuș fiind strâns legat de profilul acestora în hrana găinilor.

Astfel obiectivele cercetărilor au avut în vedere următoarele aspecte:

- formularea și caracterizarea chimică și nutrițională a unor aditivi furajeri specifici utilizați ca factori experimentali;
- formularea și caracterizarea chimică și nutrițională a unor rețete de nutreț combinat propuse a fi utilizate în serii de experimente;
- aprecierea influenței factorilor experimentali asupra performanțelor zootehnice a păsărilor (greutatea corporală, producția numerică de ouă, intensitatea de ouat, consumul de apă și consumul de nutrețuri);
- aprecierea influenței factorilor experimentali asupra calității ouălor (pe baza unor indicatori fizici și chimici);
- evaluarea impactul consumului de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați asupra sănătății omului;
- aprecierea unor aspectelor economice determinate de utilizarea factorilor experimentali studiați în hrana găinilor ouătoare pentru obținerea de ouă cu caracter de aliment funcțional.

Pentru atingerea obiectivelor propuse, cercetările proprii au fost organizate pe trei serii de experimente (notate convențional A, B și C), fiecare incluzând mai multe experimente distincte, cu etape și obiective specifice, așa cum se poate observa din planul general de organizare a cercetării prezentat în figura 4.1 și din schemele de organizare a fiecărei serii experimentale (figurile 4.2-4.4);

SOLUȚII NUTRIȚIONALE INOVATIVE PENTRU OBTINEREA DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL

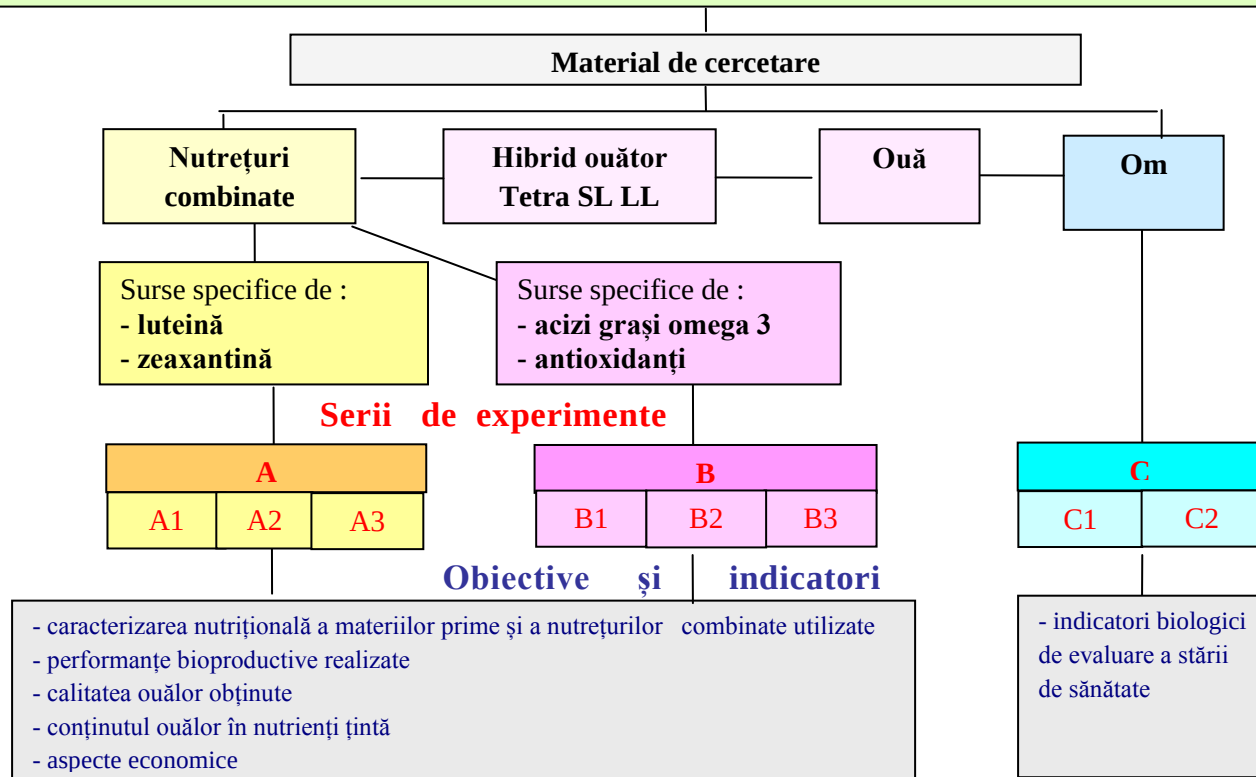


Figura 4.1. Planul general experimental
Figure 4.1. General experimental plan

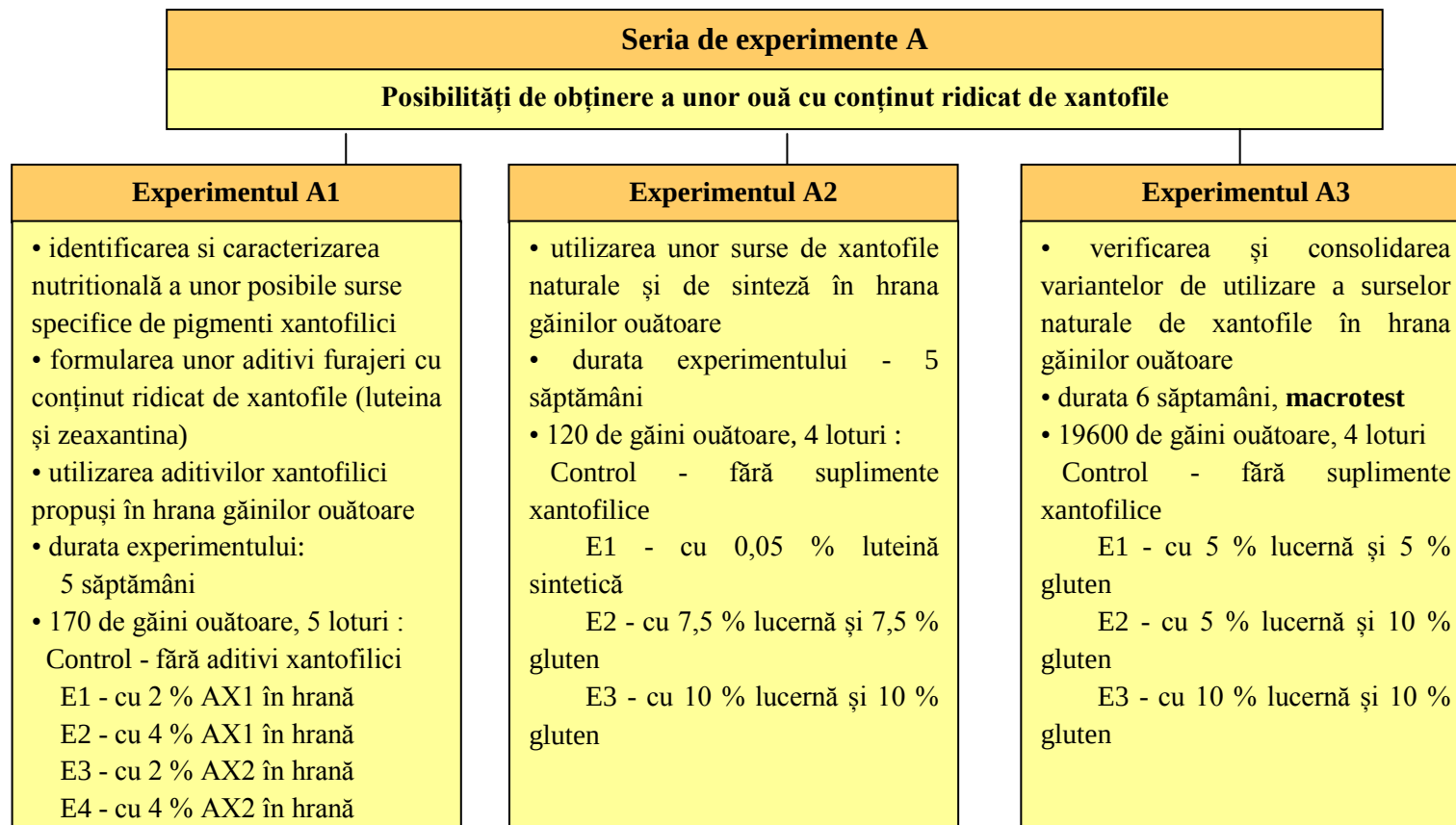


Figura 4.2 Planul seriei de experimente A
Figure 4.2 Plan of the Experimental Series A

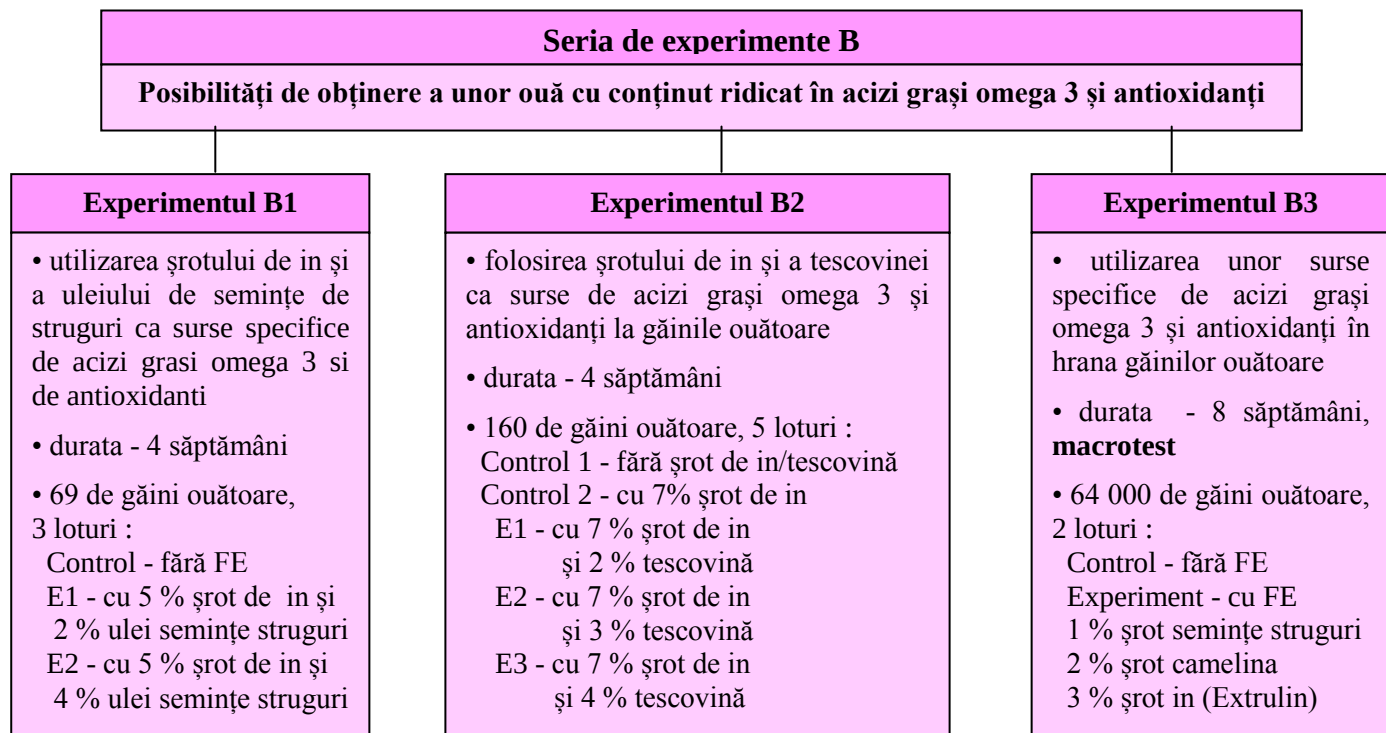


Figura 4.3 Planul seriei de experimente B
Figure 4.3 Plan of the Experimental Series B

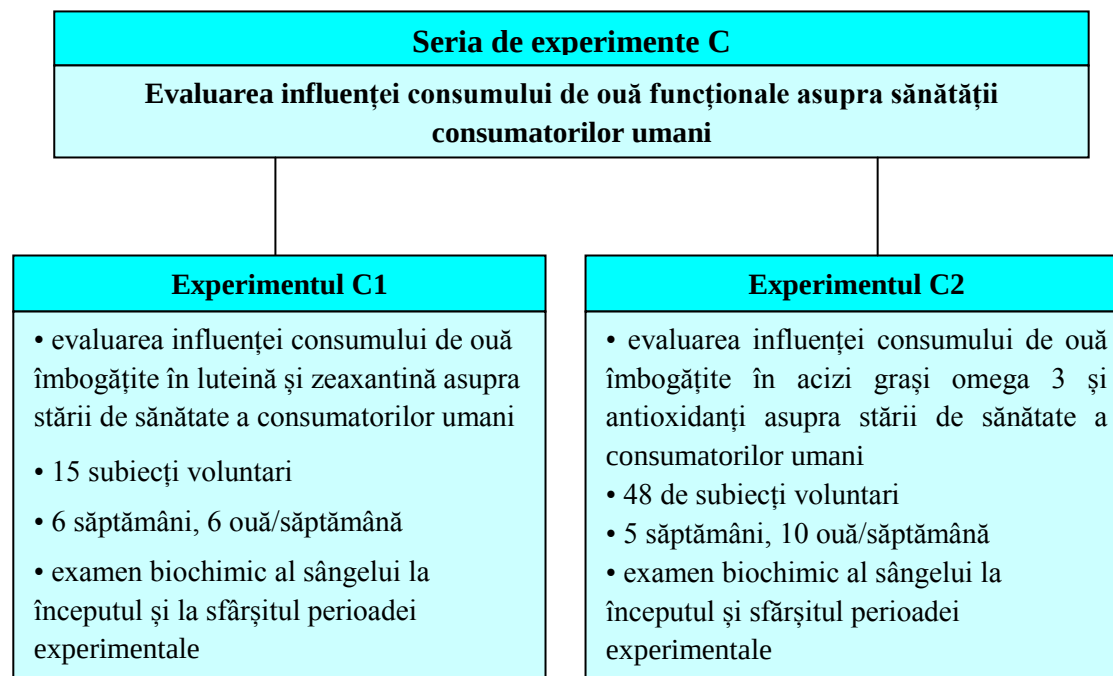


Figura 4.4 Planul seriei de experimente C
Figure 4.4 Plan of the Experimental Series C

4.2 Cadrul organizatoric

Realizarea obiectivelor propuse pentru prezenta lucrare a fost posibilă datorită cercetărilor desfășurate în mai multe locații și anume: SC. Avicola Lumina SA - unitate specializată în exploatarea găinilor ouătoare, laboratoarele de cercetare ale USAMV Iași (Laboratorul pentru Controlul Calității Nutrețurilor și Procesarea producțiilor animale din cadrul Facultății de Zootehnie), Laboratorul de Fiziologie animală din cadrul IBNA Balotești și Laboratoarele Institutului Național de Endocrinologie C.I.Parhon, București.

SC. Avicola Lumina SA are ca și activitate de bază a societății producția de ouă pentru consum, în cele 18 hale de găini ouătoare dispuse pe o suprafață de 20 de hectare, modernizate în 2012, prin investiții importante, pentru a răspunde exigențelor Uniunii Europene privind spațiul de mișcare și gradul de libertate al fiecărei păsări. Capacitatea de producție a ouălor pentru consum a urcat la 75 de milioane pe an, iar sortarea și ambalarea acestora se face la o capacitate de 45.000 de ouă pe oră, cu cea mai nouă generație de echipamente. Pe lângă obiectivul principal de activitate, societatea își produce nutrețurile necesare pentru păsări, hrana acestora fiind asigurată integral de către societate după un rețetar propriu. SC. Avicola Lumina SA face și distribuție de produse din carne și preparate din carne de pasăre produse de Grupul de Firme Agricolă Internațional Bacău și ouă prin magazinul propriu din incinta societății și nu numai (fig.4.5).



Figura 4.5. Avicola Lumina Constanța (original)

Figure 4.5. Avicola Lumina Constanța

La intrarea în fermă cât și la intrările în fiecare hală sunt amplasate zone tampon.

Furajarea găinilor se face automat cu distribuitoare pe lanț, ce transportă nutrețurile din buncăr pe linia de furajare.

Fiecare hală este dotată cu instalație controlată electronic pentru măsurarea temperaturii, umidității, pornire a sistemului de ventilație, cât și de monitorizarea noxelor. Adăparea se face cu adăpători cu picurător, ce permite consumul de apă la

discreție. Colectarea ouălor se face pe banda colectoare, de unde sunt transportate în camera de colectare, ulterior fiind preluate de stația de sortare.

La SC. AVICOLA LUMINA SA, fluxul tehnologic presupune creșterea puilor de o zi până la vârsta de 16 săptămâni în halele pentru tineret de înlocuire, de la 16 la 19 săptămâni este o perioadă de acomodare, de la 19 săptămâni fiind transferate în hale până la vârsta de 75-80 de săptămâni.

În prezent, societatea este singurul producător de ouă la scară "industrială" din județul Constanța, cu o producție de 200.000 buc/zi prioritare.



Figura 4.6. Incinta Avicola Lumina Constanța (original)

Figure 4.6. View from Avicola Lumina Constanța



Figura 4.7. Stație de sortare ambalare ouă (original)

Figure 4.7. Packing and sorting egg station



Figura 4.8. Sisteme de creștere și exploatare ale găinilor ouătoare (original)

Figure 4.8. Breeding and rearing systems for laying hens

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” Iași, instituție de învățământ superior acreditată, ce supervizează 4 facultăți de specialitate, cu departamente și laboratoare de cercetare în domeniul agricol, ce deține rol important în formarea specialiștilor din domeniul agriculturii și nu numai.

Misiunea USAMV din Iași vizează ca printr-un învățământ superior modern, de calitate, și prin cercetarea științifică performantă, să formeze specialiști cu un înalt grad de calificare și cu competențe corespunzătoare Cadrului Național al Calificărilor și exigențelor pieței forței de muncă din domeniile de studiu: Agronomie, Biologie, Horticultură, Ingineria mediului, Inginerie și Management în Agricultură și Dezvoltare Rurală, Ingineria Produselor Alimentare, Medicină Veterinară și Zootehnie, astfel încât să contribuie la dezvoltarea bazată pe cunoaștere a economiei românești și, în special, a agriculturii susținând astfel competitivitatea profesională.



Figura 4.9 Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași (original)
Figure 4.9. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iași

Facultatea de Zootehnie din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” are ca obiectiv fundamental formarea de specialiști în creșterea animalelor, nutriția și alimentația acestora procesarea și controlul producțiilor obținute de la acestea, prin studii de licență, masterat și doctorat (fig.4.10).



Figura 4.10. Facultatea de Zootehnie Iași (original)
Figure 4.10. Faculty of Animal Husbandry Iași



Figura 4.11. Laboratorul de Control al Calității Nutrețurilor (original)
Figure 4.11. Food Quality Control Laboratory

I.B.N.A. București

Înființat în anul 1970, ca Institut de Cercetare pentru Nutriția Animală (I.C.N.A.), prin preluarea activităților de la Institutul de Cercetări pentru Zootehnie, a cărui activitate a început în 1927, a fost reorganizat apoi, sub denumirea de Institutul de Biologie și Nutriție Animală (I.B.N.A.), în subordinea Ministerului Agriculturii și ASAS, în anul 1981. Din anul 2002 și 2006 a fost reorganizat ca institut național, cu denumirea Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Biologia și Nutriția Animalelor (I.N.C.D.B.N.A.), în coordonarea ASAS (HG 1882/2005). Ca și obiective de activitate ale institutului sunt cercetarea științifică, dezvoltare tehnologică și inovarea în nutriție și fiziologie animală, tehnologia de producere a nutrețurilor și biologie animală (fig.4.12).



Figura 4 12 .I.B.N.A. București (original)
Figure 4 12. I.B.N.A. București

Institutul National de Endocrinologie C. I. Parhon

Instituție de interes public național, cu personalitate juridică, în administrarea și subordinea Ministerului Sănătății, este singurul institut cu monospecialitate în endocrinologie din țară.

Misiunea institutului este aceea de îndrumare și promovare a studiilor și cercetărilor teoretice și experimentale în domeniul endocrinologiei aplicate în toate ramurile biologice și sociale. La peste cinci decenii de la înființare, institutul își păstrează spiritul novator și eficiența, și se poate afirma că, prin activitatea sa, institutul își continuă tradiția și consolidează prezentul și viitorul (fig.4.13).



Figura 4.13. Institutul National de Endocrinologie C. I. Parhon

Figure 4.13. National Institute of Endocrinology C. I. Parhon

(<https://www.institutiimedicale.ro/spital/institutul-endocrinologie-parhon-bucuresti>)

4.3 Materialul de cercetare

Pe parcursul cercetărilor acestei teze de doctorat, au fost determinați o serie de indicatori atât cu referire la calitatea nutrețului administrat, a aditivilor utilizați, a performanțelor zootehnice ale găinilor ouătoare, a calității ouălor acestora, precum și beneficiile aduse sănătății omului de consumul acestor ouă.

Materialul de cercetare a fost reprezentat de: hibrizi ouători de tip Tetra SL LL care sunt înzestrați cu o toleranță față de condițiile climatice, o viabilitate bună atât în colivie, cât și în sistemele alternative. Datorită rezistenței biologice deosebite de care dispune, acest hibrid ouător își prelungește periodic perioada de producție a ouălor.

Hibridul Tetra SL LL poate fi exploatat până la vârsta de 90 de săptămâni (sau chiar mai mult), timp în care produce ouă de calitate internă și externă deosebită.



Figura 4.14. Hibrid ouător Tetra SL LL
Figure 4.14. Tetra SL LL hybrid
<http://www.babolnatetra.com/termekek>

Așa cum deja s-a arătat, pentru atingerea obiectivelor propuse, cercetările proprii au fost organizate pe trei serii de experimente (notate convențional A, B și C), fiecare incluzând mai multe experimente distincte (notate A1, A2, A3, respectiv B1, B2, B3 și C1, C2) cu etape și obiective specifice, așa cum s-a putut observa conform planului general de organizare a cercetării prezentat anterior în figura 4.1.

Astfel, **seria de experimente A** a fost dedicată cercetărilor referitoare la diferite posibilități de obținere a unor ouă cu un conținut ridicat de pigmenți xantofili (luteina și zeaxantina) și evaluarea eficienței acestui proces. Această serie de experimente a inclus 3 experimente distincte, organizate specific - așa cum s-a prezentat în figura 4.2 - după cum urmează:

Experimentul A1

Acest experiment a avut ca obiectiv formularea și utilizarea în hrana găinilor ouătoare a unor aditivi xantofilici originali obținuți din surse naturale; aditivii au fost notați convențional AX1 și respectiv AX2 și au fost incluși în diferite proporții, cu evaluarea efectelor determinate asupra performanțelor productive și asupra calității ouălor obținute, îndeosebi conținutul acestora în luteina și zeaxantina.

Experimentul s-a desfășurat timp de 5 săptămâni pe 170 găini din rasa Tetra SL LL, în vârstă de 35 săptămâni. Păsările au fost cântărite individual, la începutul experimentului, fiind lotizate în funcție de greutate, în 5 loturi: un lot de control (C) și patru loturi experimentale (E1, E2, E3 și E4). Apa și nutrețul combinat au fost administrate ad libitum. Iluminatul halei s-a realizat conform ghidului de creștere al hibridului respectiv, după un program cu până la 16 ore lumină și cu asigurarea unui microclimat corespunzător, care s-a încadrat în limitele admise de ghidul hibridului Tetra (temperatura: $21.35 \pm 1.57^{\circ}\text{C}$ și umiditatea: $45.6 \pm 3.71\%$).

Experimentul A2

Experimentul a vizat posibilitățile de utilizare în hrana găinilor ouătoare a unor surse diferite de xantofile naturale și de sinteză, respectiv utilizarea unor proporții diferite de lucerna granulată și de gluten de porumb comparativ cu folosirea unei proporții de 0,05% luteina de sinteză, versus cazul lotului de control cu nutreț combinat convențional, fără a avea în structură unul din factorii experimentali menționați.

Experimentul a fost realizat pe un efectiv de 120 găini ouătoare, hibridul Tetra SL LL, pe o durată experimentală de 5 săptămâni (de la vârsta de 35 săptămâni a păsărilor). Efectivul luat în studiu a fost organizat în 4 loturi - un lot de control E1, A1, A2, A3 (20 găini/lot; 2 găini/cușcă) au fost cazate în cuști speciale care au permis înregistrarea zilnică a ingestiei și a resturilor de hrană. Apa și furajul au fost administrate ad libitum. Iluminatul incandescent al halei s-a realizat conform ghidului de creștere al hibridului respectiv, după un program cu până la 16 ore lumină. Parametrii de microclimat s-au încadrat în limitele admise de ghid, temperatura medie înregistrată fiind de 23.2 °C iar umiditatea medie de 65.7 %.

Experimentul A3

Experimentul a vizat verificarea și consolidarea variantelor de utilizare a unor surse naturale cu disponibilitate ridicată (lucernă granulată și glutenul de porumb) în diferite proporții în hrana găinilor ouătoare în relație cu performanțele productive și calitatea ouălor obținute, în condiții de **macrotest**.

Studiul experimental s-a realizat timp de 6 săptămâni pe un efectiv de 19600 găini ouătoare hibridul Tetra SL LL, în vârstă de 58 săptămâni. Acesta s-a realizat la nivel de hală industrială, păsările fiind crescute la sol, în condiții de microclimat controlat. Efectivul de găini a fost organizat în 4 loturi, respectiv un lot de control (C - fără includere de surse specifice de xantofile) și trei loturi experimentale (E1, E2 și E3 - cu diferite proporții de includere a surselor de xantofile menționate).

Seria B de experimente a avut ca obiectiv de bază testarea unor posibilități de obținere a unor ouă cu conținut ridicat de acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți, folosind diferite surse specifice pentru asigurarea acestor elemente nutriționale în hrana găinilor ouătoare; conform schemei de organizare a experimentelor prezentată în figura 4.3, au fost realizate trei experimente distincte, după cum urmează:

Experimentul B1

Experimentul a vizat utilizarea șrotului de în și a uleiului obținut din semințe de struguri ca surse de acizi grași omega 3 și de antioxidanți, în diferite proporții, în structura nutrețurilor combinate folosite în hrana găinilor ouătoare și evaluarea influenței asupra performanțelor de producție și a calității ouălor

obținute. Experimentul s-a derulat timp de 4 săptămâni pe un efectiv de 69 găini ouătoare aparținând hibridului Tetra SL LL, în vârstă de 67 săptămâni.

Păsările au fost cântărite individual, formându-se loturi omogene din punct de vedere al greutatei corporale. Au fost organizate 3 loturi, respectiv un lot de control (C) și două loturi experimentale (E1 și E2), fiecare lot fiind format din câte 23 găini având greutate corporală conforme celor specificate în ghidul de creștere al hibridului ouător menționat.

Păsările au fost întreținute în cuști speciale, structurate pe trei niveluri, 10 cuști/lot, care au permis înregistrarea zilnică a indicatorilor bioproductivi prin notarea zilnică a hranei consumate și a excretei, precum și a producției de ouă. Atât apa, cât și furajul au fost administrate ad libitum. Iluminatul s-a realizat conform ghidului de creștere al hibridului respectiv, după un program cu până la 16 ore lumină asigurându-se un microclimat corespunzător care s-a încadrat în limitele admise de ghidul hibridului Tetra SL LL.

Experimentul B2

Experimentul a vizat folosirea șrotului de în și a tescovinei ca surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți în hrana găinilor ouătoare.

Derularea experimentului s-a făcut timp de 4 săptămâni pe un efectiv de 160 hibridi ouători Tetra SL LL, în vârstă de 56 săptămâni.

Păsările au fost cântărite individual, formându-se loturi omogene din punct de vedere al greutatei corporale. Au fost formate 5 loturi experimentale (M1, M2, E1, E2 și E3), fiecare fiind format din câte 32 găini, păsările astfel lotizate, au fost cazate în cuști speciale de digestibilitate, care au permis înregistrarea zilnică a parametrilor zootehnici prin cuantificarea zilnică a ingestiei și a excretei, precum și a producției totale de ouă. Apa și furajul au fost administrate ad libitum. Iluminatul incandescent al halei s-a realizat conform ghidului de creștere al hibridului, după un program cu până la 16 ore lumină și un microclimat corespunzător care s-a încadrat în limitele admise de ghidul hibridului Tetra SL LL (temperatura medie fiind de 21.9 °C, iar umiditatea medie de 56.8 %).

Experimentul B3

Experimentul a urmărit posibilitatea utilizării ca surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți în hrana găinilor ouătoare a șrotului de semințe de struguri alături de șrotul de camelina și șrotul de în (sub forma produsului Extrulin) și s-a derulat timp de 8 săptămâni, în condiții de macrotest, pe un efectiv de 64.000 păsări în vârstă de 27 săptămâni, folosind hibridul ouător Tetra SL LL. Păsările au fost împărțite în 2 loturi: lotul martor (M) în hala 7 (32.000 găini/lot) respectiv lotul experimental (E) în hala 8 (32.000 găini/lot), cele două hale făcând parte din componența societății SC Avicola Lumina SA. Creșterea găinilor ouătoare în cadrul societății se face în cuști îmbunătățite tip EUROVENT 1500. Aceste cuști produse de firma Big Dutchman (Germania) sunt caracterizate prin dispunerea pe 2, 3, 4 nivele.

Suprafața fiecărei hale este de 2000 mp/hala, în interior, liniile fiind așezate pe câte 6 rânduri x 33 cuști fiecare x 2 nivele fiecare x 60 găini / cușcă.

De asemenea, cuștile de creștere a găinilor ouătoare sunt prevăzute cu sistem de adăpare din linii de picurători suspendate. Fiecare hală are 8 ventilatoare cu P=1,1 kW și capacitatea de 32.000 mc/oră, pentru fiecare hală. Fiecare hală este echipată cu câte un calculator tip Big Dutchman care reglează furajarea, adăparea, admisiile de aer, ventilația și încălzire.

Seria C de experimente

Experimentul C1

Experimentul a constat într-un studiu clinic realizat în cadrul Institutului Parhon având ca scop evaluarea efectelor consumului de ouă cu conținut ridicat de luteina și zeaxantina asupra stării de sănătate a unor consumatori umani voluntari, apreciată pe baza unor indicatori biochimici sanguini.

Studiul a fost realizat pe 15 voluntari, de ambele sexe, cu vârsta între 30 și 70 de ani, care au consumat câte 6 ouă îmbogățite în xantofile pe săptămâna timp de 6 săptămâni; la înrolare, voluntarii au semnat un consimțământ informat și li s-a efectuat un examen clinic și un set de analize biochimice sangvine.

Experimentul C2

În cadrul acestui experiment s-a urmărit evaluarea efectelor consumului de ouă îmbogățite în acizi grași omega 3 și antioxidanți asupra stării de sănătate a unor consumatori umani voluntari.

Studiul a fost realizat de asemenea în cadrul Institutului Parhon, pe un număr de 48 de subiecți voluntari, care au consumat săptămânal, timp de 5 săptămâni, câte 10 ouă cu conținut îmbogățit în acizi grași omega 3 și antioxidanți; la înrolare, voluntarii au semnat un consimțământ informat și li s-a efectuat un examen clinic și un set de analize biochimice sangvine.

4.4 Metode de cercetare

Metodele de cercetare utilizate au fost organizate etapizat astfel încât să se respecte întru totul cerințele tehnico-organizatorice specifice cercetării. Pentru a obține rezultate cu relevanță științifică și pentru a avea o corectitudine a rezultatelor s-au utilizat pentru toate etapele cercetării metode de analiză în concordanță cu legislația Uniunii Europene.

Pegătirea și condiționarea probelor

Recoltarea probelor s-a efectuat astfel încât acestea să fie reprezentative și omogene, iar păstrarea acestora în laborator s-au făcut astfel încât să nu fie influențată compoziția și calitatea lor. Etapele pregătirii și prelucrării s-au desfășurat cu respectarea normelor prevăzute în standardele în vigoare și în legislația din țara noastră (Ordin ANSVSA nr. 147/23-12-2005, SR EN ISO 6497:2005, SR ISO 13690:2007, STAS 9597/1-74, SR ISO 6498:2001, Regulamentul (CE) nr. 178/2010 și metoda 925.29 AOAC, 1990).

Probele pentru analiză au fost supuse la trei operațiuni: mărunțire, uscare la 60°C și măcinare (fig. 4.15).



Figura 4.15. Moara de măcinat Retsch GM 300(original)

Figure 4.15. Retsch GM 300 Mill milling machine

Modalitățile folosite la condiționarea, depozitarea și efectuarea analizelor chimice a probelor de materii prime furajere și nutrețuri combinate sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 4.1/Table 4.1

Metode de determinare a calității materiilor prime și a nutrețurilor combinate folosite în experimente

Methods for determining the quality of raw materials and compound feed used in experiments

Probă	Metode de condiționare și depozitare	Analize chimice
Materii prime furajere și nutrețuri combinate	- uscare la 60°C - măcinare - la temperatura camerei	-Substanța uscată la 105°C (g%g) - Proteină (g%g) - Grasime (g%g) - Celuloza (g%g) - Cenușă (g%g) - Energie (Mj/Kg) - Conținut polifenoli (echivalenti acid galic/g) - Capacitate antioxidantă (echivalenti Trolox/g)

Aceleași modalități au fost folosite și la condiționarea și depozitarea ouălor obținute și determinarea parametrilor de calitate nutrițională a ouălor care sunt prezentate în tabelul 4.2, respectiv:

Tabelul 4.2/ Table 4.2

Metode de evaluare a calității nutriționale a ouălor
Methods of assessing the nutritional quality of eggs

Probă	Metode de condiționare și depozitare	Analize chimice
Albuș	- uscare la 60 ⁰ C -măcinare -la frigider	- Substanța uscată la 105 ⁰ C (g%g) - Proteina (g%g) - Grăsime (g%g) - Profil aminoacizi (g%g) - Vitamine –se lucrează din proba proaspătă (UI/g) - Minerale (g%g)
Gălbenuș	- uscare la 60 ⁰ C -măcinare -la frigider	- Substanța uscată la 105 ⁰ C (g%g) - Proteina (g%g) - Grăsime (g%g) - Profil aminoacizi (g%g) - Acizi grași (g%grăsime) - Vitamina A –se lucrează din proba proaspătă (UI/g) - Xantofile- se lucrează din proba proaspătă (mg/100g) - Minerale (cupru, fier, mangan, zinc) (ppm) - Conținut polifenoli (echivalenti acid galic/g) - Capacitate antioxidantă (echivalentiTrolox/g)
Coajă	- uscare la 60 ⁰ C - măcinare -la frigider	- Cenușă (g%g) - Calciu (g%g) - Fosfor (g%g)

Determinarea substanței uscate s-a efectuat prin metoda gravimetrică, conform SR ISO 6496:2001.

Principiul metodei constă în eliminarea apei prin uscarea probei la 105⁰C, urmată de cântărirea probei uscate la balanța analitică.

Aparatura utilizată a fost balanța analitică (figura 4.16) și etuva Ecocell (figura 4.17).

Determinarea proteinei s-a efectuat prin Metoda Kjeldahl de mineralizare în bloc și distilare cu abur, conform standardului SR EN ISO 5983-2:2009. Este o metodă clasică de determinare a azotului total care se multiplică cu factorul 6,25 și se obține proteina brută.

Principiul metodei constă în descompunerea probei de analizat prin încălzire cu acid sulfuric în prezență de catalizatori pentru reducerea azotului organic la ioni de amoniu ce pot fi determinați prin distilare/titrare.



Figura 4.16. Balanta analitică (original)
Figure 4.16. Analytical balance



Figura 4.17. Etuva Ecocell (original)
Figure 4.17. Oven Ecocell

Aparatura utilizată a fost SISTEMUL KJELTEC AUTO alcătuit din:

-DigesterAuto-FOSS-Tecator, seria 52630606

-Scrubber –FOSS-Tecator, seria 520007012

-Analizor auto FOSS Tecator, KJELTEC, tip 2300, seria 0712, cu o capacitate de distilare de 20 probe/oră (figura 4.18).



Figura 4.18. Analizorul auto KJELTEC 2300 (original)
Figure 4.18. KJELTEC 2300 Automated Analyzer

Determinarea grăsimii brute s-a efectuat prin metoda de extracție cu solvenți organici, conform standardului SR ISO 6492:2001.

Principiul metodei constă în extracția grăsimii cu eter de petrol în flux continuu de solvent, urmată de determinarea gravimetrică după îndepărtarea solventului prin uscare la 103°C. În determinarea respectivă se obține propriu-zis un „extract eteric” noțiune ce tinde să înlocuiască în literatura de specialitate pe cea de „grăsime brută”.

Aparatura utilizată a fost Sistemul SOXTEC reprezentat prin *unitatea de extracție 2055* cu un timp de încălzire / răcire de 15 min și o capacitate de extracție de 6 probe/oră (figura 4.19).



Figura 4.19. Unitatea de extracție 2055(original)

Figure 4.19. Extraction unit 2055

Determinarea celulozei brute s-a efectuat prin metoda cu filtrare intermediară, conform standardului SR EN ISO 6865:2002.

Principiul metodei constă în solubilizarea tuturor componentelor nutritivi cu excepția celulozei, prin fierbere succesivă cu soluții de acid sulfuric, respectiv hidroxid de sodiu. Reziduul se filtrează, usucă, calcinează și se cântărește.

Aparatura utilizată a fost Sistemul FIBERTEC alcătuit din: extractorul la rece 1021 cu o capacitate de 6 probe/serie, folosit la degresarea probelor cu un conținut mai mare de 10% grăsime și analizorul la cald 2010 cu o capacitate de 6 probe/oră, folosit pentru hidroliza probelor cu soluții de acid sulfuric și hidroxid de sodiu (figura 4.20).



Figura 4.20. Analizorul la cald 2010 (original)

Figure 4.20. WarmAnalyzer 2010

Determinarea cenușei brute s-a efectuat prin metoda gravimetrică, conform SR EN ISO 2171:2010. În cenușa brută se cuprind substanțele minerale ale nutrețurilor, precum și eventualele impurități anorganice. Un rol însemnat în

compatibilitatea rezultatelor îl joacă și temperatura de calcinare. Literatura de specialitate indică un interval destul de larg 500 - 800°C, însă temperaturile ridicate implică anumite inconveniențe (volatilizarea parțială a clorurilor alcaline, pierderi de sulf, fosfor).

În consecință dată fiind convenționalitatea noțiunii de "cenușă brută" se preferă o calcinare la temperatură relativ scăzută, 550°C, ca să asigure totuși distrugerea totală a substanței organice.

Principiul metodei constă în stabilirea conținutului în substanțe minerale prin calcinare la 550°C până la masă constantă

Aparatura utilizată a fost un cuptor de calcinare Nabertherm, cu încălzire electrică și control termostatic (figura 4.21).



Figura 4.21. Cuptor de calcinare Nabertherm (original)

Figure 4.21. Nabertherm calcination furnace

Determinarea substanței organice s-a efectuat indirect prin calcul:

$$SO = SU_{103C} - CEN$$

Determinarea substanțelor extractive neazotate s-a efectuat direct prin calcul:

$$SEN = SO - (PB + GB + CB)$$

Determinarea profilului de aminoacizi s-a determinat prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC), conform standardului SR EN ISO 13903: 2005.

Principiu metodei constă în ruperea lanțului de aminoacizi din molecula de proteină prin hidroliză acidă, derivatizarea cu reactiv OPA (ortoftaldehidă), AMP (acid mercaptopropionic) și FMOC (9-fluorenil-metil-cloroformiat) și separarea acestora pe o coloană C18 cu silicagel, citirea făcându-se în domeniul ultraviolet (338 și respectiv 262 nm). Calculul concentrației se face raportând aria picurilor probei la o curbă de calibrare.

Aparatura utilizată a fost un sistem cromatografic HPLC Surveyor Plus dotat cu detector PDA (Thermo Electron, SUA)(figura 4.23), coloana Hypersil BDS C18 cu silicagel, dimensiuni 250 4.6 mm, dimensiunea particulelor 5 μm, cu faza inversă (Thermo Electron, SUA) (rotavapor HS-2005V (Hahnshin Scientific, Coreea) (figura 4.22).



Figura 4.22. Rotavapor HS-2005V (original)

Figure 4.22. Rotavapor HS-2005V



Figura 4.23. Cromatograf de lichide de înaltă performanță (HPLC) Thermo Electron (original)

Figure 4.23. High Performance Liquid Chromatograph (Thermo Electron)

Determinarea acizilor grași s-a efectuat prin cromatografie gazoasă (GC), conform standardului SR CEN ISO/TS 17764 -2: 2008.

Principiu metodei constă în transformarea în esteri metilici a acizilor grași din proba supusă analizei, urmată de separarea componentelor pe coloană cromatografică, identificarea lor prin compararea cu cromatogramele etalon și determinarea cantitativă a acizilor grași.

Aparatura utilizată a fost un gazcromatograful Perkin Elmer-Clarus 500 (figura 4.24), dotat cu sistem de injecție în coloană capilară, având faza staționară cu polaritate ridicată (BPX70: 60m x 0,25mm diametrul interior și 0,25μm grosime film); sau faze cianopril cu polaritate ridicată care dau o rezoluție similară pentru diferiți izomeri geometrici (THERMO TR-Fame: 120m x 0,25mm ID x 0,25μm film).



Figura 4.24. Gazcromatograf PerkinElmer-Clarus 500 (original)

Figure 4.24. Gas-Chromatograph PerkinElmer-Clarus 500

Determinarea vitaminei A s-a efectuat prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC), conform standardului EN ISO 14565:2001.

Principiu metodei constă în saponificarea probei cu o soluție etanolică de hidroxid de potasiu și extracție cu eter de petrol. Conținutul de vitamine A și E se

determină prin separare pe coloana cromatografică și detecție la 290 nm (vitamina E) și 325 nm (vitamina A).

Aparatura utilizată a fost un sistem cromatografic HPLC Surveyor Plus dotat cu detector PDA (Thermo Electron, SUA), coloana Hypersil BDS C18 cu silicagel, dimensiuni 250 4.6 mm, dimensiunea particulelor 5 μ m, cu faza inversă (Thermo Electron, SUA), rotavapor HS-2005V (HahnshinScientific, Coreea).

Determinarea xantofilelor s-a efectuat prin cromatografie de lichide de înaltă performanță (HPLC), conform standardului SR EN16233-2: 2011

Principiu metodei constă în extracția cu solvent organic (acetona), reextracția cu eter de petrol și saponificarea cu soluție metanolică de hidroxid de potasiu, separate pe o coloană cromatografică și detecție la lungimea de undă de 445 nm.

Aparatura utilizată a fost un sistem cromatografic HPLC seria 200 dotat cu detector UV/VIS (PerkinElmer, SUA), coloana Nucleodur C18 ec, cu silicagel, dimensiuni 250 $\times$ 4.6 mm, dimensiunea particulelor 5 μ m, cu fază inversă (RP-HPLC) (Macherey-Nagel, Germania), rotavapor HS-2005V (HahnshinScientific, Coreea).



Figura 4.25. Cromatograf de lichide de înaltă performanță (HPLC) PerkinElmer, SUA (original)

Figure 4.25. PerkinElmer High Performance Liquid Chromatograph (HPLC), USA

Determinarea fosforului s-a efectuat prin metoda fotometrică, conform Regulamentului (CE) nr. 152 / 2009.

Principiul metodei: fosforul conținut în proba de analizat reacționează cu reactivul nitro-vanado-molibdenic, dând un complex colorat galben a cărui densitate optică, direct proporțională cu concentrația fosforului, se măsoară fotocolorimetric la 420 nm.

Aparatura utilizată a fost un spectrofotometru de absorbție moleculară ABLE JASCO-V 530.



Figura 4.26. Spectrofotometru de absorbție moleculară ABLE JASCO -V 530 (original)

Figure 4.26. Molecular Spectrophotometer ABLE JASCO-V 530

Determinarea mineralelor (calciu, cupru, fier, mangan, zinc) s-a efectuat prin spectrometrie de absorbție atomică, conform standardului SR EN ISO 6869:2002.

Principiul metodei constă în calcinare la temperatura de $525 \pm 25^\circ\text{C}$, dizolvare cu HCl, pulverizarea soluției obținute în flacără aer-acetilenă a unui spectrofotometru de absorbție atomică și măsurare a absorbției radiației la lungimi de undă specifice fiecărui element în parte.

Aparatura utilizată a fost un spectrofotometru de absorbție atomică (SOLAAR M-Thermo-Electron) cu dublu fascicol și corecție de fond.



Figura 4.27. Spectrofotometru de absorbție atomică SOLAAR M-Thermo-Electron (original)

Figure 4.27. Atomic Absorption Spectrophotometer SOLAR M-Thermo-Electron

Pentru determinarea concentrației de polifenoli și a capacității antioxidante din probele supuse analizei s-a efectuat mai întâi o extracție a compușilor fenolici în metanol acidificat (metanol:HCl=80:20). Peste 1g proba s-au adăugat 10 ml metanol acidificat și s-a agitat, la temperatura camerei, timp de 48h.

Omogenatul a fost centrifugat de 2 ori la 10000 RCF, timp de 15 minute, la temperatura camerei, iar supernatantul final (extractul metanolic) a fost păstrat, la 4°C, până la intrarea în analiză.

Aparatura utilizată a fost reprezentată de: Agitator orbital Heidolph Unimax 1010, Microstirrer Vepl Scientific, Centrifuga Eppendorf 5810R, Balanțe RADWAG AS220/C/2 (10-220 mg) și PS600/C/2 (0,01-600 g), pH metru WTW Senix-HW

Conținutul de polifenoli din extractele metanolice a fost determinat conform metodei descrise de Mihailovic ș.a., 2013 modificată.

Principiul metodei: Amestecul de reacție a fost compus din: extractul metanolic diluat corespunzător în funcție de proba analizată, reactivul Folin-Ciocalteu și o soluție 7,5% de Na₂CO₃. Amestecul de reacție a fost menținut timp de 30 minute la temperatura camerei, iar apoi a fost citită absorbanta la 765 nm. Au fost realizate trei repetiții ale aceleiași probe, iar media citirilor, reprezentând conținutul total de fenoli, a fost exprimată în echivalenți acid galic/g substanță proaspătă (mg EAG/g probă).

Aparatura utilizată a fost un spectrofotometru UV-VIS Thermo Scientific.

Conținutul în flavonoizi a extractelor metanolice a fost determinat conform metodei descrise de Zhishen ș.a., 1999.

Determinarea capacității antioxidante a extractelor metanolice s-a efectuat prin metoda DPPH, propusă de Marxen ș.a., 2007.

Principiul metodei: estimarea capacității antioxidante s-a realizat prin calculul diferențelor între martor și probă, față de o curbă etalon ce a utilizat Trolox (antioxidant sintetic analog al α -tocoferolului), ca antioxidant standard. Au fost realizate trei repetiții ale aceleiași probe, iar media citirilor a reprezentat capacitatea antioxidantă care a fost exprimată în echivalenți Trolox/g substanță proaspătă (mMTrolox/g probă).

Aparatura utilizată a fost un spectrofotometru UV-VIS Analytik Jena Specord 250 Plus cu carusel termostatat.

Determinarea conținutului în energie brută s-a realizat prin calcul pe baza analizei chimice brute (substanța uscată, proteina, celuloza, grăsimi, substanțe extractive neazotate și cenușă) aplicând ecuațiile prezentate de Burlacu ș.a., 2002.

Pentru a evidenția impactul consumului de ouă îmbogățite cu pigmenți carotenoizi și polifenoli asupra performanțelor zootehnice a găinilor ouătoare dar și a calității ouălor obținute, de la acestea s-au determinat o serie de parametri fizici prezentați în tabelul următor:

Tabelul 4.3/Table 4.3

Parametrii fizici de calitate ai ouălor
Physical parameters of egg quality

Probă	Analize chimice	UM	Depozitare
Ouă	Greutate ou întreg	g	la frigider
	Greutate gălbenuș	g	
	Greutate albuș	g	
	Greutate coajă	g	
	Grosimea cojii de ou	mm	
	Rezistența la spargere	kgf	
	Intensitatea culorii gălbenușului	cifre de la 1 la 15	
	Indicele Haugh	-	
		UH	

Greutatea ouălor a fost determinată în toate cele 6 experimente când păsările au avut perioade diferite de vârstă, pe ouăle recoltate iar cântărirea s-a efectuat cu ajutorul balanței analitice; fiecare ou a fost cântărit, apoi a fost spart cu atenție și separat pe componente (albuș, gălbenuș, coajă); fiecare componentă a fost cântărită separat și apoi raportată la greutatea oului (figura 4.28).

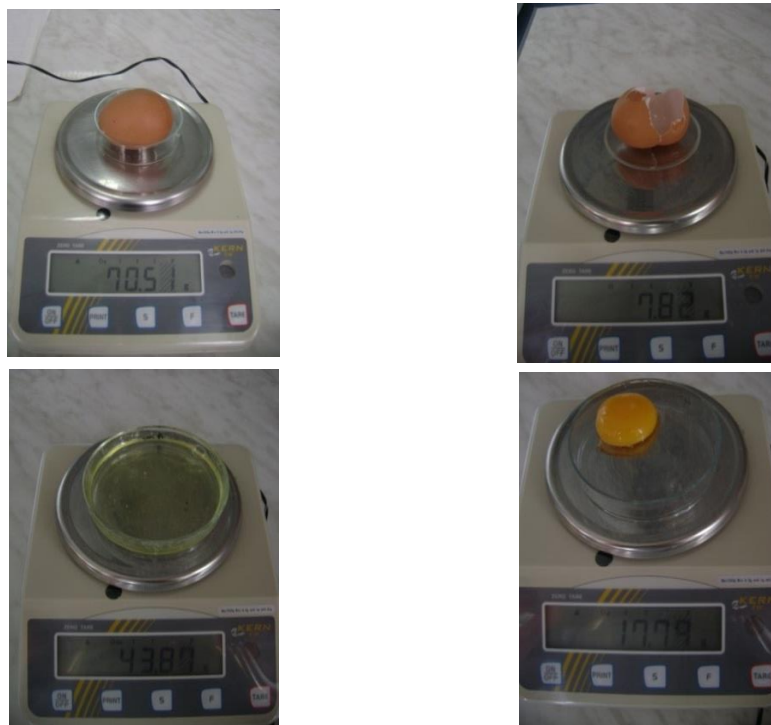


Figura 4.28. Determinarea greutății ouălor și a componentelor acestora (original)
 Figure 4.28. Determination of the weight of eggs and their components

Grosimea cojii minerale a fost stabilită prin măsurarea cu ajutorul unui echipamentul ultrasonic din 3 zone distincte ale oului (vârf rotunjit, zona mediană și vârf ascuțit), după care s-a efectuat media celor 3 măsurători (figura 4.29).



Figura 4.29. Determinarea grosimii cojii oului (original)

Figure 4.29. Determining the thickness of egg shell

Rezistența la spargere a cojii minerale s-a executat cu ajutorul aparatului Egg Force Reader (figura 4.30).



Figura 4.30. Determinarea rezistenței la spargere a cojii minerale (original)

Figure 4.30. Determination of breakageresistance of mineral shell

Culoarea gălbenușului s-a apreciat la lumină naturală, comparând scara etalon La Roché cu intensitatea culorii gălbenușului studiat. Scara La Roche cuprinde 15 eșantioane de culoare numerotate de la 1 la 15; la primele două

eșantioane culoarea este galbenă foarte deschisă, între 2 și 7 culoarea este galbenă cu nuanțe din ce în ce mai închise, iar după 7 culoarea virează spre orange.



Figura 4.31. Determinarea culorii gălbenușului cu ajutorul scării DSM Color Fan(original)
Figure 4.31. Determination of yolk color with DSM Color Fan ladder

Indicele Haugh are la bază corelația dintre înălțimea albușului dens (h) și greutatea oului (g).

În cercetarile proprii, indicele Haugh a fost determinat cu ajutorul aparatului electronic "Egg analyzer".



Figura 4.32. Determinarea indicelui Haugh (original)
Figure 4.32. Determining the Haugh Index

Determinarea performanțelor zootehnice ale găinilor ouătoare

Dintre performanțele zootehnice ale hibridului analizat importanță au prezentat: greutatea corporală, intensitatea de ouat și consumul de nutrețuri.

Greutatea corporală a fost stabilită pe baza cântărilor individuale efectuate periodic, pe exemplarele individualizate din fiecare lot, cu cântarul Weighmate Junior (figura 4.33)



Figura 4.33. Cântarul Weighmate Junior
 Figure 4.33. The Weighmate Junior scale
www.spaldings.co.uk/workshop/50kg-weighmate®-digital-scales

Intensitatea de ouat a fost calculata cu ajutorul relației:

$$I = P \times 100 / t$$

în care: I= intensitatea de ouat (%);

P= producția de ouă / pasăre (buc.);

t= timpul în care s-a realizat producția (zile).

Consumul de nutrețuri combinate s-a determinat pe perioada de furajare, calculându-se:

- consumul total de nutrețuri combinate (kg/lot/perioadă);
- consumul mediu zilnic (g n.c./cap/zi);

De asemenea s-a stabilit consumul total de apă (litri/lot/perioadă).

Determinarea indicatorilor sangvini la voluntarii din grupul țintă:

S-au determinat markerii metabolismului lipidic (colesterolul seric, HDL, LDL), proteic (proteinele totale) și markeri de inflamație (proteina C reactivă și fibrinogenul).

Colesterolul seric este un derivat sterolic monoalcoolic, prezent într-o serie de grăsimi tisulare (2,4%), în mușchi (0,3-0,4%), în țesutul nervos (26-44%). De asemenea, gălbenușul de ou conține 2,9% colesterol, ca și unele semințe din plante. Creșteri ale colesterolului seric apar diabet zaharat, pancreatite și obezitate. Analiza s-a efectuat din sânge venos, prin metoda spectrofotometrică (enzimatică-colorimetrică).

HDL sau lipoproteinele cu densitate mare, reprezintă colesterolul bun. Acesta transportă colesterolul din diferitele părți ale corpului, spre ficat astfel împiedicând depunerea acestuia pe pereții arterelor, implicit dezvoltarea cardiopatiei ischemice.

LDL sau lipoproteinele cu densitate mică, ce transportă colesterolul rău, principala sursă utilizată în creșterea leziunilor de ateroscleroză. Astfel cu cât crește cantitatea de LDL din sânge, cu atât va fi mai mare riscul apariției și progresiei cardiopatiei ischemice.

Determinările celor două analize s-au efectuat prin metoda spectrofotometrică (enzimatică).

Proteinele serice totale sunt substanțe complexe formate din aminoacizi. Totalitatea lor definește proteinemia (6,5-8,6g 100/ml ser la adult). Acestea se împart în trei categorii: albumine (cca 4,5g/100ml ser), globuline (cca 3 g/100ml ser) și fibrinogen (cca 0,3g/100ml ser).

Proteina C reactivă este o proteină de fază acută a inflamației, care apare ca răspuns în infecții microbiene, în inflamații, în tumori și infarct miocardic. Ca și creșteri ale acesteia se întâlnesc în pierderi de lichide majore, iar scăderea proteinei se întâlnește în afecțiuni renale și ciroză hepatică. Este un marker al inflamației și se detectează din ser prin metoda spectrofotometrică (colorimetrică).

Fibrinogenul este o substanță proteică din sânge, cu rol în coagularea sângelui, ce are valori crescute în bolile infecțioase și în reumatismul articular, și scade în boli ale ficatului. Metoda de determinare a acestuia a fost cea coagulometrică (Clauss).

Datele obținute în urma analizelor de laborator au fost prelucrate și interpretate statistic. S-au calculat estimatorii de poziție și de variație (media aritmetică $\bar{X}$, respectiv varianța S^2 , deviația standard s , deviația standard a mediei $s_{\bar{X}}$ și coeficientul de variație $V\%$) și s-a stabilit semnificația diferențelor, acolo unde au existat.

Stabilirea semnificației diferențelor s-a realizat prin analiza unifactorială a varianței (ANOVA), care are la bază testul Fisher care compară valoarea coeficientului $\hat{F}$, calculat pe baza datelor prelucrate cu o valoare tabelară F_{α} găsită în funcție de gradele de libertate pentru cea mai mare valoare MPA și pentru cea mai mică valoare MPA. În tabele, F se găsește pentru pragurile de 0,05; 0,01 și 0,001, corespunzător gradelor de semnificație statistică (Sandu, 2005).

CAPITOLUL 5. IDENTIFICAREA ȘI CARACTERIZAREA CHIMICĂ A UNOR MATERII PRIME CU CONȚINUT BOGAT ÎN XANTOFILE, ACIZI GRAȘI ESENȚIALI ȘI ANTIOXIDANȚI

CHAPTER 5. IDENTIFICATION AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF RAW MATERIALS WITH HIGH CONTENT IN XANTOFILS, ESSENTIAL FATS AND ANTIOXIDANTS

În nutriția animalelor, utilizarea unui nutreț impune cunoașterea valorii nutritive a acestuia. Nutrețurile utilizate au fost studiate din punct de vedere nutritiv prin prisma valorii energetice dar și a conținutului în nutrienți și unele substanțe biologice active. Pentru a aprecia valoarea energetică a unui nutreț este necesară efectuarea analizei chimice brute a acestuia, respectiv determinarea conținutului în: substanța uscată (SU), cenușa (Cen.B), proteina brută (PB), grăsime brută (GB), celuloza brută (CB) și substanțe extractive neazotate (SEN). În cazul nutrețurilor destinate păsărilor însă, este necesară caracterizarea mai aprofundată până la nivel de aminoacizi, iar în cazul problematicii abordate în prezenta lucrare a fost necesară și evidențierea conținutului materiilor prime și a nutrețurilor finite în carotenoizi, în acizi grași esențiali și polinesaturați, precum și în antioxidanți.

5.1 Rezultate privind compoziția chimică a unor materii prime cu conținut ridicat de xantofile

Pigmenții carotenoizi care se pot acumula în ouăle de găină depind în mare măsură de carotenoizii care se găsesc în hrana acestora. Cantitatea totală de carotenoizi din organismul păsărilor depinde de cantitatea ingerată și absorbită, nu de conținutul lor din hrană. În prezent, datorită creșterii găinilor în mare parte în complexe avicole de tip industrial, s-au intensificat cercetările privind folosirea pigmenților carotenoizi în hrana acestora, cu scopul de a intensifica și pigmentația unor produse alimentare avicole (Neamțu și Tamas, 1986).

Rezultatele obținute în ceea ce privește caracterizarea nutrițională a materiilor prime folosite în cercetările proprii ca surse de pigmenți xantofilici sunt prezentate în tabelul 5.1; din analiza acestora se evidențiază următoarele aspecte:

- conținutul în substanță uscată al porumbului boabe folosit în seria A de experiențe a avut valori cuprinse între 86,5 și 87 %; la glutenul de porumb utilizat

conținutul de substanță uscată a fost de 90 - 92.7 %, iar lucerna șrot analizată a avut un conținut de 91,44 % SU, ușor mai mare față de cel determinat la lucerna granulată 90,16% ;

- conținutul în substanțe minerale exprimat ca cenușa brută, a fost de 1,21-1,22 % pentru porumbul boabe și respectiv de 1,35-1,83% la gluten; conținutul de cenușă al lucernei folosite a fost mult mai ridicat, respectiv 8,23% la șrot și 6,86% la cea granulată (literatura menționând valori de 10,1...11,4% - *Jullian & s.a., 2018*);
- valorile *substanței organice* (SO) pentru porumbul boabe utilizat au fost cuprinse între 85,29% și 85,78% și respectiv 88,60% și 90,84% în cazul glutenului, în timp ce valorile SO pentru lucerna au fost de 85,20% la șrot și de 83,3% la lucerna granulată;

- conținutul în *proteină brută* a variat între 7,45 și 8,00% la porumbul boabe și între 58,85 și 61% la glutenul utilizat, în timp ce pentru lucerna șrot acesta a avut o valoare de 7,43% și respectiv 14,54% la lucerna granulată (sub valorile prezentate în literatură de către *Jullian & s.a.* de 16,2-17,6%);

- conținutul în *grăsime brută* al porumbului boabe a variat între 3,78%-4,30%, cel al glutenului a fost de 2,04-2,50% iar cel determinat la lucernă a fost de doar 3,20% la șrot și respectiv 0,87% la lucerna granulată (față de valoarea de 1,8-2,6% regăsită în literatura de specialitate - tabelul 5.5);

- conținutul în *celuloza brută* al porumbului boabe a fost de 2,30-2,31% și respectiv de 0,94-1,15% la gluten, în timp ce lucerna șrot a avut un conținut de 36% celuloză brută, iar lucerna granulată de 34,14%;

- valorile rezultate pentru conținutul în *substanțe extractive azotate* au fost cuprinse între 70,78 și 72,19% la porumbul boabe, respectiv între 26,30 și 26,55% la gluten, 29,9% la șrotul de lucernă și 33,75% la lucerna granulată;

- *energia metabolizabilă* calculată pentru materiile prime analizate, a fluctuat între 3200-3300 kcal/kg pentru porumbul boabe și respectiv, între 3851-4082 kcal/kg pentru glutenul de porumb, fiind estimată la 1659 kcal/kg la lucerna șrot și respectiv, 1630 kcal/kg la lucerna granulată;

- pigmenții xantofilici (luteina și zeaxantina) s-au regăsit în cantități mai mari în glutenul de porumb (167-200 ppm), în timp ce la lucerna granulată valoarea acestui conținut a fost de 72,54 ppm, iar la lucerna șrot a fost 25,2 ppm.

5.2 Caracterizarea nutrițională a surselor de pigmenți xantofilici din aditivii propuși în cercetările proprii

Așa cum s-a arătat în planul experimental general, o parte a cercetărilor proprii a presupus obținerea unor aditivi furajeri specifici bogăți în xantofile

Tabel 5.1 /Table 5.1

Caracterizarea nutrițională a materiilor prime utilizate ca surse de pigmenți xantofilici în cercetările proprii

Nutritional characterization of raw materials used as sources of xanthophyllic pigments in personal research

Materia primă	n	Specificare	SU%	% SU						EM kcal /kg	Xantofile (luteina+zeaxantina) (ppm)
				Cen.B	SO	PB	GB	CB	SEN		
Porumb boabe (A1)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	87,00±0,30	1,22±0,01	85,78±0,30	7,50±0,18	3,78±0,03	2,30±0,04	72,19±0,16	3200±10	12,5±0,36
		CV%	4,8	1,1	1,7	3,3	5,7	2,2	2,6	2,6	1,7
Porumb boabe (A2)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	86,50±0,61	1,21±0,01	85,29±0,62	7,45±0,23	3,80±0,05	2,31±0,06	71,74±0,65	3200±32,72	12,8±0,28
		CV%	1,19	1,7	1,19	0,03	4,1	2,1	2,9	1,8	1,9
Porumb boabe (A3)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	86,60±0,80	1,21±0,01	85,39±0,81	8,00±0,36	4,30±0,09	2,30±0,03	70,78±0,60	3300±13,46	13,8±0,27
		CV%	1,55	1,4	1,54	0,06	6,5	2,4	3,5	3,9	2,1
Gluten de porumb (A2)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	89,96±0,56	1,35±0,01	88,60±0,57	58,85±0,40	2,04±0,0	1,15±0,02	26,55±0,82	3851±18,40	167,0±0,99
		CV%	1,3	1,1	1,2	3,5	4,5	2,9	3,3	4,2	3,7
Gluten de porumb (A3)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	92,67±0,38	1,83±0,02	90,84±0,39	61,00±0,25	2,50±0,05	0,94±0,01	26,40±0,40	4082±34,1	200,0±5,47
		CV%	1,8	1,2	1,8	3,4	3,9	2,9	3,1	5,3	4,4
Lucerna șrot	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	91,44±0,32	8,23±0,05	85,20±0,11	7,43±0,18	3,20±0,03	36,0±0,26	29,9±0,14	1659±4,03	25,3±0,02
		CV%	1,6	2,1	2,2	3,7	4,1	5,1	5,8	9,7	7,7
Lucerna granulată	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	90,16±0,53	6,86±0,04	83,3±0,08	14,54±0,18	0,87±0,01	34,14±0,09	33,75±0,17	1630±10,29	72,5±0,81
		CV%	1,3	1,3	1,6	2,5	3,3	4,7	5,3	5,1	4,1

care sa fie utilizați în cercetările proprii pentru obținerea de ouă cu un conținut îmbogățit în aceste substanțe biologic active; în acest scop au fost folosite următoarele materii prime: lucerna șrot, porumb roșu, pulpa de dovleac, fructe de cătina albă, flori de galbenele, flori de crăițe și spirulina pulbere.

Materiile prime folosite ca surse de pigmenți xantofilici pentru obținerea unor aditivi propuși a fi utilizați în cercetările proprii au făcut, de asemenea, obiectul determinărilor chimice uzuale (compoziția chimică brută) și specifice (determinarea conținutului în xantofile - luteină și zeaxantină), rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 5.2.

Astfel, în ceea ce privește conținutul mediu în substanță uscată, acesta a fost cuprins între 94,60 % la cătina albă uscată și 86,06% la porumbul roșu, pulpa de dovleac având un conținut al substanței uscate de 92%, la crăițe valoarea regăsită a fost de 94,56%, la florile de galbenele 88,76%, la spirulina de 92,30% și respectiv 91,44% la lucernă șrot.

Comparativ, alte cercetări din literatura studiată indică valori asemănătoare pentru substanța uscată: pentru porumbul roșu boabe *Ferreira ș.a. (2013)* indică un conținut mediu de 89,6 %, iar *Kato ș.a. (2011)* au regăsit valori de 86,04%, respectiv 87,21%. La crăițe (în stare proaspătă) substanța uscată regăsită de *Gonzalez în anul 2015* a fost de 16,61%. Datele referitoare la cătina albă, obținute de *Biel, în anul 2016*, au arătat un conținut de 95,23% substanță uscată; în ceea ce privește spirulina, conținutul acesteia în substanța uscată, regăsit de *Alvarenga ș.a. în anul 2011*, a fost de 88,08%.

Valorile medii determinate pentru conținutul în *cenușă brută* (raportat la SU) al surselor de xantofile studiate au fost în general apropiate de valorile regăsite în literatura de specialitate citată. Astfel, pentru porumbul roșu valoarea determinată a fost de 1,51%, în timp ce *Kato ș.a.* au obținut valoarea de 1,56%; pulpa de dovleac utilizată ca sursă de pigment xantofilic a avut o valoare medie pentru cenușă de 5,27% în timp ce autori precum *Ambrosio ș.a. (2006)* prezintă o valoare de 7,09% iar *Kulaitiene ș.a. (2014)* a obținut valori cuprinse între 6,85-8,89%. În cazul crăițelor, cenușa brută determinată în cercetările proprii a fost de 6%, iar rezultatele obținute de *Gonzales ș.a., în anul 2015*, au indicat un conținut de 4,81%. Cătina albă a avut o valoare medie a conținutului mediu de cenușă de 1,94%, în timp ce valoarea obținută de *Biel, în anul 2016* a fost de 4,83%. În ceea ce privește spirulina, conținutul în cenușă determinat a fost de 7,71%, în literatura de specialitate fiind indicat un conținut de cenușă cuprins între 8-8,44% (*Alvarenga ș.a., 2011; Soni ș.a., 2017*). Pentru florile de galbenele uscate s-a înregistrat un conținut al cenușii de 11,07% iar la lucerna șrot valoarea determinată a fost de 8,23%, fără a regăsi valori de comparație în literatură.

Substanța organică (SO) a surselor de xantofile, a avut valori în relație cu conținutul de substanță uscată și respectiv, cenușă brută: astfel, pentru lucerna șrot aceasta a fost de 85,20%, pentru porumbul roșu valoarea obținută a fost de 85,09%,

în cazul pulpei de dovleac, substanța organică a avut valoarea de 86,73%, pentru crăițe de 88,56%, gălbenelele au avut 77,69% substanță organică, cățina albă a avut un conținut de 92,66% SO la analizele efectuate, iar spirulina pulbere a avut un conținut de 84,58% SO.

Conținutul în *proteină brută* (raportat la SU) determinat pentru porumbul roșu a fost de 9,52%, datele din literatură referitoare la conținutul de proteină a porumbului roșu variind între 8,68 și 10,7% (*Kato ș.a., 2011; Ferreira ș.a., 2013*); în cazul pulpei de dovleac, valoarea conținutului proteic determinat a fost de 34,68%, date din literatura de profil indicând valori cuprinse între 9,89 și 11,33% (*Ambrosio ș.a., 2006; Kulaitiene ș.a., 2014*).

Deasemenea, determinările proprii au indicat un conținut de 4,80% proteina brută în SU la crăițe, valoarea obținută fiind mai mică decât cea obținută de *Gonzales* în anul 2015 (5,05%).

Cățina albă analizată a avut un conținut proteic în SU de 15,42%, mai scăzut decât cel prezentat de către *Biel ș.a. (2016)* în literatura de specialitate de 24,97%.

Proteina brută a spirulinei, determinată din cercetările proprii indică un conținut de 63,94% în SU, valoare ușor mai mare față de cele obținute de alți autori, respectiv 58,20-63% (*Alvarenga ș.a., 2011; Soni ș.a., 2017*).

În ceea ce privește gălbenelele, conținutul mediu de proteină brută determinat a fost de 16,88% în SU, în timp ce la șrotul de lucernă, conținutul de proteină brută determinat a fost de 7,43% în SU.

Conținutul în *grăsime brută* (din SU) al porumbului roșu a fost de 3,64%, apropiată valorilor regăsite în literatura de profil din domeniu (*Kato ș.a., 2011; Ferreira ș.a., 2013*) respectiv între 3,47 și 3,6%. Grăsimea brută a pulpei de dovleac analizată în cercetările noastre a fost în medie de 4,26% în SU, cu puțin peste valorile găsite în literatura de specialitate, de 3,86-4,04% (*Ambrosio ș.a., 2006; Kulaitiene ș.a., 2014*).

În ceea ce privește grăsimea conținută de crăițe, aceasta a fost de 0,94% în SU în cercetările efectuate, dar în literatura de specialitate exista valoarea de 1,92% (*Gonzales, 2015*); în cazul gălbenelelor, rezultatele cercetărilor proprii au evidențiat un conținut mediu de 5,03% grăsime brută în SU în timp ce la lucerna șrot acest conținut a fost de 3,20%.

Rezultatele obținute în cercetările proprii cu privire la conținutul de grăsime din cățina albă și spirulină au indicat valori de 15,08% din SU în cazul căținei, și respectiv de 5,08% în cazul spirulinei, date prezentate de alți autori indicând valori pentru cățină de 6,13% (*Biel ș.a., 2016*) și respectiv de 2,2-2,6% pentru spirulină (*Alvarenga ș.a., 2011, Soni ș.a., 2017*).

În ceea ce privește conținutul de *celuloză brută* din sursele de xantofile analizate, valoarea obținută la porumbul roșu a fost de 1,70% din SU, încadrându-se în limitele valorilor prezentate de *Kato ș.a., în 2011 și Ferreira ș.a. în 2013* (1,65-2,03%). Pentru pulpa de dovleac din cercetările proprii, valoarea pentru

celuloza brută a fost de 11,56% din SU, în timp ce alte cercetări indica în literatura valori de 6,09-6,66% (*Ambrosio ș.a., 2006; Kulaitiene ș.a., 2014*).

Cătina albă analizată, a avut un conținut de 20,84% celuloză brută în SU, cu mult peste valoarea de 12,20% prezentată de *Biel în 2016*, în timp ce spirulina studiată a avut un conținut mediu de celuloză brută de 2,29% în SU, valoarea prezentată de *Alvarega în 2011* fiind de doar 0,78%.

Pentru crăițe, celuloza brută determinată a fost ca medie 6,62% în SU, la gălbenele a fost de 14,88% din SU iar la lucerna șrot a fost de 36% din SU.

În cazul porumbului roșu, conținutul stabilit pentru substanțele extractive neazotate în SU a fost de 70,23% în cazul porumbului roșu, 36,22% pentru pulpa de dovleac, 29,9% în șrotul de lucernă 29,9% și 40,89% în florile de galbenele, fără ca în literatura studiată să fie regăsite valori specifice; în cazul crăițelor valoarea medie calculată a fost de 76,20% din SU (față de 85,18% - valoare prezentată de *Gonzales ș.a., 2015*) iar pentru cătina albă, valoarea obținută a fost de 41,30% (față de 57,98% - valoare obținută de *Biel*, în anul 2016).

Pe baza compoziției chimice brute și a relațiilor de calcul consacrate specifice sistemelor OKIT (Germania) și INRA (Franța) de estimare a valorii nutritive a nutrețurilor a fost calculată valoarea energetică a acestor resurse, exprimată în kcal energie metabolizabilă.

Astfel, valorile medii stabilite pentru energia metabolizabilă la resursele furajere studiate au fost de: 3188 kcal/kg la porumbul roșu, 1659 kcal/kg la șrotul de lucernă, 2120 kcal/kg la pulpa de dovleac, 1550 kcal/kg pentru crăițe, 1629 kcal/kg la gălbenele, 2190 kcal/kg la cătina albă, iar pentru spirulina pulbere nu a fost detectată energia metabolizabilă. În literatura studiată au fost regăsite date pentru energia metabolizabilă doar în cazul porumbului roșu, respectiv 3808-3931 kcal/kg (*Kato ș.a., 2011*) și la spirulină 4286 kcal/kg (*Alvarenga ș.a., 2011*).

În ceea ce privește conținutul în *pigmenți xantofilici* (luteina și zeaxantina) al resurselor furajere luate în studiu pentru formularea unor aditivi furajeri specifici, cea mai mare concentrație a fost determinată în cazul spirulinei pulbere (5684 ppm), în timp ce în fructele uscate de cătina albă a fost determinată o concentrație a pigmentilor xantofilici de 235,91 ppm, pentru șrotul de lucernă aceștia au avut o valoare medie de 25,3 ppm, în cazul crăițelor uscate 106,4 ppm, în cazul florilor de gălbenele uscate un conținut mediu de 174,3 ppm și respectiv, o concentrație de numai 2,8 ppm pentru pulpa de dovleac uscată; în cazul porumbului roșu a fost determinată o concentrație a pigmentilor xantofilici de 19,7 ppm, în timp ce în literatura de specialitate, *Ferreira ș.a. (2013)* au evidențiat un conținut de luteină și zeaxantină în porumbul roșu de 233,6 ppm (*Ferreira ș.a. 2013*).

Tabel 5.2 /Table 5.2

Caracterizarea nutrițională a surselor de pigmenți xantofilici folosite in aditivii propuși
Nutritional characterization of sources of xanthophyllic pigments used in proposed additives

Materia primă	n	Specificare	SU%	% SU						EM kcal /kg	Xantofile (luteina+zeaxantina) (ppm)
				Cen.B	SO	PB	GB	CB	SEN		
Lucernă șrot	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	91,44±0,32	8,23±0,05	85,20±0,11	7,43±0,18	3,20±0,03	36,0±0,26	29,9±0,14	1659±4,03	25,3±0,02
		CV%	6,6	3,1	3,2	5,4	5,9	4,8	6,6	6,9	7,7
Porumb roșu	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	86,60±0,44	1,51±0,15	85,09±0,46	9,52±0,11	3,64±0,07	1,70±0,13	70,23±0,49	3188±12,24	19,7±0,42
		CV%	3,6	3,3	3,4	4,3	7,1	5,2	5,8	6,5	5,2
Pulpă de dovleac	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	92,00±0,26	5,27±0,02	86,73±0,29	34,68±0,11	4,26±0,24	11,56±0,44	36,22±1,63	2122 ±4,50	2,8±0,22
		CV%	5,4	3,0	3,1	3,8	5,7	4,4	4,8	5,2	2,3
Crăițe	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	94,56±0,01	6,00±0,07	88,56±0,06	4,80±0,10	0,94±0,07	6,62±0,30	76,20±2,13	1550±7,98	106,4±1,42
		CV%	2,3	2,1	2,3	3,6	4,9	2,7	2,8	3,6	4,4
Gălbenele	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	88,76±0,49	7,07±0,07	81,69±0,45	16,88±0,16	5,03 ±0,12	14,88±0,19	40,89±0,34	1629±2,24	174,3±4,03
		CV%	1,8	2,1	2,2	2,6	4,1	3,6	4,0	4,9	5,4
Cătină albă	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	94,60±0,10	1,94±0,01	92,66±0,11	15,42±0,21	15,08±0,23	20,84±0,17	41,30±0,24	2190±3,63	235,9±0,80
		CV%	2,2	1,9	2,3	3,1	4,7	4,2	4,4	3,6	3,7
Spirulina	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	92,30±0,03	7,71±0,08	84,58±0,08	63,94±0,42	5,08±0,11	2,29±0,14	13,26±0,38	1745 ±2,35	5684±14,50
		CV%	1,1	1,4	1,5	5,3	4,9	4,2	4,3	2,8	3,2

5.3 Identificarea și caracterizarea chimică a surselor de acizi grași esențiali și antioxidanți

În general, plantele oleaginoase sunt materiile prime furajere care asigură cea mai mare parte a acizilor grași nesaturați în rațiile găinilor ouătoare.

În urma procesului de procesare a semințelor oleaginoase - care constă în principal în extracția uleiului prin diferite tehnici/metode de lucru- rezultă uleiuri și respectiv, șroturi care constituie materii prime valoroase în fabricarea nutrețurilor pentru găini ouătoare; un factor cheie care afectează valoarea nutrițională a acestor surse de acizi grași îl reprezintă parametrii procesului de procesare.

Pentru atingerea obiectivelor propuse în conformitate cu scopul cercetărilor proprii, s-a avut în vedere elaborarea unor nutrețuri combinate bogate în acizi grași omega 3 destinate găinilor ouătoare; în acest sens au fost identificate și caracterizate nutrițional o serie de materii prime furajere neconvenționale, și anume: tescovină uscată, șrot de semințe de struguri, ulei de semințe de struguri, șrot de semințe de camelină și șrot de semințe de in.

Din analiza rezultatelor determinărilor efectuate în cercetările proprii, prezentate în tabelul 5.3, se observă în cazul substanței uscate un conținut mediu ce a variat între 97,11 % la șrotul de camelină și 85,95% la tescovina uscată, pentru uleiul de semințe de struguri aceasta fiind practic de 100%; substanța uscată a șrotului de semințe de struguri a fost de 93,1%, iar diferitele șroturi de in au înregistrat fluctuații ale substanței uscate de la 92,74% la 95,32%.

Cercetările efectuate asupra compoziției chimice a surselor de acizi grași și antioxidanți folosite în cercetările întreprinse au evidențiat faptul că, unele subproduse de vinificație cum sunt tescovina și șrotul de semințe de struguri, deși nu pot reprezenta surse însemnate de proteine au un conținut de proteină brută de peste 10% din SU. Astfel, rezultatele obținute au indicat un conținut mediu de 11,31% proteină brută în SU la tescovina uscată și respectiv 11,60% în șrotul din semințe de struguri analizat; unele date din literatura de specialitate (*Goni ș.a., 2008*) arată că acesta poate varia între 11-14%.

Un conținut proteic mult mai important a fost determinat în șrotul de in, între 25,26- 26,53% și mai ales în șrotul de camelină, de 35,41% PB în SU.

Cu privire la grăsimea brută determinată la materiile prime studiate, proporțiile cele mai crescute s-au regăsit în șroturile de in (20,44 - 20,77% în SU), în timp ce la șrotul de semințe de struguri valoarea medie a fost de 5,22%; cele mai sărace procente de grăsime au fost determinate în tescovina (0,76%).

Conținutul în celuloză brută a avut în general valori invers proporționale cu cel în proteină și grăsime, cele mai mari valori fiind înregistrate la subprodusele de vinificație analizate, respectiv 42,97% din SU la șrotul din semințe de struguri și 39,52% din SU la tescovină; un conținut relativ mai redus de celuloză a fost înregistrat la șrotul de camelină (11,08%) și în șrotul de in (9,95- 15,01% din SU).

Tabel 5.3/Table 5.3

Caracterizarea nutrițională a surselor de acizi grași esențiali și antioxidanți utilizați ca materii prime
Nutritional characterization of sources of essential fatty acids and antioxidants used as raw materials

Materia primă	n	Specifi- care	SU%	% SU						Capacitate antioxidanta (mMTrolox echivalenti / g)	Polifenoli (μg EAG /g)	Flavonoizi (mg/ml)
				Cen.B	SO	PB	GB	CB	SEN			
Tescovină	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	85,95±0,27	3,62±0,07	82,33±0,31	11,31±0,16	0,76±0,06	39,52±0,25	30,74±0,31	35,76±0,10	3,83±0,06	8,62±0,08
		CV%	1,5	0,9	1,3	3,4	3,7	3,8	3,9	6,8	5,9	5,3
Ulei semințe de struguri	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	100	0,01	n/a	n/a	99,9	n/a	n/a	0,71±0,03	344,95±1,28	n/a
		CV%	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	2,9	6,8	n/a
Șrot de semințe de struguri	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	93,09±0,17	2,85±0,06	90,24±0,20	11,60±0,26	5,22±0,12	42,97±0,79	30,44±1,14	152,25±3,02	11,27±0,21	16,00±0,30
		CV%	2,6	1,2	1,4	2,9	4,2	7,6	6,7	10,30	1,5	2,1
Șrot camelină	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	97,11±0,07	5,30±0,01	91,81±0,06	35,41±0,20	13,60±0,21	11,68±0,16	31,12±0,18	67,52±0,02	6,22±0,02	10,63±0,03
		CV%	1,5	1,1	1,4	5,6	3,6	4,0	4,1	5,3	2,0	2,8
Șrot in (B1)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	95,32±0,20	4,09±0,01	91,24±0,19	25,86±0,09	20,77±0,28	15,01±0,03	29,59±0,16	5,36±0,03	0,89±0,01	2,06±0,01
		CV%	1,3	1,2	1,9	4,5	7,5	5,4	6,9	0,9	1,2	1,8
Șrot in (B2)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	94,52±0,38	4,05±0,01	90,47±0,38	25,26±0,36	20,44±0,30	15,00±0,01	29,76±0,43	5,30±0,02	0,87±0,01	2,04±0,02
		CV%	0,8	1,1	1,8	4,4	7,2	5,0	5,7	1,3	1,0	1,5
Șrot in (B3)	5	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	92,74±0,19	5,84±0,05	86,90±0,10	26,53±0,38	20,72±0,11	9,95±0,12	29,7±0,54	5,44±0,04	0,89±0,01	2,08±0,01
		CV%	1,4	1,4	2,0	6,3	4,3	3,9	0,36	1,7	1,1	1,6

O parte a determinărilor specifice efectuate a vizat capacitatea antioxidantă din materiile prime folosite ca surse de acizi grași nesaturați; cea mai mare capacitate antioxidantă, exprimată în mM Trolox echivalenți/g, a fost evidențiată în cazul șrotului din semințe de struguri (152,25), valorile înregistrate fiind mai reduse în cazul șrotului de camelina (67,52) și al tescovinei (35,76) și foarte reduse în cazul șroturilor de semințe de in (5,30-5,44) și mai ales a uleiului din semințe de struguri (0,71).

Conținutul în polifenoli determinat la materiile prime studiate a fost cel mai ridicat în cazul uleiului de semințe de struguri (344,95 μg EAG/g) și mult mai scăzut în cazul șrotului de semințe de struguri (11,27 μg EAG/g), la șrotul de camelina (6,22 μg EAG/g) și la tescovina (3,83 μg EAG/g), cea mai scăzută concentrație de polifenoli fiind regăsită la șroturile de in (0,87-0,89 μg EAG/g).

În ceea ce privește conținutul resurselor furajere studiate în flavonoizi, cel mai ridicat nivel al acestuia a fost înregistrat în cazul șrotului din semințe de struguri (16 mg/ml), în cazul șrotului de camelina valoarea determinată fiind de 10,63 mg/ml iar la tescovina de 8,62 mg/ml; cel mai redus conținut în polifenoli a fost înregistrat la șroturile de in analizate, la care valorile au oscilat între 2,04-2,08 mg/ml.

În tabelul 5.4 este prezentat conținutul în acizi grași din sursele folosite pentru îmbogățirea rațiilor găinilor ouătoare în acizi grași polinesaturați omega-3.

Există în prezent în literatura de specialitate o documentație destul de bogată care atestă că prin nutriție poate fi modificat profilul acizilor grași din structura oului la găini, în sensul diminuării raportului între acizii grași omega 6 / acizii grași omega 3 și respectiv, între acizii grași saturați / acizii grași nesaturați; utilizarea nutrețurilor bogate în acizi omega 3 în hrana găinilor poate conduce în mod direct proporțional la creșterea nivelului acestor acizi în gălbenuș.

În mod obișnuit, semințele plantelor oleaginoasele sunt materiile prime furajere care asigură îmbogățirea rațiilor găinilor ouătoare în acizi grași nesaturați. Pentru aceste plante, un factor cheie care afectează valoarea nutrițională îl reprezintă procesul de procesare. În urma procesului de procesare care în principal constă în extracția uleiului, rezultă uleiuri și șroturi care constituie materii prime valoroase în fabricarea nutrețurilor pentru găini ouătoare.

Pentru elaborarea unor rații bogate în acizi grași omega 3 destinate a fi folosite în cercetările proprii în hrana găinilor ouătoare, în scopul obținerii de ouă cu conținut îmbogățit în acizi grași omega 3, au fost alese o serie de materii prime furajere neconvenționale, respectiv uleiul de semințe de struguri, șrotul de semințe de struguri, șrotul de semințe de in și șrotul de semințe de camelina.

Șroturile de in, dar și șrotul de camelina pot fi utilizate în hrana găinilor ouătoare nu doar ca sursă de acizi grași polinesaturați omega 3 dar și ca sursă de energie și proteină și nu în ultimul rând, de tocoferoli (vitamina E).

Tabelul 5.4/Table 5.4

Continutul de acizi grași a materiilor prime utilizate ca surse de acizi grași esențiali și antioxidanți (g/ 100 g grăsime)

Fatty acid content of raw materials used as sources of essential fatty acids and antioxidants (g / 100 g fat)

Profilul de acizi grași	Șrot de semințe de struguri	Șrot camelină	Șrot in (B1)	Șrot in (B2)	Tescovină	Șrot in (B3)	Ulei semințe de struguri
Acid Miristic C 14:0	0,13	0,09	0,11	0,09	n/a	0,10	0,11
Acid Pentadecanoic C 15:0	0,21	0,03	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid Palmitic C 16:0	9,44	7,01	7,71	8,18	n/a	8,08	8,51
Acid Palmitoleic C 16:1	0,23	0,21	0,14	0,14	n/a	0,14	0,15
Acid Heptadecanoic C 17:0	0,00	0,05	0,17	0,00	n/a	0,17	0,00
Acid Heptadecenoic C 17:1	0,00	0,00	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid Stearic C 18:0	3,87	2,47	4,01	3,47	n/a	3,74	3,24
Acid Oleic cis C 18:1	13,91	15,56	20,58	18,52	n/a	19,35	21,72
Acid Linoleic C 18:2n6	69,33	22,56	21,42	22,10	n/a	21,84	64,56
Acid Linolenic γ C 18:3n6	0,06	0,12	0,18	0,13	n/a	0,15	0,00
Acid Linolenic α C18:3n3	1,21	29,31	44,50	46,50	n/a	44,90	0,95
Acid Heneicosanoic C 21:0	0,00	0,00	0,19	0,00	n/a	0,19	0,00
Acid Eicosadienoic C 20:2n6	0,10	1,97	0,08	0,00	n/a	0,04	0,17
Acid Eicosatrienoic C 20:3n6	0,10	0,41	0,32	0,14	n/a	0,20	0,00
Acid Arahidonic C 20:4n6	0,24	0,28	0,26	0,00	n/a	0,26	0,17
Acid Docosadienoic C 22:2n6	0,00	0,00	0,17	0,00	n/a	0,11	0,00
Acid Eicosapentaenoic C 20:5n3	0,00	0,21	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid nervonic C 24:1n9	0,00	0,00	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid Docosatetraenoic C 22:4n6	0,00	0,37	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid Docosapentaenoic C 22:5n3	0,00	0,04	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Acid Docosahexaenoic C 22:6n3	0,00	0,45	0,00	0,00	n/a	0,00	0,00
Alți acizi grași	1,17	18,86	0,16	0,73	n/a	0,73	0,42
Total	100	100	100	100	n/a	100	100
$\sum$ acizilor grași saturați	5,17	21,47	4,64	4,29	n/a	4,93	3,77
$\sum$ acizilor grași mononesaturați	14,14	15,77	20,72	18,66	n/a	19,49	21,87
$\sum$ acizilor grași polinesaturați	71,04	55,72	66,93	68,87	n/a	67,50	65,85
$\Omega 3$	1,21	30,01	44,50	46,50	n/a	44,90	0,95
$\Omega 6$	69,83	25,71	22,43	22,37	n/a	22,60	64,90
$\Omega 6/ \Omega 3$	57,71	0,86	0,50	0,48	n/a	0,50	68,32
PUFA/MUFA	5,02	3,53	3,23	3,69	n/a	3,46	3,01

Tabelul 5.5 /Table 5.5

Date comparative cu privire la conținutul unor surse de pigmenți xantofilici, acizi grași esențiali și antioxidanți
Comparative data on the content of sources of xanthophyllic pigments, essential fatty acids and antioxidants

Materia primă	SU%	% SU					EM kcal /kg	Xantofile (luteina+ zeaxantina ppm)	Sursa
		Cen.B	PB	GB	CB	SEN			
Porumb boabe	86,4	1,5	8,2	4,7	2,1	69,9	3360	n/a	Burlacu, 1985
Gluten de porumb	89,48	2,1	60,44	2,9	1,4	22,64	4145	n/a	Hassanzadeh, 2014
	90,9	2,1	67,6	2,6	1,5		3640	328	INRA CIRAD AFZ 2018
Lucerna granulata	n/a	10,1-11,4	16,2-17,6	1,8-2,6	29,2-32,8	n/a	n/a	n/a	Julliand ș.a., 2018
	90,2	12	17	2,4	30,2	28,7	1130	214-301	INRA CIRAD AFZ 2018
Lucernă șrot	90,8	12,6	10,8	1,3	35,7	30,4	n/a	n/a	Cornell,2013
Porumb roșu	89,6	1,4	10,7	3,6	n/a	n/a	n/a	233,6	Ferreira ș.a., 2013
	86,04-87,21	1,56-1,12	9,40-8,68	3,47-3,48	1,65-2,03	n/a	3808-3931	n/a	Kato ș.a., 2011
Pulpă de dovleac	n/a	7,09	9,89	2,11	n/a	n/a	n/a	n/a	Ambrosio ș.a., 2006
	n/a	6,85-8,89	9,91-11,33	2,45-3,21	6,09-6,66	n/a	n/a	n/a	Kulaitiene ș.a., 2014
Crăițe	16,61	4,81	7,94	1,92	n/a	85,18	n/a	n/a	Gonzales ș.a., 2015
Gălbenele	81,8-90,7	9,87-15,2	5,4-6,2	6,9-15,7	2,9-3,5	n/a	n/a	1000-15000	PK Verma s.a. 2018
Cătină albă	95,23	4,83	24,97	6,13	12,20	57,98	n/a	n/a	Biel ș.a., 2016.
Spirulina	88,08	8,44	58,20	2,6	0,78	n/a	4286	n/a	Alvarenga ș.a., 2011
	n/a	8	63	2,2	n/a	n/a	n/a	n/a	Soni ș.a., 2017
Șrot camelină	93,2	7,41	28,39	22,49	8,77	26,45	3050	n/a	Habeanu, 2015
	92,02	5,67	23,46-37,2	4,9-18,5	4,9-9,9		n/a		Sizmaz s.a., 2016
Șrot in	93,68	4,18	28,14	18,84	7,20	35,32	2890	n/a	PA Vlaicu 2018
Șrot de semințe de struguri	94,25	3,47	12,38	2,41	38,69	37,54	1630	n/a	Pascariu, 2016
	88,44	3,10	10,64	1,56	40,66	32,48	n/a		Olteanu, s.a.
Tescovină	94,06	5,33	13,55	9,24	30,27	41,05	1750	n/a	Pascariu, 2016

Din datele prezentate în tabelul 5.4 este important de evidențiat conținutul de acid α linolenic din resursele furajere analizate, cu valori cuprinse între 44, 50 și 46,50 g /100 g grăsime în cazul șrotului de in și respectiv, cu valori medii de 29,31g /100 g grăsime în șrotul de camelină, de 1,21 g/100g grăsime în cazul șrotului de semințe de struguri și de doar 0,95 g /100 g grăsime în cazul uleiului din semințe de struguri.

De asemenea, rezultatele obținute au indicat faptul că șrotul de semințe de struguri a avut cel mai ridicat conținut de acid linoleic (69,33 g /100 g grăsime), urmat fiind de uleiul din semințe de struguri (cu 64,56 g /100 g grăsime).

Prin gruparea acizilor grași în funcție de gradul lor de saturare, se observă că în șrotul de in și cel de camelină proporția de acizi grași polinesaturați $\Omega 3$ a fost mai mare decât cea a acizilor grași $\Omega 6$, în timp ce în cazul șrotului de semințe de struguri și a uleiului de semințe de struguri ponderea mai mare a fost deținută de acizii grași polinesaturați $\Omega 6$; gradul mare de nesaturare a grăsimilor din șroturile de in, semințe de struguri și camelină, datorat proporției ridicate de acizi grași polinesaturați (PUFA) face ca aceste materii prime furajere să fie mai ușor degradabile (oxidabile).

CAPITOLUL 6. FORMULAREA ȘI CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A UNOR ADITIVI PROPUȘI PENTRU UTILIZARE ÎN CERCETĂRILE PROPRII

CHAPTER 6. FORMULATION AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF PROPOSED ADDITIVES

Unul din alimentele identificate de *Sommerburg ș.a. (1998)* și de *USDA (1998)* ca fiind bogat în pigmenți carotenoizi cum sunt luteina și zeaxantina este oul de găină. La păsările tinere, carotenoizii sunt depozitați în carne, însă la atingerea maturității sexuale, carotenoizii sunt mobilizați din țesuturi și transferați către organele de reproducție și ouă. În cazul găinilor ouătoare, carotenoizii sunt absorbiți și transferați în ouă (*Thurnham, 2007*).

Pigmentarea gălbenușului ouălor la găini și a pielii puilor de carne se realizează în mod normal prin utilizarea de materii prime furajere cu conținut ridicat de luteină și zeaxantină, suplimentate cu alte surse de carotenoizi naturali sau sintetici. Cele mai multe ingrediente folosite în hrana păsărilor conțin atât luteina cât și zeaxantina, luteina având o pondere considerabilă.

Materiile prime bogate în luteină folosite cel mai adesea sunt: șrotul de lucernă, porumbul galben, porumbul roșu și glutenul de porumb. Cantitatea de pigment utilizată în nutrețul administrat găinilor ouătoare este determinată de densitatea culorii galbene sau galben-portocalie, preferată de consumatori. În SUA, culoarea are o intensitate de 7-8 pe scara Roche, în timp ce în Mexic consumatorii preferă o culoare mai intensă de 11-13 pe scara Roche (*Vuilleumier, 1969*).

Pornind de la aceste considerente, în cercetările proprii întreprinse cu privire la îmbogățirea ouălor în luteină și zeaxantina, au fost elaborați doi noi aditivi furajeri xantofilici, denumiți convențional AX1 și respectiv, AX2, care au fost administrați în diferite proporții în alimentația găinilor ouătoare.

După identificarea și caracterizarea unor materii prime folosite ca surse de pigmenți xantofilici și în funcție de datele obținute, au fost formulate amestecuri specifice pentru cei doi aditivi furajeri xantofilici propuși; totodată, aceștia au făcut obiectul determinărilor chimice specifice necesare caracterizării lor nutriționale, rezultatele obținute în urma analizelor efectuate fiind prezentate în tabelul 6.1.

Aditivul furajer îmbogățit în pigmenți xantofilici (AX-1)

Formula individuală: ● Lucernă – șrot (uscat, macinat) 40%

- Porumb roșu (uscat, măcinat) 20%
- Dovleac - pulpa fruct (uscată, măcinată) 15%
- Crăite - flori (uscate, măcinate) 15%
- Gălbenele - flori (uscate, măcinate) 10%

Aditivul furajer îmbogățit în pigmenți xantofilici (AX-2)

Formula individuală: Cătina – făină de frunze (uscat , măcinat) 15%

Dovleac - pulpă (uscată , măcinată) 10%

Porumb roșu - boabe (uscate, măcinate) 35%

Crăițe - flori (uscate, măcinate) 25%

Spirulina-pulbere 15%

Tabelul 6.1/Table 6.1

Compoziția chimică a aditivilor AX-1 și AX-2*Chemical composition of AX-1 and AX-2 additives*

Specificație	AX-1		AX-2	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V
SU totală, %	88,18±0,30	0,61	89,12±0,29	0,58
Proteina brută, %	15,73±0,13	0,46	18,42±0,10	0,04
Total aminoacizi, g/100g	15,38±0,76	-	17,99±0,06	-
ac. aspartic	2,05±0,04	0,01	1,68±0,01	0,01
ac. glutamic	3,20±0,03	0,01	4,88±0,01	0,01
serina	0,32±0,06	0,01	0,42±0,01	0,01
glicina	0,85±0,05	0,01	0,89±0,01	0,01
treonina	0,84±0,07	0,02	0,69±0,01	0,01
arginina	1,07±0,02	0,01	1,54±0,01	0,01
alanina	1,03±0,03	0,01	1,36±0,01	0,01
tirozina	0,82±0,12	0,01	0,86±0,01	0,01
valina	0,97±0,07	0,01	0,95±0,01	0,01
fenilalanina	0,94±0,05	0,01	1,02±0,01	0,01
izoleucina	0,77±0,06	0,01	0,88±0,02	0,01
leucina	1,34±0,05	0,01	1,46±0,01	0,01
lizina	0,86±0,06	0,01	0,98±0,01	0,01
cistina	0,16±0,01	0,01	0,19±0,01	0,01
metionina	0,13±0,03	0,01	0,16±0,01	0,01
Grasime brută %	2,8±0,22	0,01	4,23±0,01	0,01
Celuloza brută %	19,77±0,16	0,07	12,11±0,02	0,01
Cenușă %	7,9±0,19	0,07	4,86±0,01	0,01
Calciu, (g/ 100 g)	1,01±0,08	0,01	0,95±0,01	0,01
Fosfor, (g/ 100 g)	0,43±0,06	0,01	0,50±0,01	0,01
Cupru, (mg/kg)	11,33±0,05	0,01	9,20±0,01	0,01
Fier, (mg/kg)	323,19±1,14	8,26	124,53±0,06	0,18
Mangan, (mg/kg)	32,60±0,05	0,04	14,74±0,02	0,01
Zinc, (mg/kg)	36,57±0,06	0,05	32,57±0,02	0,01
Plumb, (mg/kg)	0,09±0,01	0,01	0,07±0,01	0,01
Cadmium, (mg/kg)	0,05±0,01	0,01	0,03±0,01	0,01
Luteină+zeaxantină, mg/kg	512,47±0,82	9,48	964,32±0,12	2,67

Astfel, conținutul în substanță uscată al celor doi aditivi a fost de 88,18% pentru AX1 și respectiv, de 89,12% pentru AX2. În ceea ce privește conținutul în proteină brută, acesta a fost de 15,73% la aditivul AX1 și mai ridicat în cazul aditivului AX2, respectiv de 18,42%; corespunzător conținutului în proteina, totalul aminoacizilor determinați a fost mai crescut în cazul AX2, cu o valoare de 17,99 g/100g, comparativ cu cei din AX1 unde totalul a fost de 15,38 g/100g.

În ceea ce privește conținutul în aminoacizi, cele mai ridicate valori au fost evidențiate în cazul acidului glutamic (3,20-4,88 g/100g), iar cele mai scăzute au fost înregistrate pentru aminoacizii sulfurați, respectiv pentru metionină (0,23-0,16 g/100g) și cistină (0,16-0,19 g/100g).

Conținutul în grăsime brută al celor doi aditivi formulați a fost relativ scăzut, de doar 2,8% în cazul aditivului AX1 și respectiv de 4,23% în cazul aditivului AX2, în timp ce conținutul în celuloză brută a fost invers proporțional cu cel în grăsime și proteină, fiind mai ridicat în cazul aditivului AX1 (19,77%) și mai scăzut pentru AX2 (12,11%).

Conținutul de cenușă brută determinat a fost de 7,9%, pentru AX1, și de 4,86% pentru AX2. Dintre componentele cenușii brute, calciul s-a regăsit în cea mai mare concentrație (de 1,01 g/100g la AX1 și respectiv, 0,95 g/100g la AX2), în timp ce fosforul a fost regăsit în concentrații mai mari în aditivul AX2 (0,50 g/100g vs. 0,43g/100g pentru AX1); dintre microelemente, fierul a avut ponderea cea mai crescută, de 323,19 mg/kg în cazul aditivului AX1, și de 124,53 mg/kg, iar cele mai scăzute valori au fost înregistrate pentru conținutul de mangan (14,74 mg/kg la aditivul AX2).

Plumbul a avut valori de 0,09 mg/kg pentru aditivul AX1 și de 0,07 mg/kg pentru AX2 (mult inferioare valorii de 10 mg/kg care este limita maximă admisă prin normativele în vigoare în UE pentru materii prime furajere și furaje complementare - Directiva 2002/32/CE; Directiva 2006/77/CE); de asemenea și pentru cadmiu valorile obținute din cercetările proprii au fost de 0,05 mg/kg (AX1) și de 0,03 mg/kg (AX2), mult sub limita maximă admisă (de 1 mg/kg) conform normativelor menționate.

Concentrația de luteină și zeaxantină determinată a fost de 512,47 mg/kg în cazul aditivului xantofilic AX1 și aproape dublă în cazul aditivului AX2, respectiv de 964,32 mg/kg.

Pe baza rezultatelor obținute și prezentate cu privire la caracterizarea chimică nutrițională a celor doi aditivi furajeri propuși a fi utilizați în alimentația găinilor ouătoare se poate aprecia faptul că aceștia pot reprezenta surse importante de nutrienți și în mod special de pigmenți xantofilici (luteină și zeaxantină), iar consumul acestora prin hrană la găini ar putea fi asociat cu creșterea concentrațiilor de pigment macular în gălbenușul ouălor obținute.

CAPITOLUL 7. FORMULAREA ȘI CARACTERIZAREA NUTRIȚIONALĂ A UNOR NUTREȚURI COMBinate PROPUSE A FI UTILIZATE PENTRU OBTINEREA DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL

CHAPTER 7. NUTRITIONAL FORMULATION AND CHARACTERIZATION OF SOME COMPOUND FEEDS PROPOSED TO BE USED TO OBTAIN FUNCTIONAL EGGS

În sectorul zootehnic ca și în celelalte domenii, alinierea la cerințele impuse de către Uniunea Europeană, presupune respectarea unor limite de calitate a nutrețurilor, limite ce nu pot fi cunoscute fără o determinare prealabilă a compoziției chimice a acestora.

Odată cu descoperirea carotenoizilor de sinteză în anii 1960 și acceptarea lor pe scară largă în industria aviară în anii 1970, cercetările privind sursele naturale de pigmentare au intrat în declin pentru 20-30 de ani (*Karadas ș.a., 2006*). Dar pe fondul preocupărilor consumatorilor pentru calitatea hranei și mai ales pentru produsele naturale, atât din aditivii furajeri cât și din alimente, în ultimii ani a crescut tot mai mult atenția pentru studiul și utilizarea pigmentilor naturali (*Moeller ș.a., 2000*). În consecință, sunt căutate surse alternative de agenți naturali de pigmentare cu capacitate de intensificare a culorii gălbenușului, concomitent cu alte avantaje specifice.

Găinile nu au capacitatea de a sintetiza pigmenți, dar pot transfera circa 20-60% din pigmenții din hrana către gălbenuș (*Lokaewmanee ș.a., 2010*). Cantitatea totală de carotenoizi din organismul păsărilor ouătoare depinde de cantitatea de carotenoizi ingerați (absorbiți) și nu de conținutul lor din hrană. Până la o anumită limită există o relație direct proporțională între conținutul carotenoizilor din hrană și cantitatea de carotenoizi absorbite, însă absorbția acestora din hrana păsărilor este stimulată și de conținutul mai ridicat de grăsime, vitamina E și alți antioxidanți. Colorarea naturală a gălbenușului se consideră că este datorată xantofilelor (*Nys, 2000*).

Pe parcursul tuturor experiențelor proprii realizate, s-a determinat compoziția chimică brută atât a materiilor prime utilizate cât și a nutrețurilor combinate formulate, îmbogățite în aditivi xantofilici sau/și acizi grași nesaturați; exprimarea valorilor medii stabilite s-a făcut prin raportare la % /kg nutreț combinat, fiind analizate statistic inclusiv sub aspectul semnificației diferențelor dintre mediile diferitelor variante experimentale și de control.

7.1 Nutrețuri combinate formulate pentru obținerea de ouă îmbogățite în xantofile

Structura nutrețurilor combinate utilizate în **experimentul A1**, care a vizat utilizarea experimentală a doi noi aditivi xantofilici formulați și propuși, codificați AX1 și respectiv AX2, este prezentată în tabelul 7.1, cât și parametrii nutriționali propuși a fi realizați conform normelor NRC.

Tabelul 7.1/Table 7.1

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A1

Structure and characteristics of compound feed used in A1 experiment

Specificație	M	E1 (2%AX1)	E2 (4%AX1)	E3 (2% X2)	E4 (4%AX2)
Porumb, (%)	53,23	51,23	49,67	51,6	49,6
Șrot soia, (%)	15,71	15,98	15,56	15,79	15,79
Șrot floarea soarelui, (%)	15	15	15	15	15
AX1, (%)	-	2	4	-	-
AX2, (%)	-	-	-	2	4
Ulei, (%)	3,21	3,18	3,17	3	3
Lizină, (%)	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
Metionină, (%)	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11
Calciu, (%)	9,85	9,64	9,64	9,64	9,64
Fosfat, (%)	1,34	1,33	1,32	1,33	1,33
Sare, (%)	0,4	0,4	0,39	0,4	0,4
Colină, (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix A5, (%)	1	1	1	1	1
Total materii prime	100	100	100	100	100
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>					
EM, kcal/kg	2750	2750	2750	2750	2750
PB, %	17	17	17	17	17
GB, %	5,15	5,08	5,06	5,03	5,01
CelB, %	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5
Calciu, %	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Fosfor total %	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Sodiu, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Lizina, %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Metionina, %	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Met+cist, %	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Treonina, %	0,56	0,57	0,58	0,56	0,56
Triptofan, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Din datele prezentate, se observă faptul că rețetele utilizate s-a dorit să fie izoenergetice și izoproteice, valoarea energetică fiind stabilită la 2750 kcal EM/kg și cu un conținut de proteină brută de 17%, atât pentru lotul de control cât și pentru loturile experimentale; de asemenea, practic nu au fost avute în vedere diferențe în ceea ce privește conținutul în celuloza brută, în principalii aminoacizi esențiali și elemente minerale sau premixul vitamino-mineral, în timp ce pentru conținutul de grăsime brută calculul acestuia indica o reducere de la 5,15% la lotul de control la 5,08% și 5,06% în cazul rețetelor experimentale E1 și E2, la care s-a folosit aditivul AX1 și respectiv la 5,03% și 5,01% în cazul rețetelor utilizate la loturile experimentale E3 și E4, la care s-a folosit aditivul AX2.

Materiile prime utilizate în alcătuirea rețetelor, au fost de foarte bună calitate, iar parametrii nutriționali ai nutrețurilor combinate formulate și utilizate în cercetările întreprinse au fost în concordanță cu normele recomandate de către NRC (1994) pentru găinile ouătoare.

Compoziția chimică a nutrețurilor combinate utilizate, stabilită în urma analizelor de laborator efectuate, a indicat însă valori diferite față de cele stabilite prin calcul, îndeosebi în cazul rețetelor experimentale - rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2/Table 7.2

Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile folosite în experimentul A1

Chemical composition of compound feed used in A1 experiment

Specificație		Lotul				
		Control	E1	E2	E3	E4
Substanța uscată, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	92,27±0,06	91,22±0,06	92,28±0,02	91,41±0,03	91,62±0,04
	CV%	0,13	0,14	0,04	0,06	0,09
Proteina brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	16,99±0,07	16,47±0,06	17,56±0,05	16,07±0,04	16,97±0,10
	CV%	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
Grăsime brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	5,01±0,11	4,91±0,09	4,98±0,13	4,85±0,10	4,87±0,13
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Celuloză, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	6,14±0,08	6,48±0,08	6,62±0,11	6,53±0,12	6,15±0,09
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cenușa, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	14,31±0,06	13,60±0,09	14,14±0,06	13,68±0,11	14,49±0,07
	CV%	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02
Luteina+ zeaxantina, mg/kg	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	5,27±0,08	13,26±0,06	19,79±0,06	20,95±0,04	35,41±0,03
	CV%	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02

Astfel, dacă valoarea proteinei brute (PB) determinată pentru nutrețul combinat destinat lotului de control a fost practic egală cu cea calculată (16,99%), ca și în cazul rețetei pentru lotul E4 (16,94%), nivelul proteinei brute din nutrețul combinat utilizat în hrana loturilor experimentale E1 și E3 a fost mai scăzut (de doar 16,47% și respectiv 16,07%) iar pentru nutrețul combinat folosit la lotul experimental E2 a fost mai ridicată (17,56%). De asemenea, în ceea ce privește

conținutul de grăsime brută, au fost determinate valori ușor mai reduse față de cele stabilite prin calcul, dar care au respectat aceeași distribuție între loturi (aceasta a înregistrat valoarea de 5,01% pentru rețeta martor, în toate celelalte cazuri valorile acestui indicator fiind mai mici (4,85...4,98%).

Rezultatele obținute în urma determinării conținutului în pigmenți xantofilici (luteină și zeaxantină) din nutrețurile combinate utilizate în acest experiment au indicat pentru rețeta lotului de control o valoare medie de 5,27 mg/kg (considerată 100%), în timp ce pentru rețetele utilizate în hrana loturilor experimentale valorile au fost cu mult mai mari (de circa 250...700%) respectiv: 13,26 mg/kg (251%) și 19,79% (375%) la rețetele loturilor E1 și E2, îmbogățite cu 2% și respectiv 4% aditiv AX1 în timp ce pentru rețetele folosite la loturile E3 și E4, care au avut o concentrație de 2% și respectiv 4% aditiv AX2, valorile medii obținute în urma analizelor au fost de 20,95 mg/kg (400%) și respectiv 35,41 mg/kg (670%).

În mod similar experimentului A1, și pentru **experimentul A2** au fost formulate nutrețuri combinate specifice categoriei de găini ouătoare luate în studiu, folosind recomandările nutriționale NRC; structura și caracterizarea nutrițională a rețetelor formulate este prezentată în tabelul 7.3.

Datele prezentate indică faptul că rețetele au fost formulate pentru un conținut de proteină brută de 17%, și un aport energetic de 2750 kcal EM/kg, atât pentru lotul de control cât și pentru loturile experimentale.

Includerea în structura nutrețurilor combinate a lucernei (alături de glutenul de porumb), înlocuind parțial sau total șrotul de soia, determină în mod evident o modificare a nivelului de celuloză brută în sensul creșterii acestuia de la 6,4% (valoare specifică hranei lotului de control și lotului E1, considerată 100%) la 6,64% (+3,75%) în cazul rețetei destinate lotului E2 (cu 7,5% lucernă și 7,5% gluten în structura sa), și respectiv 6,72% (+5%) în cazul rețetei destinate lotului E3 (conținând 10% lucernă și 10% gluten în structura).

Nu au fost prevăzute diferențe între variantele experimentale în ceea ce privește conținutul în principalii aminoacizi esențiali, substanțe minerale sau rata de includere a premixului vitamino-mineral utilizat.

Și în cazul acestui experiment (A2), compoziția chimică a nutrețurilor combinate utilizate, stabilită în urma analizelor de laborator efectuate, a indicat unele valori diferite față de cele stabilite prin calcul, îndeosebi în cazul conținutului în celuloză brută și în mai mică măsura în cazul proteinei brute - rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 7.4.

Astfel, rezultatele obținute au indicat în cazul nutrețurilor combinate destinate loturilor experimentale cu includere de lucernă și gluten de porumb valori mult mai ridicate pentru conținutul în celuloza brută, de 7,73% la lotul E2 și de 8,34% la lotul E3 (aceste conținuturi fiind mai mari cu circa 27% și respectiv 37% față de cel al lotului de control).

Tabelul 7.3/Table 7.3

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A2

Structure and characteristics of compound feed used in A2 experiment

Specificație	Lotul			
	Control	E1	E2	E3
Porumb, %	53,28	53,23	52,06	53,36
Șrot soia, %	15,71	15,71	2,51	-
Șrot floarea soarelui, %	15	15	15	11,87
Gluten de porumb, %	-	-	7,5	10
Lucernă, %	-	-	7,5	10
Ulei, %	3,21	3,21	3,32	2,82
Lizina, %	0,09	0,09	0,33	0,37
Metionina, %	0,12	0,12	0,10	0,10
Carbonat de calciu, %	9,85	9,85	9,35	9,26
Fosfat %	1,34	1,34	0,99	0,90
Sare, %	0,4	0,4	0,34	0,32
Luteină, %	-	0,05	-	-
Colină, %	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix A5, %	1	1	1	1
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>				
SU, %	87,44	87,44	81,26	79,09
EM, kcal/kg	2750	2750	2750	2750
PB, %	17	17	17	17
GB, %	4,9	4,9	4,7	4,6
CelB, %	6,4	4	6,64	6,72
Calciu, %	3,9	3,9	3,9	3,9
Fosfor, %	0,7	0,7	0,75	0,75
Sodiu, %	0,17	0,17	0,17	0,17
Clor, %	0,32	0,32	0,32	0,31
Lizina, %	0,8	0,8	0,8	0,8
Metionina, %	0,41	0,41	0,41	0,41
Met+cist, %	0,69	0,69	0,69	0,69
Treonina, %	0,61	0,61	0,5	0,47
Triptofan, %	0,18	0,18	0,18	0,17

Din punct de vedere al conținutului în proteină brută, valoarea medie obținută în urma analizelor efectuate pentru nutrețul combinat destinat lotului de control a fost practic egală cu cea calculată (16,99%), ca și în cazul rețetei pentru lotul E1 (16,96%), în timp ce valorile obținute în cazul nutrețurilor combinate destinate celor două variante experimentale care au inclus proporții diferite de lucernă și gluten de porumb E2 și E3 au fost ușor diferite, respectiv 17,37% la

rețeta E2 (cu 7,5% lucernă și 7,5% gluten) și 16,72% la E3 (cu 10% lucernă și 10% gluten). Conținutul de grăsime brută determinat în nutrețurile combinate analizate a fost de circa 5% (4,97-5,01%) la lotul de control și lotul E1, și de 5,29% la rețeta pentru lotul E2 și respectiv 5,07% la nutrețul combinat destinat lotului E3.

Având în vedere categoria de animale luată în studiu în experiment, este interesant și trebuie remarcat faptul că includerea lucernei și a glutenului de porumb în structurile de nutreț combinat a antrenat o scădere a conținutului total de minerale (respectiv cenușa brută) în relație și cu nivelul de includere al celor două ingrediente menționate

Tabelul 7.4/Table 7.4

Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile folosite în experimentul A2
Chemical composition of compound feed used in A2 experiment

Specificație		Control	E1	E2 (7,5%lucernă 7,5% gluten)	E3 (10%lucernă 10% gluten)
Substanța uscată, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	92,27±0,04	92,35±0,04	91,64±0,03	91,68±0,05
	CV%	0,09	0,10	0,07	0,10
Proteina brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	16,99±0,04	16,96±0,04	17,37±0,05	16,72±0,14
	CV%	0,01	0,01	0,02	0,05
Grăsime brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	5,01±0,10	4,97±0,11	5,29±0,09	5,07±0,10
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
Celuloza, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	6,11±0,07	6,08±0,08	7,73±0,07	8,34±0,07
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
Cenușa, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	14,33±0,05	11,68±0,05	12,75±0,03	9,79±0,05
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
Luteina+zeaxantina, mg/kg	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	5,25±0,09	24,63±0,03	17,81±0,04	21,78±0,04
	CV%	0,01	0,07	0,01	0,02

Rezultatele obținute pentru conținutul în pigmenti xantofilici (luteină și zeaxantină) din nutrețurile combinate utilizate în acest experiment au indicat pentru rețeta lotului de control o valoare medie de 5,25 mg/kg (considerată 100%), în timp ce pentru loturile experimentale valorile au fost cu mult mari (de circa 340...470%), după cum urmează: circa 24,63 mg/kg (470%) pentru lotul E1 (nutreț combinat similar celui de control dar cu 0,05% luteină inclusă), circa 17,81 mg/kg (340%) pentru lotul E2 și 21,78 mg/kg (415%) la lotul E3.

În ceea ce privește **experimentul A3**, nutrețurile combinate propuse a fi utilizate au fost formulate de asemenea izoenergetic și izoproteic, pentru toate variantele experimentale inclusiv lotul de control, pentru o valoare energetică de 2800 kcal EM/kg și un conținut de proteină brută de 16,70%, corespunzător vârstei găinilor ouătoare care au constituit materialul biologic experimental; în tabelul 7.5 sunt prezentate structura și caracteristicile nutriționale calculate la formularea acestor nutrețuri.

Tabelul 7.5/Table 7.5

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A3

Structure and characteristics of compound feed used in A3 experiment

Specificație	Lotul			
	M	E1	E2	E3
<i>Porumb,%</i>	4,56	-	-	-
Gluten de porumb,%	-	5,00	10,00	10,00
Lucerna granule,%	-	5,00	5,00	10,00
<i>Mălai furajer,%</i>	30,00	25,00	25,00	25,00
<i>Grâu,%</i>	24,35	32,85	41,80	36,63
<i>Șrot soia,%</i>	23,04	2,95	-	-
<i>Șrot fl. soarelui,%</i>	4,32	13,81	5,94	5,01
<i>Ulei vegetal,%</i>	3,50	3,50	1,52	1,50
Lizina,%	0,02	0,40	0,45	0,48
Metionina,%	0,18	0,17	0,14	0,18
Treonina%	0,04	0,09	0,10	0,13
Carbonat Ca,%	9,67	9,53	9,58	9,60
Fosfat monocalcic%	1,06	0,61	0,42	0,42
Sare,%	0,23	0,14	0,10	0,10
Formiat de Na,%	0,16	0,20	0,20	0,20
Micofix,%	0,10	0,05	0,05	0,05
Fortibac (acid butiric)	0,20	0,10	0,10	0,10
PoultryStar (probiotic)	-	0,10	0,10	0,10
Premix A5 0,5%	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100	100	100	100
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>				
EM, kcal/kg	2800,00	2800,00	2800,00	2800,00
PB, %	16,70	16,70	16,70	16,70
Lizina, %	0,80	0,80	0,80	0,80
Metionina, %	0,43	0,43	0,41	0,43
Met.+cist., %	0,73	0,71	0,71	0,71
Treonina, %	0,67	0,56	0,56	0,56
Triptofan, %	0,18	0,17	0,18	0,18
GB, %	5,71	5,43	5,23	5,49
Celuloza,%	5,00	6,17	4,98	5,00
Ca, %	3,90	3,90	3,90	3,90
P, %	0,62	0,64	0,64	0,61

Față de lotul de control cu o dietă bazată pe șrot de soia și porumb și mălai furajer, nutrețurile combinate formulate pentru loturile experimentale au inclus în structura lor diferite proporții de gluten de porumb și lucernă granulată, în defavoarea porumbului și mălaiului furajer și a șrotului de soia dar și cu o creștere a proporțiilor de grâu și șrot de floarea soarelui; aceste modificări au antrenat unele diferențieri între rețete în ceea ce privește nivelul de grăsime bruta și celuloza

(tab.7.5); astfel, în cazul rețetei propuse pentru lotul E1 nivelul celulozei brute a depășit ușor 6%, față de un nivel mediu de circa 5% în cazul celorlalte variante experimentale (inclusiv lotul de control). Nu au fost propuse diferențieri între variantele experimentale în ceea ce privește conținutul rețetelor în principalii aminoacizi esențiali (lizina, metionina+cisitina, treonina), substanțe minerale, premixuri sau alți aditivi specifici utilizați.

Tabelul 7.6/Table 7.6

Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile utilizate în experimentul A3

Chemical composition of compound feed used in A3 experiment

Specificare		Lotul			
		Control	E1	E2	E3
Proteina brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	17,14±0,13	17,06±0,10	16,82±0,11	16,90±0,11
	CV%	0,04	0,04	0,04	0,04
Grasime brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	5,33±0,08	5,31±0,10	5,18±0,14	5,20±0,09
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
Celuloza, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	5,13±0,10	6,21±0,25	5,14±0,10	5,10±0,09
	CV%	0,01	0,03	0,01	0,01
Cenușa, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	14,02±0,33	13,40±0,04	13,14±0,15	13,80±0,14
	CV%	0,10	0,01	0,04	0,04
Ca, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	3,93±0,05	3,97±0,01	3,95±0,01	3,95±0,03
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
P, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	0,64±0,01	0,65±0,01	0,65±0,01	0,63±0,09
	CV%	0,01	0,01	0,01	0,01
Luteina+zeaxantina, mg/kg	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	6,38±0,07	20,50±0,23	33,14±0,24	37,20±0,29
	CV%	0,01	0,10	0,18	0,25

Analizele de laborator efectuate nutrețurilor combinate utilizate, au indicat în cazul acestui experiment (A3) valori ale compoziției chimice apropiate de cele stabilite prin calcul, înregistrându-se unele valori diferite îndeosebi între variantele experimentale în cazul proteinei brute - rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 7.6; astfel conținutul în proteină brută a avut valori medii de 17,14%, în hrana lotului de control, de 17,06% în hrana lotului E1, de 16,82 % în hrana lotului E2 și de 16,90% în hrana lotului E3.

Grăsimea brută din nutrețuri reieșită în urma determinărilor efectuate a avut valori medii de 5,33% pentru rețeta martor, de 5,31% pentru rețeta experimentală E1, de 5,18% pentru rețeta lotului E2 și de 5,20% la lotul E3.

Pentru celuloză, similar valorilor calculate inițial, valoarea mai ridicată (6,21%) a fost regăsită în nutrețul combinat destinat lotului E1, comparativ cu un nivel mediu de circa 5,10% înregistrat în nutrețurile destinate lotului de control și loturilor experimentale E2 și E3.

Conținutul în pigmenți xantofilici (luteina și zeaxantina) din nutrețurile combinate utilizate în experiment au înregistrat valori diferite și crescând în relație directă cu adaosul de gluten de porumb și de lucerna din fiecare rețetă, astfel

încât la rețeta lotului de control s-a determinat o valoare medie de 6,38 mg/kg (100%), în timp ce pentru loturile experimentale valorile medii înregistrate au fost de 20,50 mg/kg la lotul E1 (320%), de 33,14 mg/kg pentru lotul E2 (525%) și de 37,20 mg/kg pentru lotul E3 (590% față de nivelul specific pentru lotul de control).

7.2 Nutrețuri combinate formulate pentru obținerea de ouă cu conținut ridicat în acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți

Rețetele îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 cresc atât sensibilitatea membranelor celulare la inducerea stresului oxidativ în organismul animal cât și susceptibilitatea produselor la oxidarea lipidică, care deteriorează calitatea cărnii și a ouălor, ceea ce determina reducerea acceptării lor de către consumator.

Grăsimile cu acizi grași polinesaturați sunt foarte sensibile la reacțiile de oxidare pe perioada păstrării/depozitării și este posibil să devină râncede la temperaturi ridicate. Prezența grăsimilor și a uleiurilor în rețetele păsărilor oferă un mediu adecvat pentru râncezire, iar nutrienții din furaje au capacitatea de a reacționa cu oxigenul pentru a forma radicali liberi. Profilul de acizi grași este caracteristic speciei, hibridului, dar mai ales determinat de structura nutrețului combinat respectiv de ingredientele utilizate.

În cazul păsărilor, există o relație directă între nivelul de acizi grași din hrana și concentrația lor în țesuturi, fapt mai evident pentru conținutul de acidul α linolenic din hrană, și mai puțin pentru acidul docosahexanoic.

Ouăle reprezintă un model aproape perfect de transfer nutrițional din hrana în țesutul animal, profilul de acizi grași din gălbenuș fiind strâns legat de profilul de acizi grași din rațiile găinilor. Râncezirea poate fi evitată prin adăugarea de antioxidanți în furaje.

Eficiența antioxidanților depinde de doza administrată. Într-o concentrație scăzută până la moderată aceștia fiind capabili de a conferi avantaje, în timp ce, într-o concentrație foarte ridicată se pot comporta ca pro-oxidanți, datorită implicării lor în reacțiile de inițiere și, ca urmare, pot avea efecte dăunătoare pe termen lung.

Tescovina de struguri este un produs secundar vinicol, care reprezintă totalitatea părților vegetale componente ale strugurilor folosiți la obținerea mustului sau a vinului prin procedeul de presare și care poate fi nefermentat ori se poate afla în diferite stadii de fermentație alcoolică. Tescovina este formată din coji, semințe și ciorchine, în funcție de tehnologia de procesare a strugurilor, reprezentând aproximativ 20% din greutatea strugurilor supuși transformării în vin; este o sursă bogată în polifenoli. Distribuția polifenolilor în pielea și semințe este diferită: pielea strugurilor roșii este bogată în antociani, acizi

hidroxicinamici și flavonol-glicozide, în timp ce semințele de struguri conțin în principal flavonoli.

Experimentul B1 a vizat utilizarea în structura nutrețului combinat destinat găinilor ouătoare a șrotului de in și a uleiului de semințe de struguri ca surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți, în scopul obținerii de ouă cu conținut îmbogățit în aceste elemente țintă.

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experiment sunt prezentate în tabelul 7.7.

Nutrețurile combinate destinate utilizării în acest experiment au respectat recomandările NRC pentru raportul energo-proteic (164), fiind formulate atât pentru lotul de control cât și pentru cele două loturi experimentale (care au inclus 2% și respectiv 4% ulei de semințe de struguri, dar și 5% șrot de in în ambele variante) cu un nivel energetic de 2720 kcal EM/kg; conținutul în proteină brută a fost calculat la aceeași valoare pentru toate rețetele experimentului (16,55%). În ceea ce privește conținutul lipidic al rețetelor formulate, acesta a variat de la 3,75% în cazul rețetei destinate lotului de control, la 4,18% pentru rețeta destinată lotului E1 și respectiv la 5,72% pentru rețeta specifică lotului E2, în relație directă cu nivelul de includere al uleiului de semințe de struguri în aceste rețete; diferențe s-au remarcat și în ceea ce privește nivelul celulozei brute, care a avut o valoare de 4,39% la rețeta martor, de 5,39% pentru rețeta E1 și de 5,77% pentru rețeta E2. În ceea ce privește nivelul pentru calciu și fosfor, acesta a fost practic constant la toate rețetele experimentului, nivelul calculat al acestora fiind de 3,90% la calciu și de 0,64% la fosfor.

Din analiza valorilor medii stabilite în urma determinărilor chimice efectuate - date prezentate în tabelul 7.8 - s-a remarcat faptul că nutrețurile combinate utilizate în cadrul experimentului B1 au avut următoarele caracteristici nutriționale: substanța uscată pentru rețetele din experiment a fost de circa 90% la toate variantele experimentale, conținutul în proteină brută a fost de 16,65% pentru nutrețul lotului de control, de 16,47% în nutrețul destinat lotului E1 (cu 2% ulei de semințe de struguri) și de 17,04% în nutrețul combinat pentru lotul E2 (cu 4% ulei de semințe de struguri), conținutului lipidic a fost de 3,50 % pentru rețeta lotului de control, de 3,93% pentru nutrețul lotului E1 și de 4,7% pentru nutrețul lotului E2; au fost evidențiate diferențe între variantele experimentale și în ceea ce privește conținutul în celuloză brută, care a fost de 4,51% la rețeta de control și de 4,71% în nutrețul destinat lotului E1 și respectiv de 6,06% în nutrețul destinat lotului E2.

Tabelul 7.7/Table 7.7

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B1

Structure and characteristics of compound feed used in B1 experiment

Specificație	Lotul		
	M	E1	E2
Porumb, (%)	38,65	53,37	26,95
Grâu, (%)	20	-	26
Șrot soia, (%)	18,88	11,41	6
Șrot floarea soarelui, (%)	7	14,67	18,5
Șrot in, (%)	-	5	5
Ulei semințe struguri, (%)	-	2	4
Ulei floarea soarelui, (%)	2,25	-	-
Metionina, (%)	0,11	0,16	0,17
Lizina, (%)	-	0,21	0,33
Carbonat de calciu, (%)	10,5	10,47	10,54
Fosfat dicalcic, (%)	1,2	1,29	1,11
Sare, (%)	0,36	0,37	0,35
Colina, (%)	0,05	0,05	0,05
Premix, A5 (%)	1	1	1
Total	100	100	100
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>			
Substanța uscată, %	87,6	88,00	88,79
Energia metabolizabilă, kcal/kg	2720,00	2720,00	2721,52
Proteina brută, %	16,55	16,55	16,55
Grăsime brută, %	3,75	4,18	5,72
Celuloza brută, %	4,39	5,39	5,77
Calciu, %	3,90	3,90	3,90
Fosfor total, %	0,64	0,64	0,64
- din care, disponibil (%)	0,36	0,36	0,36
Sodiu, %	0,16	0,16	0,16
Clor, %	0,27	0,32	0,33
Lizina, %	0,77	0,77	0,77
Metionina, %	0,38	0,42	0,42
Met.+cist., %	0,67	0,67	0,67
Treonina, %	0,60	0,52	0,47
Triptofan, %	0,19	0,16	0,16
Acid linoleic, %	2,32	2,27	3,09
Raport EM/PB	164,35	164,35	164,44

Tabelul 7.8/Table 7.8

Compoziția chimică a nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B1

Chemical composition of compound feed used in B1 experiment

Specificație		Lotul		
		Control	E 1	E 2
Substanța uscată, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	89,65±0,16	89,73±0,19	90,72±0,11
	V	0,33	0,39	0,35
Proteina brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	16,65±0,11	16,47±0,05	17,04±0,04
	V	0,4	0,6	0,55
Grasime brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3,50±0,14	3,93±0,07	4,79±0,13
	V	0,14	0,15	0,17
Celuloza, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	4,51±0,10	4,71±0,10	6,06±0,08
	V	0,12	0,13	0,19
Cenușa, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	11,99±0,08	12,71±0,05	12,66±0,09
	V	0,21	0,23	0,22

Și în cazul **experimentului B2**, nutrețurile combinate au fost formulate pentru toate variantele experimentale având în vedere caracteristicile nutriționale specifice hibridului ouător folosit în cercetare, conform recomandărilor sistemului NRC, fiind caracterizate printr-o valoare izoenergetică de 2750 kcal EM/kg, un conținut izoproteic de 16,70% corespunzător vârstei păsărilor, și cu un nivel constant al calciului (de 3,80%) și al fosforului (de 0,67%); în ceea ce privește conținutul în principalii aminoacizi esențiali, acesta a avut de asemenea valori similare și constante pe durata derulării experimentului la toate rețetele formulate - așa cum se poate observa din datele prezentate în tabelul 7.9.

Determinările efectuate privitor la analiza chimică a nutrețurilor combinate utilizate au evidențiat un conținut lipidic ușor mai redus coroborat cu un nivel ușor mai ridicat de celuloza brută în nutrețurile destinate loturilor experimentale comparativ cu cel din nutrețul destinat lotului de control (datorat reducerii proporției de participare a uleiului) și un conținutul proteic relativ constant și apropiat celui prevăzut prin calcul la formularea rețetelor pentru toate variantele experimentale - datele fiind prezentate în tabelul 7.10.

Nu au fost evidențiate, pentru parametri nutriționali determinați prin analizele efectuate, alte diferențe nutriționale majore între variantele experimentale, care să fie relevante pentru obiectivele urmărite în experimentul în cauză.

Tabelul 7.9/Table 7.9

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B2
Structure and characteristics of compound feed used in B2 experiment

t	Lotul				
	M1	M2	E1	E2	E3
Porumb, (%)	38,65	57,94	55,94	55,58	55,2
Grâu, (%)	20	-	-	-	-
Șrot soia, (%)	18,88	16,91	16,91	18,33	19,7
Șrot floarea soarelui, (%)	7	4,05	4,05	2	-
Șrot in, (%)	-	7	7	7	7
Tescovină, (%)	-	-	2	3	4
Ulei, (%)	2,25	0,50	0,50	0,51	0,52
Metionina, (%)	0,11	0,19	0,19	0,19	0,19
Lizina, (%)	-	0,13	0,13	0,1	0,08
Carbonat de Ca, (%)	10,5	10,48	10,48	10,48	10,49
Fosfat dicalcic, (%)	1,2	1,37	1,37	1,38	1,39
Sare, (%)	0,36	0,38	0,38	0,38	0,38
Colina, (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix, A5 (%)	1	1	1	1	1
Total materii prime	100	100	100	100	100
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>					
EM, kcal/kg	2750	2750	2750	2750	2750
PB, %	16,70	16,70	16,70	16,70	16,70
GB, %	4,50	4,25	4,25	4,25	4,25
CelB, %	4,60	4,70	4,90	4,90	4,90
Calciu, %	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Fosfor total %	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Sodiu, %	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Lizina, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Metionina, %	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Met+cist, %	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Treonina, %	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Triptofan, %	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

Tabelul 7.10/Table 7.10

Compoziția chimică a nutrețurilor utilizate în experimentul B2
Chemical composition of compound feed used in B2 experiment

Specificație		Lotul				
		M1	M2	E1	E2	E3
Substanța uscată, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	90,29±0,62	90,50±0,64	90,42±0,63	90,60±0,64	90,42±0,60
	CV%	0,88	0,97	1,05	1,10	1,20
Proteina brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	16,68±0,24	16,70±0,24	16,72±0,22	16,65±0,24	16,63±0,22
	CV%	0,54	0,68	0,70	0,48	0,72
Grăsime brută, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	4,82±0,24	4,43±0,15	4,48±0,13	4,56±0,15	4,64±0,14
	CV%	0,22	0,34	0,24	0,31	0,30
Celuloza, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	4,73±0,19	5,01±0,22	4,98±0,24	5,05±0,23	5,08±0,24
	CV%	0,36	0,41	0,38	0,28	0,32
Cenușa, (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	12,88±0,44	12,63±0,38	12,68±0,41	13,08±0,43	13,23±0,48
	CV%	0,44	0,38	0,40	0,31	0,34

Tabelul 7.11 / Table 7.11

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B1
Structure and characteristics of compound feed used in experiment B1

Specificare	Lotul	
	M	E
Porumb, %	50,48	51,09
Șrot din semințe struguri, %	-	1
Șrot de camelină, %	-	2
Șrot in (Extrulin), %	-	3
Șrot de soia, %	19,38	22,05
Șrot de floarea soarelui, %	15	7,27
Ulei vegetal, %	3,11	1,51
Lizina, %	0,05	-
Metionina, %	0,19	0,21
Treonina, %	0,06	0,06
Carbonat de calciu, %	9,32	9,32
Fosfat monocalcic, %	1,20	1,27
Sare, %	0,27	0,27
Bicarbonat de sodiu, %	0,15	0,15
Micofix, %	0,1	0,1
Biotronic Top3, %	0,2	0,2
Premix A 5 (0,5%)	0,5	0,5
Total	100	100
<i>Parametri nutriționali - valori propuse, calcul teoretic</i>		
EM, kcal/kg	2750	2750
PB, %	17	17
GB, %	4,5	4,4
CelB, %	6,7	6,3
Calciu,%	3,9	3,9
Fosfor total %	0,7	0,7

Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în **experimentul B3** sunt prezentate în tabelul 7.11; acest experiment, desfășurat în condiții de macrotest, a vizat includerea ca surse specifice de acizi grași polinesaturați omega3 și antioxidanți în nutrețul combinat destinat găinilor ouătoare a șrotului de semințe de struguri, a șrotului de camelina și a șrotului de in (produsul Extrulin).

În urma analizelor chimice efectuate pentru nutrețurile combinate utilizate în experimentul B3, a rezultat faptul că între cele două variante experimentale cât și față de valorile rezultate prin calcul la formularea nutrețurilor nu s-au evidențiat diferențe majore (cu excepția conținutului total de substanțe minerale, exprimat ca cenușă); astfel valoarea proteinei brute a fost de 17,05% pentru hrana lotului de control și de 16,92% în hrana lotului experimental, în cazul grăsimii brute valorile determinate au fost de 4,55% la lotul de control și de 4,34% la lotul experimental, în timp ce valorile determinate pentru conținutul în celuloza brută au fost de 7,11% la lotul de control și de 6,88% la lotul experimental (ușor mai ridicate față de cele previzionate prin calcul). În ceea ce privește conținutul de cenușă din nutrețurile analizate, valorile obținute au fost de 14,9% în hrana lotului de control și de doar 11,63% pentru nutrețului destinat lotului experimental - datele fiind prezentate în tabelul 7.12.

Tabelul 7.12/Table 7.12

Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile utilizate în experimentul B3

Chemical composition of compound feed used in B3 experiment

Specificație		Lotul	
		C	E
Substanța uscată, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	90,59±0,64	90,42±0,69
	CV%	1,17	1,25
Proteina brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	17,05±0,54	16,92±0,22
	CV%	0,21	0,08
Grăsimi brută, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	4,55±0,15	4,34±0,42
	CV%	0,01	0,03
Celuloza, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	7,11±0,19	6,88±0,24
	CV%	0,02	0,03
Cenușa, (%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	14,98±1,04	11,63±0,18
	CV%	0,31	0,04

Datele prezentate în tabelul 7.13, reflectă raportul acizilor grași din nutrețurile analizate, în funcție de gradul lor de saturare, evidențiind faptul că în cazul hranei utilizate la lotul experimental acesta a fost mai apropiat de raportul considerat optim, valoarea acestuia fiind de 3,74 față de 7,21 la hrana lotului de control.

Tabelul 7.13/Table 7.13

Raportul acizilor grași din nutrețuri în funcție de gradul de saturare (exp. B3)

Fatty acid ratio of compound feeds according to the degree of saturation

Specificare	Lotul	
	C	E1
SFA / UFA	0,18	0,16
PUFA / MUFA	2,48	2,08
$\Omega 3$ (g/100g grăsime)	7,28	12,26
$\Omega 6$ (g/100g grăsime)	52,74	45,82
$\Omega 6/\Omega 3$	7,31	3,74

În figura 7.1, este reprezentată grafic proporția diferitelor tipuri de acizi grași din nutrețurile combinate ce au intrat în componența rețetelor utilizate în acest experiment; astfel, se remarcă la rețeta experimentală o proporție de 58,13%, pentru acizii grași polinesaturați, respectiv de 27,89% pentru acizii grași mononesaturați și de 13,98% pentru acizii grași saturați, față de rețeta destinată lotului de control la care aceste proporții au fost de 60,02% în cazul acizilor grași polinesaturați și respectiv de 24,40% pentru acizii grași mononesaturați și de 15,78% pentru acizii grași saturați.

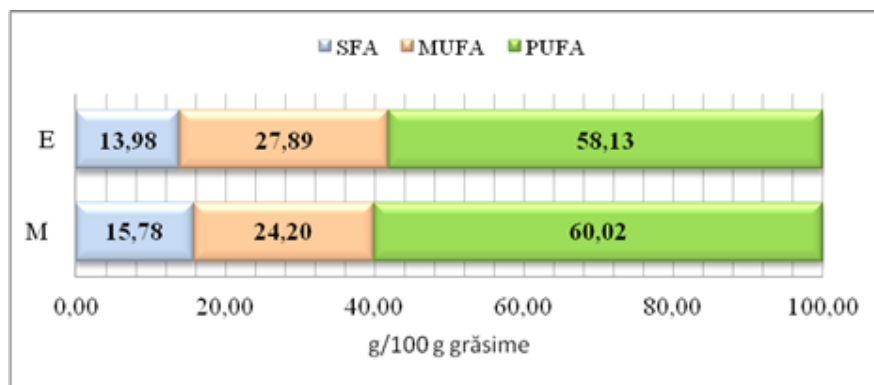


Fig. 7.1 Proporția acizilor grași din nutrețurile combinate - exp. B3

Fig. 7.1 Proportion of fatty acids in compound feed - exp. B3

Concluzii parțiale

Nutrețurile combinate propuse a fi utilizate au fost formulate în cazul tuturor experimentelor proprii, pentru toate variantele experimentale, având în vedere caracteristicile nutriționale specifice hibridului ouător folosit în cercetare, conform recomandărilor sistemului NRC, fiind în general caracterizate printr-o valoare izoenergetică de 2750 kcal EM/kg și un conținut izoproteic de 16,70% corespunzător vârstei păsărilor, cu un nivel relativ constant al calciului (de 3,70-3,90%) și al fosforului (de 0,64-0,70%); în ceea ce privește conținutul în principalii

aminoacizi esențiali, acesta a avut de asemenea valori similare și constante pe durata derulării experimentului la toate rețetele formulate.

În cazul fiecărui experiment, structura nutrețurilor combinate destinate loturilor experimentale s-a diferențiat de cea specifică lotului de control prin includerea, în diferite proporții, a unor factori experimentali specifici, reprezentați în cazul seriei A de experimente (A1, A2 și A3) de surse specifice de pigmenți xantofili iar în cazul seriei B de experimente (B1, B2 și B3) de surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți naturali; includerea factorilor experimentali și proporțiile diferite de includere a lor au determinat modificări de structură a rețetelor în ceea ce privește rata de includere a unor ingrediente uzuale (porumb/grâu, șrot de soia/șrot de floarea soarelui). Nu au existat diferențe între rețetele formulate în ceea ce privesc premixurile vitamino-minerale utilizate sau includerea altor aditivi furajeri nerelevanți pentru obiectivele cercetărilor efectuate.

Analizele chimice efectuate pentru nutrețurile combinate au confirmat în general caracteristicile nutriționale avute în vedere la formularea acestora.

CAPITOLUL 8. EVALUAREA INFLUENȚEI FACTORILOR EXPERIMENTALI STUDIAȚI ASUPRA PERFORMANȚELOR PRODUCTIVE REALIZATE ȘI ASUPRA CALITĂȚII OUĂLOR OBTINUTE

CHAPTER 8. EVALUATION OF THE INFLUENCE OF EXPERIMENTAL FACTORS STUDIED ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE AND ON THE QUALITY OF EGGS

Dintre alimentele prezente în coșul zilnic al consumatorului român, ouăle reprezintă un model aproape perfect de transfer nutrițional, aspect evident atât în cazul pigmentilor carotenoizi din hrană regăsiți în gălbenușul oului cât și în ceea ce privește transferul fracțiunilor lipidice, profilul de acizi grași din gălbenuș fiind strâns legat de profilul de acizi grași din nutrețurile folosite în alimentația găinilor ouătoare - ambele aceste cazuri fiind luate în studiu în cadrul cercetărilor proprii întreprinse în scopul obținerii de ouă cu un conținut semnificativ mai ridicat în aceste elemente nutriționale, care sa le poată conferi caracterul de "aliment funcțional".

8.1. Rezultate privind efectul folosirii unor surse specifice de xantofile în alimentația găinilor ouătoare (seria de experimente A)

Pigmentarea gălbenușurilor de ou și a pielii puilor de carne se realizează în mod normal prin utilizarea în hrana păsărilor a unor materii prime furajere cu conținut ridicat de luteină și zeaxantină, suplimentate cu alte surse de carotenoizi naturali sau sintetici. Materiile prime bogate în luteină includ de regula făina sau șrotul de lucernă, varietățile de porumb galben și roșu și glutenul de porumb; unele subproduse rezultate din diferite industrii alimentare pot contribui de asemenea la diversificarea gamei de resurse de interes furajer inclusiv sub acest aspect.

Legislația europeană în vigoare (Regulamentul 1831/2003) limitează adăugarea pigmentilor carotenoizi și xantofilici (naturali sau de sinteză) în nutrețurile pentru găini ouătoare la nivelul de 80 ppm (mg/kg) (cu excepția cantaxantinei, limitată la 8 ppm, susceptibilă de a forma cristale în retina la om în cazul unui aport în exces).

Luteina se întâlnește atât în ingredientele furajere cât și în diverși aditivi în asociere cu zeaxantina, în diferite rapoarte (1: 0.1...0.8); ca atare, nu este posibilă o evaluare separată a eficienței de pigmentare a luteinei în special pentru că zeaxantina conduce la culoare vizibil mai intensă decât luteina. Prin urmare, suplimentarea cu luteină este doar rareori calculată ca atare, fiind calculată mai degrabă ca făcând parte

din totalul xantofilelor. Luteina și zeaxantina din ouă poate varia considerabil, fiind dependentă de tipul de nutreț administrat găinilor, precum și de condițiile de creștere. În cazul păsărilor crescute la sol, s-a observat o concentrație de carotenoizi de două ori mai mare în gălbenuș față de cele crescute în baterii.

Fructele și legumele de culoare verde închis sunt surse importante de luteină și zeaxantină. Însă și gălbenușul de ou, care este o matrice compusă din lipide digeribile, colesterol, trigliceride, fosfolipide, conține și xantofile (luteină și zeaxantină) dispersate în conținutul său alături de alți nutrienți liposolubili - cum sunt vitaminele liposolubile. Din fericire, matricea lipidică a gălbenușului de ou constituie o sursă alimentară din care luteina și zeaxantina au, după cum dovedesc o serie de cercetări recente, o biodisponibilitate mai mare decât aceea din surse vegetale.

Luteina din plante se găsește în mod normal sub forma esterificată, în timp ce luteina din ouă este în forma ei liberă. S-a considerat până de curând că biodisponibilitatea luteinei nu este atât de mult influențată de esterificarea ei, ci de solubilizarea în matricea alimentului. Studii recente au arătat însă că nivelurile de luteină din ser, precedate de administrarea de luteina sub forma liberă, au fost cu 20 % mai mari când au fost comparate cu cele datorate suplimentării cu luteina esterificată.

În cercetările proprii care fac obiectul acestei lucrări, utilizarea unor astfel de resurse specifice, cu conținut ridicat de xantofile, în alimentația găinilor ouătoare, s-a făcut (așa cum s-a mai arătat) în cadrul **seriei A de experimente** și a permis punerea în evidență și cuantificarea influenței și efectelor determinate de factorii experimentali studiați asupra principalelor performanțe bioproductive dar și în ceea ce privește modificarea unor caracteristici de calitate a ouălor obținute - conform protocolului de organizare a experimentelor din aceasta serie, prezentat în figura 4.2 (capitolul 4).

Referitor la rezultatele obținute în **experimentul A1**, care a vizat utilizarea unor aditivi xantofilici originali (codificați AX1 și respectiv AX2, formulați specific folosind surse naturale de pigmenți xantofilici și folosiți fiecare în două rate de includere distincte) performanțele de producție obținute la hibridii ouători luați în studiu sunt prezentate în tabelul 8.1.

Astfel, în ceea ce privește consumul de hrană, din datele prezentate se observă faptul că la toate loturile experimentale s-a înregistrat un consum mediu zilnic practic egal sau ușor mai redus (cu 1,5...3,2%) comparativ cu cel înregistrat la lotul de control.

Consumurile specifice de nutreț combinat calculate pentru un kg de ou produs au fost și ele cu 1,5...3 % mai mici comparativ cu cel înregistrat la lotul de control (cu excepția lotului E3 la care s-a înregistrat o valoare a consumului specific apropiată de cea de la lotul de control); reducerea consumului specific creează premisele pentru o eficiență economică superioară îndeosebi în condițiile obținerii unor produse (ouă) cu proprietăți de calitate îmbunătățite și care ar putea fi valorificate la o valoare de piață sporită.

Tabelul 8.1/Table 8.1

Performante bioproductive realizate - experimentul A1
Bioproductive performances - experiment A1

Specificație		Lotul				
		Control	E1	E2	E3	E4
Consum mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	120,64 ±0,35	116,58 ±0,60	118,15 ±0,25	120,59 ±0,29	118,88 ±0,08
	% fata de C	100	96,75	97,93	99,97	98,54
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,02±0,01	1,97±0,01	1,99±0,01	1,96±0,02	2,03±0,01
	% fata de C	100	97,52	98,51	97,03	100,50
Greutatea medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	63,09±0,2	62,13±0,12	63,18±0,14	63,06±0,18	60,94±0,1
	% fata de C	100	98,48	100,14	99,95	96,60
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	96,19±0,08	97,19±0,07	95,25±0,03	98,24±0,16	97,45±0,11
	% fata de C	100	101,04	99,02	102,13	101,31

În ceea ce privește greutatea medie a ouălor produse, rezultatele obținute nu au indicat diferențe majore între variantele experimentale E1, E2 și E3 față de valoarea medie înregistrată la lotul de control (variațiile fiind cuprinse în intervalul -1,5...+0,14%) cu excepția lotului E3 a cărui medie a fost cu circa 3% mai mică decât la toate celelalte loturi.

Intensitatea de ouat înregistrată la găinile din loturile experimentale a fost cu 1-2% mai mare față de cea stabilită la lotul de control, cu excepția lotului E2 la care valoarea calculată a fost ușor (cu 1%) mai redusă.

Structura pe componente majore a ouălor obținute, prezentată grafic în figura 8.1, a evidențiat faptul că, gălbenușul a avut ce mai mare proporție în cazul ouălor obținute la lotul de control (unde a reprezentat 16,7 g în total ou), la toate cele patru loturi experimentale contribuția gălbenușului în total ou fiind cu 1...1,5 g mai redusă (cel mai mic aport al gălbenușului în structura ouălor a fost înregistrat la lotul E4, unde greutatea medie a acestuia a fost de numai 14,21 g/ou, cu 15% mai redusă față de valoarea de la lotul de control).

Cantitatea de albuș în ou a fost mai mare în cazul tuturor celor patru loturi experimentale, comparativ cu valoarea înregistrată pentru lotul de control.

Aportul cojii minerale în structura ouălor nu a fost influențat de factorii experimentali studiați, valorile medii ale greutateii acesteia variind în limite strânse în jurul celei înregistrate la ouăle obținute de la găinile din lotul de control (circa 8 g/ou).

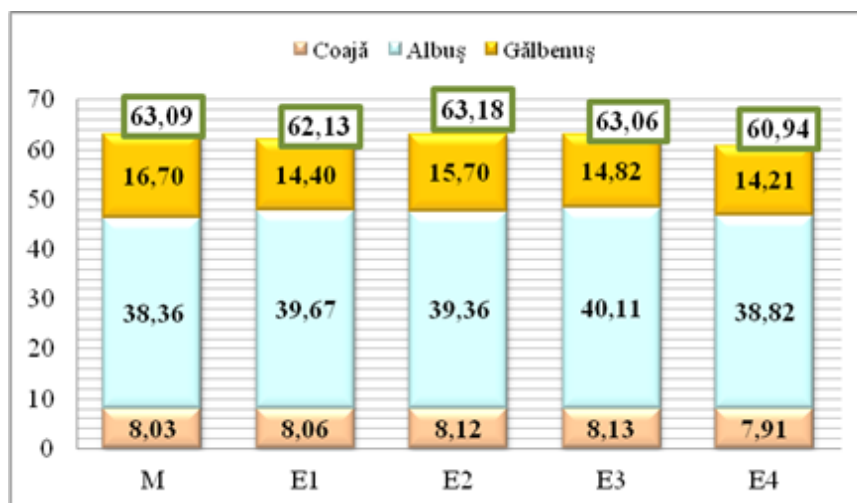


Figura 8.1 Structura medie pe componente în ou (g) - Experimentul A1

Figura 8.1 Average egg components(g) - Experiment A1

În ceea ce privește parametrii de calitate ai ouălor obținute în acest experiment și supuse analizelor, rezultate obținute sunt prezentate comparativ în tabelul 8.2.

Așa cum era de așteptat, cele mai spectaculoase diferențe între variantele experimentale au fost evidențiate în cazul culorii gălbenușului; se remarcă faptul că la toate loturile experimentale culoarea gălbenușului a avut valori sensibil mai ridicate comparativ cu lotul de control.

Tabelul 8.2/Table 8.2

Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment A1)

Parameters for egg quality (average values / experiment A1)

Specificație	Control	E1	E2	E3	E4
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$
Culoare gălbenuș	3,61±0,13	3,71±0,42	4,15±0,02	4,62±0,01	5,66±0,05
Grosimea cojii de ou (mm)	0,343±0,001	0,344±0,001	0,348±0,002	0,349±0,001	0,354±0,002
Forța de spargere a cojii (kgF)	3,897±0,139	3,954±0,011	4,041±0,004	3,834±0,032	3,684±0,008
Indice Haugh HU	65,82±0,15	67,67±0,26	68,85±0,22	66,44±0,11	65,26±0,06
Conținutul inițial în luteina + zeaxantina, mg/kg	4,58±0,03	6,18±0,01	10,31±0,02	12,35±0,01	20,28±0,04
Conținutul final în luteina + zeaxantina, mg/kg	6,65±0,61	9,45±0,01	14,60±0,09	15,52±0,06	22,95±0,06

Intensitatea culorii gălbenușului a crescut proporțional cu rata de includere a aditivilor xantofilici utilizați și a avut valorile cele mai ridicate în cazul aditivului AX2.

În ceea ce privește grosimea cojii minerale a ouălor, valorile înregistrate pentru acest parametru au urmat același trend ascendent pentru loturile experimentale; comparativ cu lotul de control, la care valoarea obținută a fost de 0,343mm, valorile obținute pentru acest parametru au fost cuprinse la loturile experimentale între 0,344...0,354 mm, diferențele fiind relativ mici.

Forța de spargere a cojii, a avut oscilații fiind mai mare la lotul experimental E2, de 4,041 kgF, comparativ cu lotul de control, la care valoarea înregistrată a fost de 3,897 kgF.

Datele cu privire la prospețimea ouălor analizate au indicat o valoare a indicelui Haugh de 65,82, la lotul de control și valori apropiate în cazul loturilor experimentale, la care valorile indicelui de prospețime au variat între 65,26 la lotul E4 și 68,85 la lotul E2.

Administrarea de nutrețuri combinate îmbogățite în xantofile, prin includerea în alimentația păsărilor, a condus la creșterea conținutului de xantofile din gălbenuș. Rezultatele obținute în urma determinărilor luteinei și zeaxantinei din gălbenușul proaspăt, au indicat valori ascendente cuprinse între 9,45-22,95 mg/kg, la loturile experimentale comparativ cu lotul martor unde valoarea conținutului final de luteină și zeaxantină a fost de 6,65 mg/kg.

În figura 8.2 este evidențiată grafic relația directă și strânsă dintre conținutul de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate utilizate în cadrul experimentului A1 și a conținutului acestor xantofile în ouăle analizate la finalul experimentului.

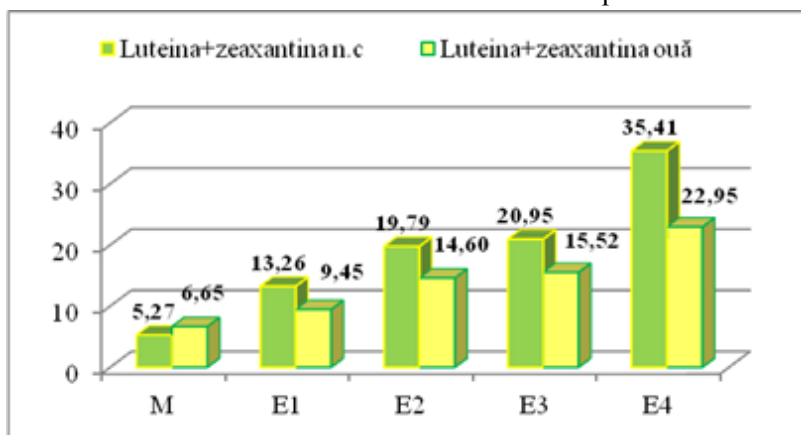


Figura 8.2 Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute - experimentul A1

Figure 8.2 Highlighting of the lutein and zeaxanthin content of compound feeds and eggs - experiment A1

În cel de-al doilea experiment din seria A - **experimentul A2** - pe durata întregii perioade experimentale au fost monitorizați următorii parametri bioproductivi:

consumul mediu zilnic, consumul specific, greutatea medie a ouălor și intensitatea de ouat, rezultatele înregistrate cu privire la aceștia fiind prezentați în tabelul 8.3.

Consumul mediu zilnic de hrană a scăzut la toate loturile experimentale față de cel înregistrat la lotul de control, cu 2..12%, cea mai mare scădere fiind înregistrată la loturile E2 și E3, ceea ce înseamnă că nivelul mai mare de celuloză din nutrețurile combinate administrate acestora (cu până la 10% lucernă și 10% gluten de porumb în structura) a determinat o scădere evidentă a ingestiei de hrana la găinile ouătoare supuse experimentului.

Tabelul 8.3/ Table 8.3

Performantele bioproductive realizate - Experimentul A2
Bioproductive performances - Experiment A2

Specificație		Lotul			
		Control	E1	E2	E3
Consum mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	123,60±0,35	121,28±0,44	112,96±0,65	109,02±0,42
	% fata de C	100	98,1	91,4	88,2
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1,98±0,01	2,09±0,01	1,93±0,01	1,96±0,01
	% fata de C	100	105,5	97,5	99,0
Greutate medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	63,61±0,18	62,40±0,10	61,99±0,10	63,63±0,71
	% fata de C	100	98,1	97,5	100
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	98,18±0,36	93,62±0,15	96,55±0,23	92,40±0,25
	% fata de C	100	95,4	98,3	94,1

Consumul specific de nutreț combinat pentru un kg ou produs a fost, comparativ cu cel înregistrat la lotul de control, cu 5,5% mai mare în cazul lotului experimental E1 dar mai scăzută în cazul loturilor E3 (cu 1%) și mai ales la lotul E2 (cu 2,5%).

Greutatea medie a ouălor a fost relativ egală la lotul de control (63,61g) și lotul experimental E3 (63,63g), comparativ cu acestea fiind mai redusă la lotul E1 (62,40g) și mai ales în cazul lotului E2 (61,99g).

Intensitatea de ouat a găinilor a fost mai redusă la toate loturile experimentale comparativ cu cea înregistrată la găinile din lotul de control, având cele mai reduse valori la loturile E1 și E3 (cu 4,6...5,9% mai mici).

În figura 8.3, este evidențiată grafic structura ouălor obținute, remarcându-se valori asemănătoare pentru greutatea gălbenușului și a albușului între lotul de control și lotul experimental E3 și valori ceva mai scăzute la loturile experimentale E1 și E2.

În ceea ce privește aportul cojii minerale în structura ouălor analizate, aceasta a fost în medie de 7,78-7,85 g/ou, fără a se evidenția diferențe relevante între variantele experimentale.

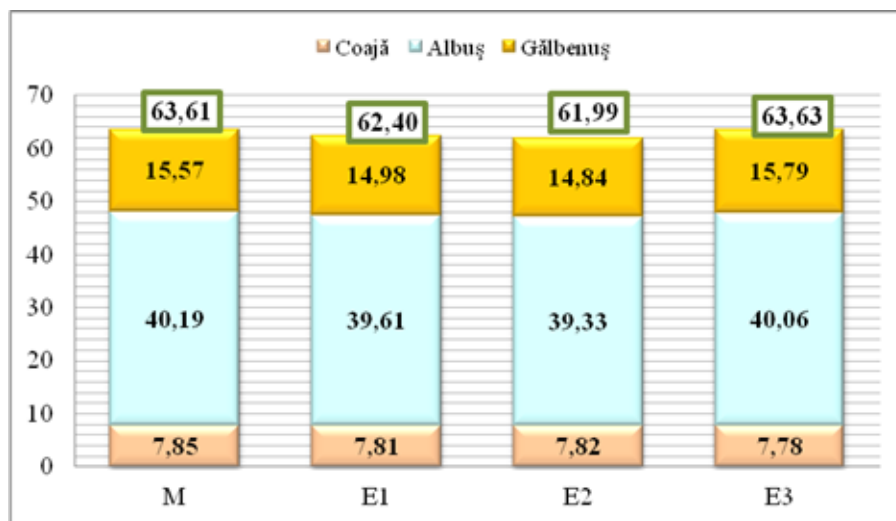


Figura 8.3 Structura ouălor pe componente majore - experimentul A2

Figure 8.3 Structure of eggs in experiment A2

Pe perioada experimentului, au fost determinați și o serie de indicatori de calitate a ouălor, rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 8.4.

În ceea ce privește culoarea gălbenușului, se poate observa că, cel mai pigmentat gălbenuș a fost regăsit la ouăle obținute de la găinile din lotul E3, un grad semnificativ îmbunătățit de pigmentare fiind observat și în cazul celorlalte loturi experimentale (E1 și E2) comparativ cu lotul de control, ceea ce confirmă transferul de pigmenți xantofili din hrana în ou și relația directă între nivelul acestor pigmenți în hrană și respectiv, în gălbenușului ouălor produse.

Grosimea cojii minerale a ouălor a oscilat între 0,340-0,356 mm la loturile experimentale, fiind în toate cazurile mai mare decât cea înregistrată la ouăle obținute de la lotul de control (cu o valoare medie de 0,334 mm).

Forța de spargere a cojii ouălor a avut cele mai mari valori în cazul lotului experimental E3, fiind de 3,984 kgF, comparativ cu lotul de control, unde valoarea a fost de 3,902 kgF.

Nici în ceea ce privește gradul de prospețime, reprezentat de unitățile Haugh, rezultatele obținute nu au evidențiat diferențe majore între variantele experimentale, excepție făcând lotul experimental E3 la care valoarea înregistrată a fost mai redusă cu aproape doua unități.

În general s-a observat o creștere importantă a concentrațiilor de luteină și zeaxantină la ouăle obținute de la găinile din loturile experimentale (cu surse specifice de pigmenți xantofili în structura nutrețurilor combinate administrate) comparativ cu cele ale lotului de control, creșterea acestor concentrații fiind proporțională și cu ratele de includere a celor doua surse specifice utilizate - respectiv, lucerna granulată și glutenul de porumb).

Tabelul 8.4/Table 8.4

Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment A2)
Parameters for egg quality (average values / experiment A2)

Specificație	Control	E1	E2	E3
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$
Culoare gălbenuș	3,58 ±0,05	6,22 ±0,03	6,19 ±0,03	7,08 ±0,06
Grosimea cojii de ou (mm)	0,334±0,006	0,340±0,007	0,356±0,022	0,340±0,021
Forța de spargere a cojii (kgF)	3,902±0,031	3,478±0,065	3,462±0,028	3,984±0,082
Indicele Haugh	68,91±0,17	68,52±0,12	69,91±0,03	67,07±0,34
Conținut în luteina + zeaxantina, mg/kg după 1 săptămână	4,51±0,08	28,64±0,24	19,11±0,03	27,05±0,36
Conținut în luteina + zeaxantina, mg/kg după 4 săptămâni	4,91±0,05	20,81±0,21	21,76±0,05	31,92±0,18

Relația dintre conținutul de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate utilizate și respectiv, din ouăle obținute și analizate la finalul experimentului este prezentată în figura 8.4.

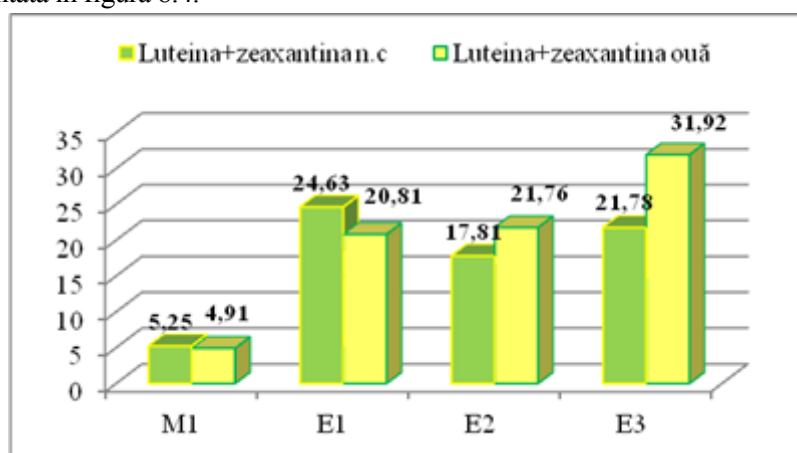


Figura 8.4 Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute în urma experimentului A2

Figure 8.4 Highlighting of the lutein and zeaxanthin content of combined fodder and eggs from experiment A2

Datele obținute în urma analizelor efectuate la ouăle obținute în experiment au evidențiat valori mult mai ridicate (de circa 4...7 ori) la loturile experimentale cu surse specifice de pigmenți xantofili în hrana, comparativ cu lotul de control; totodată, la sfârșitul experimentului s-a evidențiat și o scădere a conținutului de

xantofile în cazul lotului E1 (cu adaos de luteina sintetică) de 37,62% față de valoarea determinată după prima săptămână de experiment, respectiv o creștere a conținutului de xantofile în ouă de circa 8% în cazul lotului de control și mult mai intensă în cazul loturilor experimentale cu surse naturale de pigmenți xantofili în hrana, respectiv cu 12,17% în cazul lotului E2, și cu 15,20% în cazul lotului lotul E3.

În cadrul **experimentului A3, macrotest**, s-a urmărit verificarea și consolidarea unora dintre variantele cu care au fost obținute rezultate pozitive în experimentul anterior (A2), respectiv stabilirea proporțiilor optime de utilizare în hrana găinilor ouătoare a lucernei granulate și a glutenului de porumb, prin prisma efectelor determinate asupra performanțelor de producție și mai ales, asupra calității oului - respectiv conținutul acestuia în luteina și zeaxantina. Rezultatele obținute în urma derulării acestui experiment, sub aspectul performanțelor de producție, sunt prezentate în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5/Table 8.5

Performantele bioproductive realizate - Experimentul A3
Bioproductive performances - Experiment A3

Specificație		Lotul			
		Control	E1	E2	E3
Consum mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	124,2±0,18	124,0±0,21	124,4±0,29	123,8±0,26
	% fata de C	100	99,84	100,16	99,7
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,01±0,1	2,03±0,1	2,04±0,1	2,02±0,1
	% fata de C	100	100,1	101,5	100,5
Greutate medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	65,85±0,02	62,92±0,22	62,91±0,15	63,26±0,15
	% fata de C	100	95,5	95,5	96,1
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	86,04±0,16	85,40±0,48	87,23±0,7	86,17±0,7
	% fata de C	100	99,3	101,4	100,15

Astfel, în ceea ce privește consumul de hrană, se poate observa faptul ca valorile medii înregistrate la loturile experimentale (124 g/pui/zi la lotul E1 și 124,4 g/pui/zi la lotul E2) au fost foarte apropiate de consumul mediu zilnic realizat în cazul lotului de control (124,2 g/pui/zi), chiar și valoarea mai mică înregistrată la lotul experimental E3 (123,8 g/pui/zi) fiind cu doar 0,3% inferioară celei de la lotului de control.

Consumul specific, în schimb a fost ușor mai ridicat la loturile experimentale (cu 0,5..1,5%), acest aspect fiind în concordanță cu datele obținute de *Al-Shami ș.a. (2011)* într-un studiu realizat pe găini ouătoare, în care a evidențiat o creștere a consumului specific dar și o reducere a numărului de ouă produse în urma introducerii lucernei în dieta găinilor. *Hammershøj ș.a., (2010)* într-un experiment în care a utilizat 3 sortimente de morcov (varietățile: orange, yellow și purple) în hrana găinilor au observat de asemenea că greutatea oului a scăzut semnificativ la toate cele trei loturi față de lotul martor. Și *Mouráo ș.a.*

(2006) au obținut o scădere semnificativă a performanțelor productive (consumul specific, producția de oua și greutatea oului) prin utilizarea β -glucanazei și β -1,4 xylanazei asupra lucernei utilizată în proporție de 15%, într-un experiment întreprins timp de 12 săptămâni pe găini ISA Brown (40 săptămâni). Contrar acestor afirmații, Kang ș.a. (2012) au constatat că suplimentarea rațiilor găinilor ouătoare cu 1 și 2 ppm luteină din spanac, precum și cu 1 și 2 ppm luteină din pulbere de extract de spanac nu influențează semnificativ performanțele productive ale găinilor. Efectele luteinei din rațiile găinilor ouătoare suplimentate cu luteina în forma liberă, luteină esterificată și luteina în ambele forme, asupra performanțelor productive au fost studiate și de Sajjad ș.a. (2013). Aceștia au realizat un experiment pe găini Hy-line cu vârsta de 31 săptămâni, împărțite pe categorii de greutate corporală și au urmărit producția de ouă, greutatea ouălor și a componentelor precum și consumul de hrană.

Datele obținute în experiment considerăm că au arătat că sursele de luteină testate nu au determinat diferențe semnificative între loturile experimentale în privința performanțelor productive realizate.

Structura pe componente majore a ouălor analizate este evidențiată în figura 8.5; analiza datelor prezentate indică la ouăle obținute de la loturile experimentale o ușoară reducere a greutății în cazul tuturor componentelor oului, comparativ cu lotul de control.

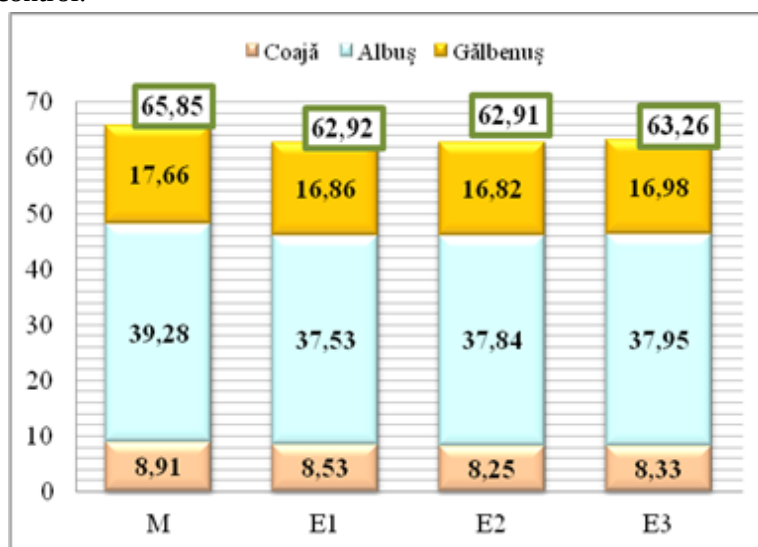


Figura 8.5 Structura ouălor pe componente în experimentul A3
Figure 8.5 Structure of eggs in experiment A3

În ceea ce privește parametrii de calitate ai oului analizați - date prezentate în tabelul 8.6 - se observă o scădere a intensității culorii gălbenușului în cazul loturilor experimentale (valorile obținute fiind de 7,85 pentru lotul experimental E1 și 7,81 în

cazul lotului E2 și 8,31 la lotul E3) față de lotul de control (cu o medie de 8,61), în pofida conținutului mult mărit în xantofile în compoziția ouălor (de 200..400%).

Tabelul 8.6/ Table 8.6

Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment)
Parameters for eggs quality (average values / experiment)

Specificație	Lotul			
	Control	E1	E2	E3
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$
Culoare gălbenuș	8,61±0,07	7,85±0,12	7,81±0,20	8,31±0,33
Grosimea cojii de ou (mm)	0,351±0,001	0,348±0,001	0,353±0,005	0,365±0,003
Forța de spargere a cojii (kgF)	4,045±0,001	3,954±0,156	4,096±0,006	4,126±0,004
HU	66,54±0,10	65,54±0,29	66,79±0,32	65,71±0,21
Conținutul inițial în luteina + zeaxantina, mg/kg	12,87±0,17	17,26±0,28	17,18±0,06	17,27±0,07
Conținutul final în luteina + zeaxantina, mg/kg	12,37±0,31	35,45±0,26	50,12±0,19	52,13±0,25

Grosimea cojii minerale este în corelație cu forța de spargere a cojii și sunt împreună indicatori de importanță deosebită în întreg lanțul de producție.

Astfel, în urma determinărilor efectuate, pentru grosimea cojii minerale a ouălor analizate, s-au găsit valori mai ridicate față de cazul lotului de control la loturile E2 și E3, și mai scăzute în cazul lotului experimental E1 (cu luteina de sinteză).

Guclu ș.a. (2004) au raportat în studiul citat că prin utilizarea lucernei în hrana găinilor ouătoare s-a obținut o creștere a grosimii cojii de ou, iar Al-shami ș.a. (2011) au raportat o îmbunătățire calitativă a caracteristicilor oului prin creșterea înălțimii albumenului, creșterea grosimii cojii dar și o scădere semnificativă a unităților Haugh.

În ceea ce privește aprecierea prospețimii ouălor recoltate pe parcursul derulării experimentului, se poate remarca faptul că s-a produs un declin în cazul unităților Haugh, la lotul experimental E1 (65,54), comparativ cu lotul de control la care s-a înregistrat valoarea de 66,54.

Referitor la conținutul în luteină și zeaxantină, materiile prime bogate în xantofile (lucerna, glutenul) introduse în structura nutrețurilor combinate folosite în hrana găinilor din loturile experimentale, au indus un conținut final de xantofile în ou ale cărui valori au fost de 200...400 % față de cel determinat inițial la ouăle de la lotul de control (valori medii de 35,45 mg/kg pentru lotul E1, de 50,12 mg/kg la lotul E2 și de 52,13 la lotul E3, față de lotul de control, în cazul căruia valoarea determinată a fost de 12,37mg/kg); totodată, în cazul loturilor E2 și E3, la care

sursele de xantofile au fost naturale (lucerna și gluten de porumb), conținutul în luteina și zeaxantina în ouăle obținute a crescut la aproape 300% la sfârșitul perioadei experimentale, față de valoarea inițială de referință.

Relația directă dintre conținutul de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și cel din ouăle analizate la finalul experimentului este evidențiată grafic în figura 8.6.

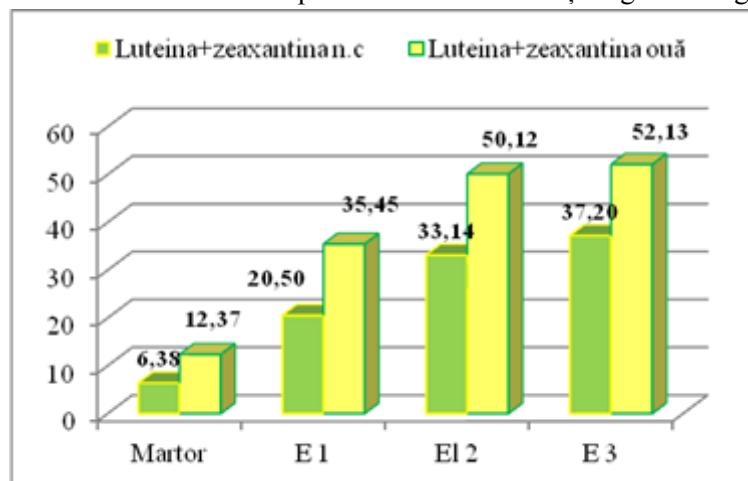


Figura 8.6 Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute în urma experimentului A3

Figure 8.6 Highlighting of the lutein and zeaxanthin content of combined fodder and eggs from experiment A3

8.2. Rezultate privind efectul folosirii unor surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți în alimentația găinilor ouătoare (seria de experimente B)

În zilele noastre, consumatorii caută alimente sigure dar și cu calități nutritive îmbunătățite, fără adaosuri de genul conservanților de origine sintetică sau alți aditivi alimentari controversați. În acest context, alimentele cu un conținut mai mare de acizi grași polinesaturați, în special acizi grași omega 3, sunt dorite deoarece se apreciază că pot ajuta la prevenirea dezvoltării patologiilor cardiovasculare și inflamatorii.

Din fericire, ouăle și carnea de pasăre care sunt consumate pe scară largă sunt alimente în care profilul de acizi grași poate fi modificat prin diferite strategii nutriționale aplicate în alimentația păsărilor (Bou ș.a., 2009). De altfel ouăle reprezintă un model aproape perfect de transfer nutrițional, profilul de acizi grași din gălbenuș fiind strâns legat de profilul de acizi grași din nutrețurile folosite în alimentația găinilor ouătoare. Însă grăsimile bogate în acizi grași polinesaturați sunt foarte sensibile la reacțiile de oxidare, aspect care conduce la necesitatea

completării rațiilor cu antioxidanți, tendința fiind de înlocuire a antioxidanților sintetici cu cei naturali.

Prin urmare, se pot obține ouă îmbogățite în PUFA omega 3 dacă în hrana găinilor ouătoare se folosesc nutrețuri bogate în acești acizi grași. Însă grăsimile bogate în acizi grași polinesaturați, sunt foarte sensibile la reacțiile de oxidare. Astfel apare necesitatea completării rațiilor cu antioxidanți. Antioxidanții sunt substanțe capabile de a încetini sau chiar bloca procesele oxidative. Pentru a evita utilizarea antioxidanților sintetici se studiază folosirea antioxidanților naturali, în acest sens tendința fiind de înlocuire a antioxidanților sintetici cu cei de origine naturală. Ca surse naturale specifice de antioxidanți au fost luate în studiu, în experiențele desfășurate, unele subproduse rezultate de la industria vini-viticola (ex: tescovina, șrot semințe de struguri, ulei de semințe de struguri etc) care sunt bogate în polifenoli.

S-a dorit obținerea de ouă cu conținut îmbogățit de acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți, prin folosirea în hrana găinilor ouătoare a unor nutrețuri combinate care au inclus în structura lor surse furajere vegetale specifice bogate în acizi grași omega 3 (șrot de in și șrot de camelină) dar și subproduse viniviticole (tescovina) ca surse de antioxidanți vegetali; totodată, au fost determinate și performanțele bioproductive realizate de găinile ouătoare din loturile supuse experimentului.

Astfel în tabelul 8.7, este prezentată o sinteză a rezultatelor bioproductive obținute în cadrul **experimentului B1**.

Tabelul 8.7/Table 8.7

Performanțele bioproductive realizate - Experimentul B1

Bioproductive performances in Experiment B1

Specificație		Lotul		
		Control	E1	E2
Cons um mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	123,1±0,15	114,1±0,22	112,5±0,34
	% față de C	100	92,7	91,4
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2,15±0,01	2,05±0,01	2,10±0,01
	% față de C	100	95,3	97,7
Greutate medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	63,13±0,22	64,75±0,15	65,85±0,13
	% față de C	100	102,6	104,3
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	91,00±0,23	85,58±0,33	84,35±0,19
	% față de C	100	94,0	92,7

Introducerea șrotului de in (5%) și creșterea proporției de șrot de floarea soarelui în detrimentul celui de soia în structura nutrețurilor combinate folosite în hrana loturilor experimentale a condus la creșterea conținutului hranei în celuloza bruta și implicit a determinat reducerea (cu 7,3...8,6%) consumului mediu zilnic de hrană la loturile E1 și respectiv, E2 comparativ cu cel înregistrat la lotul de control.

Consumurile specifice de hrană au fost însă sensibil mai reduse în cazul loturilor experimentale, față de valoarea stabilită pentru lotul de control: cu 4,7% în cazul lotului E1 și cu 2,3% în cazul lotului E2.

Greutatea medie a ouălor obținute a fost mai ridicată în cazul celor două loturi experimentale, cu 2,6% în cazul ouălor provenite de la găinile din lotul E1, și cu 4,3% în cazul ouălor provenite de la păsările din lotul E2.

Intensitatea de ouat a fost cea mai ridicată (de 91%), la lotul de control și cu 6...7,3% mai redusă la loturile experimentale (de 85,58% la lotul E1 și de 84,35% la lotul experimental E2).

În ceea ce privește structura pe componente majore a ouălor obținute în acest experiment (prezentată în figura 8.8), s-a evidențiat o creștere a cantității reprezentată de albuș și îndeosebi a celei reprezentată de coajă (îndeosebi în cazul variantei E2) la ouăle obținute la loturile experimentale, în relație cu creșterea greutății ouălor în ansamblu discutată anterior.

În acest sens, coaja minerală din structura ouălor analizate a fost regăsită în cantitatea cea mai mare în cazul ouălor obținute de la păsările din lotul experimental E2 unde a fost în medie de 11,30 g/ou față de valoarea cea mai mică a acestui indicator înregistrată la ouăle de la lotul de control (în medie de 9,01 g/ou).

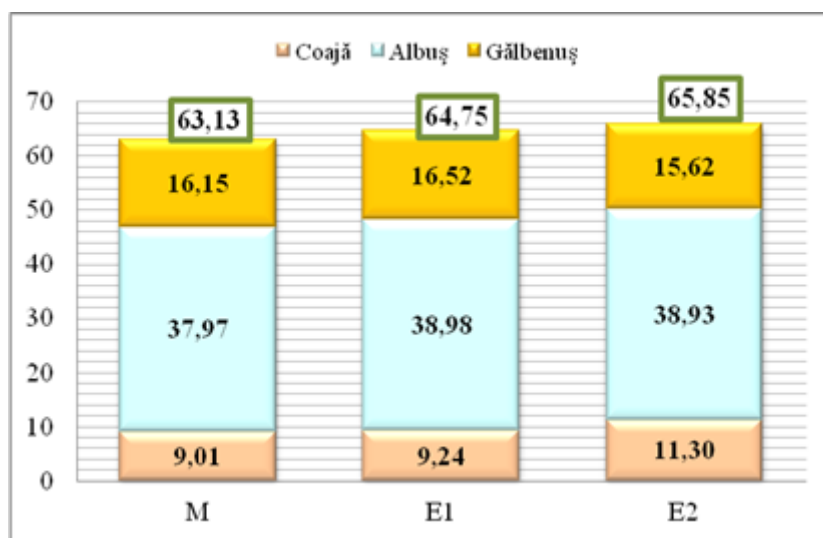


Figura 8.7 Structura ouălor pe componente în experimentul B1
Figure 8.7 Structure of eggs in experiment B1

Rezultatele obținute în acest experiment referitor la parametrii fizici de exprimare a calității ouălor analizate sunt prezentate în tabelul 8.8.

Tabelul 8.8/ Table 8.8

Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment B1)
Physical quality parameters of egg (average values / experiment B1)

Specificație	Control	E1	E2
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Culoare galbenus (scara LaRoche)	3,66±0,19	4,71±0,19	3,21±0,19
Grosimea cojii de ou (mm)	0,320±0,003	0,332±0,006	0,354±0,009
Forta de spargere a cojii (kgF)	3,416±0,015	3,478±0,026	3,514±0,083
Indicele Hough HU	89,54±0,21	80,13±0,11	77,31±0,42

Parametru cu impact decisiv în decizia de cumpărare a ouălor, intensitatea culorii gălbenușului a fost semnificativ mai intensă în cazul ouălor din lotul experimental E1, la care valoarea medie a acestui caracter a fost de 4,71 (pe scara La Roche) față de o valoare medie de 3,66 la ouăle din lotul de control și de numai 3,21 la ouăle din lotul experimental E2.

Grosimea cojii este un indicator în relație directă cu vârsta și cu forța de spargere a cojii; valorile medii ale acesteia au fost de 0,320 mm la ouăle din lotul control, și mai mari la loturile experimentale, respectiv de 0,332 mm la lotul E1 și de 0,354mm la lotul E2 (coaia ouălor fiind deci cu circa 10% mai groasă față de cazul lotului de control).

Gradul de prospețime al ouălor exprimat prin unități Haugh, a fost mai scăzut la loturile experimentale, valorile determinate fiind de 77,31 la lotul E2 și de 80,13 în cazul lotului E1, față de valoarea de 89,54 înregistrată la ouăle de la lotul de control.

În tabelul 8.9 sunt prezentate rezultatele obținute în acest experiment cu privire la raporturile acizilor grași din ouăle analizate.

Valorile inițiale obținute pentru raportul între acizii grași saturați și respectiv, nesaturați (SFA / UFA), au fost la cele trei variante experimentale de 0,54/0,53/0,48, însă la finalul perioadei experimentale valorile acestui raport au fost de 0,57/0,54/0,51.

Raportul PUFA / MUFA în ouăle analizate obținute la lotul de control a fost la începutul perioadei experimentale de 0,67 și de 0,71 la finalul perioadei experimentale, în timp ce la loturile experimentale E1 și E2, valorile înregistrate pentru acest raport au fost de 0,77 vs 0,71 la ouăle de la lotul E1, și respectiv de 0,93 vs 0,95 la ouăle de la lotul E2.

Conținutul ouălor analizate în acizi grași omega 3 a fost după prima săptămână de 1,53 g/100g grăsime la lotul de control și de 1,57 g/100g grăsime la

finalul perioadei experimentale. În cazul ouălor obținute de la loturile experimentale, conținutul în acizi grași $\Omega 3$ a fost după prima săptămână de 4,05 g/100g grăsime și respectiv de 3,63 g/100g grăsime la final de experiment în cazul lotului E1, și de 3,45 g/100g grăsime după prima săptămână respectiv 3,25 g/100g grăsime la finalul experimentului în cazul lotului E2.

Tabelul 8.9/Table 8.9

Raporturile acizilor grași din ouăle obținute în experimentul B1
Fatty acid ratio's of eggs in experiment B1

Specificație	dupa 1 săptămână			dupa 4 săptămâni		
	M	E1	E2	M	E1	E2
SFA / UFA	0,54	0,53	0,48	0,57	0,54	0,51
PUFA / MUFA	0,67	0,77	0,93	0,71	0,76	0,95
$\Omega 3$ (g/100g grasime)	1,53	4,05	3,45	1,57	3,63	3,25
$\Omega 6$ (g/100g grasime)	24,46	24,39	39,16	24,93	24,39	28,99
$\Omega 6/\Omega 3$	16,01	6,02	8,45	15,85	6,71	8,91

SFA - acizi grași saturați; UFA - total acizi grași nesaturați;

MUFA - acizi grași mononesaturați; PUFA - acizi grași polinesaturați;

$\Omega 3$ - acizi grași polinesaturați omega 3; $\Omega 6$ - acizi grași polinesaturați omega 6

Conținutul ouălor în acizi grași omega 6 a fost la lotul de control de 24,46 g/100g grăsime după prima săptămână, iar la final aceasta a crescut la 24,93 g/100g grăsime, în timp ce în cazul lotului experimental E2 analizele au indicat o scădere a acestui conținut în ouăle analizate pe parcursul experimentului (de la o valoare medie inițială de 39,16 g/100g grăsime la 28,99 g/100g grăsime la finalul perioadei experimentale).

Proporția dintre acizii grași $\Omega 6$ / $\Omega 3$ a fost la lotul de control de 16,01 după prima săptămână, ajungând la valoarea de 15,85 la sfârșitul perioadei experimentale; valoarea aceluiași raport a fost de 6,02, la lotul E1, în timp ce la finalul experimentului a fost de 6,71. Pentru lotul experimental E2, raportul inițial $\Omega 6/\Omega 3$ a avut o valoare de 8,45 ajungând la valoarea de 8,91 la sfârșitul perioadei experimentale.

În figura 8.8 este reprezentată grafic proporția acizilor grași din ouăle obținute în experimentul B1; astfel, la începutul experimentului se observă o valoare mai ridicată a SFA la lotul martor de 34,97%, iar pentru MUFA la lotul E1, cu un procent de 36,92%. În cazul aminoacizilor PUFA, valoarea mai mare a fost regăsită inițiala lotul E2, fiind de 32,61%.

Rezultatele determinărilor efectuate la sfârșitul perioadei experimentale au indicat o proporție crescută de acizi grași saturați în cazul ouălor provenite de la lotul de control (cu o valoare medie de 36,11%), în timp ce pentru acizii grași polinesaturați (PUFA) s-au evidențiat proporții mai ridicate în cazul ouălor provenite de la loturile experimentale, cea mai ridicată valoare fiind înregistrată în cazul ouălor de la lotul E2 (32,28%).

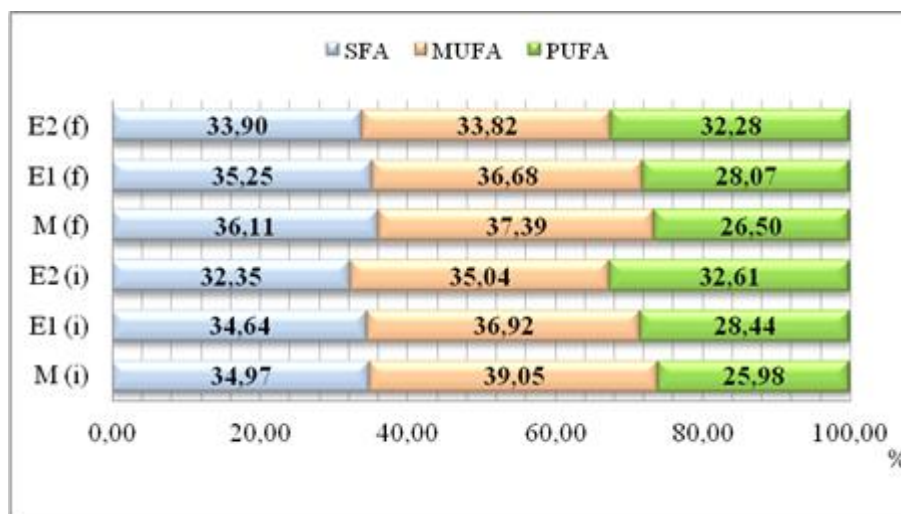


Figura 8.8 Proportia acizilor grași din ouăle analizate - experimentul B1

Figure 8.8 Proportion of fatty acids in eggs - experiment B1

Rezultate obținute în **Experimentul B2.**

În ultimii ani, au apărut în literatura de specialitate rezultatele mai multor cercetări care au arătat că tescovina uscată poate fi utilizată în alimentația păsărilor, putând fi inclusă în mod eficient în rațiile pe bază de porumb-soia ale acestora (Juśkiewicz *ș.a.*, 2015); s-a demonstrat de asemenea (Kara *ș.a.*, 2015) că prin includerea tescovinei de struguri (4-6%) în dieta găinilor ouătoare se poate prelungi durata de valabilitate a ouălor prin reducerea malondialdehidelor din plasma ouăle obținute.

În tabelul 8.10 sunt prezentate performanțele bioproductive ale găinilor ouătoare din experimentul B2, care a vizat posibilitățile de utilizare a tescovinei în hrana găinilor ouătoare, ca sursa de polifenoli cu efect antioxidant, alături de șrotul de in ca sursă de acizi grași omega 3.

Consumul mediu zilnic de hrana a fost în general mai redus în cazul loturilor experimentale (cu excepția lotului E2), fiind cel mai scăzut în cazul lotului martor M2 (de 100,2 g/cap/zi, cu 1,5% mai mica față de lotul M1); se știe că, prin cantitatea de hrană ingerată, găinile ouătoare reflectă nu doar starea de sănătate ci și calitatea hranei, dar și potențialul de producție.

În ceea ce privește consumul specific de nutreț combinat pe kg ou produs, cel mai scăzut a fost în cazul lotului de control M1 de doar 1,99 kg n.c./kg ou, față de care toate celelalte variante experimentale au înregistrat creșteri cuprinse între 3...7,5% , cel mai crescut consum specific fiind înregistrat la lotul E2 (de 2,14 kg n.c./kg ou).

Factor cu un puternic determinism genetic, dar și în strânsă corelație cu greutatea corporală și hrana administrată, greutatea ouălor, a înregistrat la lotul de control M1 o valoare medie de 63,65 g și de 63,96 g la lotul M2, în timp ce la restul loturilor experimentale cu tescovina în structura hranei valorile au variat

între 62,05 g/ou la ouăle de la lotul E3 (media cea mai scăzută) și 65,27 g/ou la ouăle provenite din lotul E2 (valoarea cea mai ridicată).

Tabelul 8.10/ *Table 8.10*
Performantele bioproductive realizate - Experimentul B2
Bioproductive performances in Experiment B2

Specificare		Lotul				
		M1	M2	E1	E2	E3
Consum mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	113,3±0,16	100,2±0,46	111,4±0,31	115,4±0,19	109,9±0,39
	% față de C	100	88,44	98,32	101,85	97,00
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1,99±0,01	2,05±0,01	2,06±0,01	2,14±0,01	2,06±0,01
	% față de C	100	103,0	103,5	107,5	103,5
Greutatea medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	63,65±0,39	63,96±0,13	65,27±0,14	63,70±0,24	62,05±0,16
	% față de C	100	100,5	102,5	100,1	97,5
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	86,91±0,19	75,03±0,19	81,53±0,23	82,32±0,12	84,98±0,23
	% față de C	100	86,3	93,8	94,7	97,8

Un indicator bioproductiv important, intensitatea de ouat, a avut valori care s-au încadrat între o maxima de 86,91 înregistrată la lotul martor M1 și o minima de 75,03%, la lotul M2, toate loturile experimentale cu tescovina în hrana înregistrând valori inferioare lotului de control M1 dar superioare lotului de control M2.

Rezultatele obținute în urma analizei structurii pe componente majore a ouălor obținute, prezentate pentru acest experiment în fig. 8.9 au indicat o greutate mai mare a gălbenușului în cazul lotului E2, dar mai mici în cazul ouălor obținute de la loturile E1 și E3, comparativ cu ambele loturi de control aceasta distribuție a putut fi observată și pentru greutatea albușului, în timp ce greutatea cojii nu a prezentat variații importante.

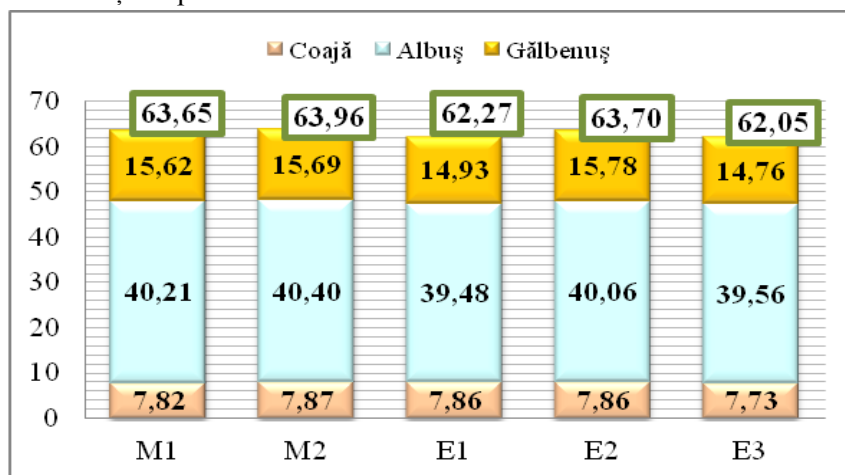


Figura 8.9 Structura ouălor pe componente - experimentul B2
Figure 8.9 Structure of eggs in experiment B2

Parametrii fizici de calitate pentru ouăle analizate în acest experiment sunt prezentați în tabelul 8.11; din analiza acestora se observă o creștere a intensității culorii gălbenușului în cazul tuturor loturilor experimentale, valorile obținute fiind de 4,12 pentru lotul E1, 4,30 la lotul E2 și 4,34 în cazul lotului E3, comparativ cu 3,21 la lotul M1 și 3,50 la lotul M2, aceasta creștere putând fi pusă pe seama includerii tescovinei în structura nutrețurilor combinate destinate loturilor experimentale.

Tabelul 8.11/Table 8.11

Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment)
Physical quality parameters of egg (average values / experiment)

Specificație	M1	M2	E1	E2	E3
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$
Culoare gălbenuș	3,21±0,12	3,50±0,23	4,12±0,09	4,30±0,26	4,34±0,21
Grosimea cojii de ou (mm)	0,343±0,013	0,339±0,001	0,351±0,008	0,349±0,005	0,347±0,004
Forța de spargere a cojii (kgF)	3,845±0,010	3,913±0,039	3,945±0,018	3,915±0,035	3,845±0,013
Indice Haugh	84,03±0,21	83,95±0,11	84,06±0,33	84,05±0,19	84,09±0,25

În ceea ce privește prospețimea ouălor recoltate pe parcursul derulării experimentului, se poate remarca faptul că valorile determinate pentru indicele Haugh au fost aproximativ egale la toate variantele experimentale.

Tabelul 8.12/Table 8.12

Raporturile acizilor grași din ouale analizate - Experimentul B2
Fatty acid ratios of eggs - experiment B2

Specificare	Valori după 1 săptămână					Valori după 4 săptămâni				
	M1	M2	E1	E2	E3	M1	M2	E1	E2	E3
SFA / UFA	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
PUFA / MUFA	0,87	0,78	0,67	0,76	0,85	0,71	0,80	0,79	0,73	0,81
Ω3 (g/100g grasime)	0,98	2,08	3,28	3,56	4,33	1,02	2,03	3,18	3,42	4,12
Ω6 (g/100g grasime)	24,11	24,39	25,26	25,33	25,49	24,27	24,42	24,81	24,77	24,94
Ω6/Ω3	24,60	11,73	7,70	7,12	5,89	23,79	12,03	7,80	7,24	6,05

SFA- acizi grași saturați; UFA- total acizi grași nesaturați

MUFA- acizi grași mononesaturați; PUFA- acizi grași polinesaturați;

Ω3- acizi grași polinesaturați omega 3; Ω6-acizi grași polinesaturați omega 6

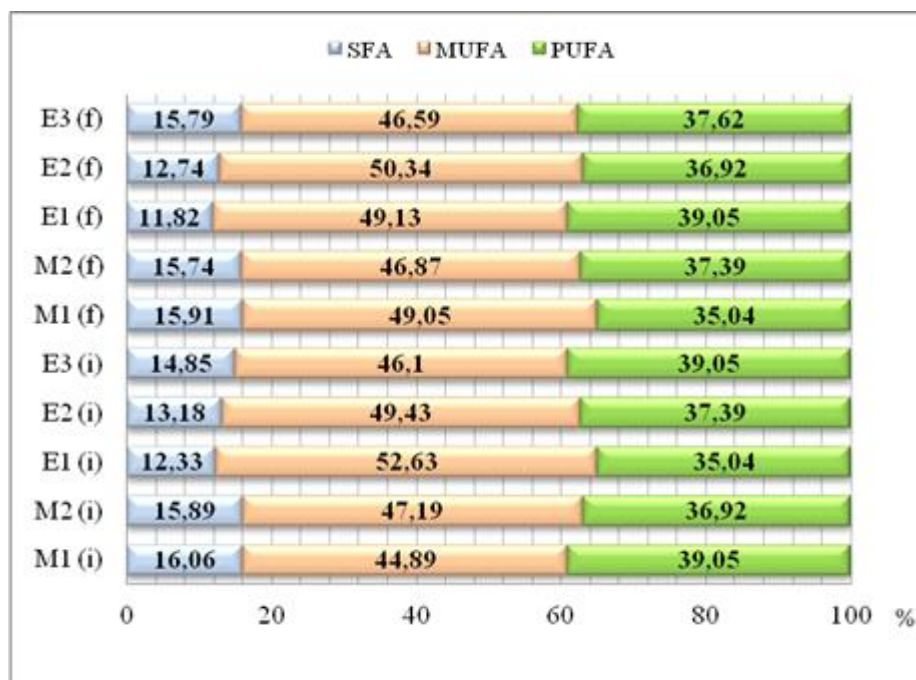


Figura 8.10 Proporția acizilor grași din ouăle analizate - Experimentul B2
Figure 8.10 Proportion of fatty acids in eggs - experiment B2

Rezultatele obținute în **experimentul B3**, desfășurat în condiții de **macrotest**, pentru a verifica și consolida rezultatele obținute cu privire la posibilitățile de utilizare a unor surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți (uleiul de semințe de struguri, șrotul de in și șrotul de camelina) în alimentația găinilor ouătoare pentru obținerea de ouă cu caracter de aliment funcțional, sunt prezentate în ceea ce privesc performanțele bioproductive realizate, în tabelul 8.13.

Consumul de hrană la găini este un indicator interdependent între calitatea nutrețurilor combinate (îndeosebi concentrația în energie și conținutul de celuloză) și productivitatea dar și statusul fiziologic al păsărilor.

Consumul obținut de lotul experimental fost de 119,44g n.c./cap/zi, cu circa 1% mai mic față de cel înregistrat la lotul de control, la care acesta a fost de 120,65g n.c./cap/zi.

În ceea ce privește consumul specific de hrana pentru obținerea unui kg masă ou, acesta a fost cu 1,5% mai ridicat la lotul experimental, având valoarea de 2,02 kg n.c./kg ou (față de 1,99 kg n.c./kg ou la lotul de control).

Sub aspectul greutateii medii a ouălor obținute, s-a constatat faptul că aceasta a fost ușor mai ridicată (cu 0,7%) în cazul lotului experimental (66,53g/ou), față de cea înregistrată în cazul lotului de control (66,05 g/ou). Acest indicator este în strânsă corelație cu vârsta păsărilor (care la momentul recoltării ouălor au avut vârsta de 27-31

de săptămâni) și cu programul de lumina asigurat, dar este dependent și de conținutul hranei administrate îndeosebi în acid linoleic și aminoacizi.

Tabelul 8.13/Table 8.13

Performantele bioproductive realizate - Experimentul B3

Bioproductive performances - experiment B3

Specificare		Lotul	
		Control	E
Consum mediu zilnic (gNC/cap/zi)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	120,65±0,37	119,44±0,60
	% față de C	100	99,0
Consum specific (kg NC/kg ou)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1,99±0,01	2,02±0,01
	% față de C	100	101,5
Greutate medie ou (g)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	66,05±0,31	66,53±0,40
	% față de C	100	100,7
Intensitatea de ouat (%)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	95,79±0,22	95,52±0,21
	% față de C	100	99,7

Structura pe componente majore a ouălor obținute și analizate în experimentul B3 este prezentată în figura 8.11; din analiza reprezentării grafice se evidențiază cantitatea mai mare a albușului și a cojii în cazul ouălor provenite de la găinile din lotul experimental, dar și cantitatea ușor mai redusă a gălbenușului, comparativ cu structura determinată la ouăle din lotul de control.

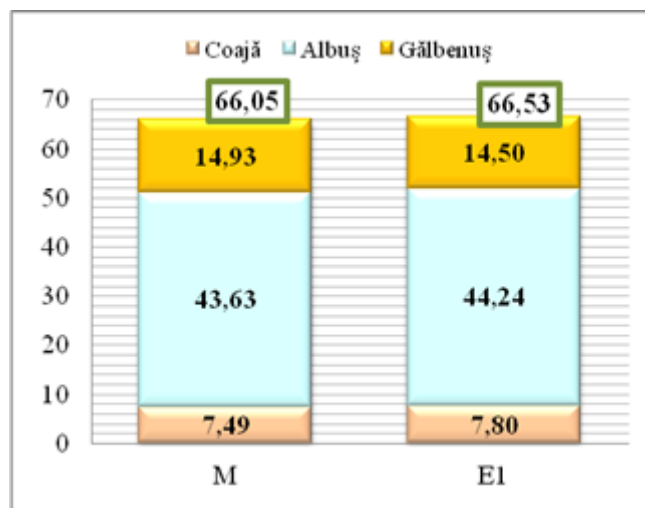


Figura 8.11 Structura ouălor pe componente - Experimentul B3

Figure 8.11 Structure of eggs in experiment B3

Sub aspectul parametrilor fizici de calitate determinați, rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 8.14.

Tabelul 8.14/Table 8.14

Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment B3)
Physical quality parameters of egg (average values / experiment B3)

Specificare	Control	E
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Culoare gălbenus	5,21±0,19	3,50±0,22
Grosimea cojii de ou (mm)	0,330±0,011	0,339±0,001
Forța de spargere a cojii (kgF)	3,445±0,013	3,518±0,090
Indicele Haugh HU	84,01±0,27	77,95±0,14

Astfel, s-a observat o culoare a gălbenușului - apreciată prin notare pe scara LaRoche - mai puțin intensă la lotul experimental (3,50), față de cea obținută la ouăle obținute la lotul de control (5,21).

Grosimea cojii minerale fost ușor mai mare la ouăle provenite de la lotul experimental, față de cea determinată la lotul de control (0,339 mm fata de 0,330 mm); fiind un indicator în strânsă legătură cu vârsta păsărilor, cu alimentația, dar și cu obiceiurile acestora.

Grosimea cojii minerale influențează forța de spargere a cojii, care este în corelație strânsă cu aceasta, valoarea medie a acestui din urmă indicator fiind mai ridicata la ouăle din lotul experimental (3,518 kgF) față de valoarea obținută la ouăle din lotul de control (de 3,445 kgF).

Valoarea indicelui Haugh, indicator de relevanță pentru exprimarea prospețimii albușului (*Silversides, 1994*), a fost ca medie mai mare la lotul de control (84,01 UH) comparativ cu lotul experimental (77,95 UH).

În această serie de experimente (B), s-a avut în vedere evaluarea conținutului, a proporțiilor și a unor raporturi pentru acizii grași din ouăle obținute, datele rezultate fiind prezentate în tabelul 8.15.

Tabelul 8.15/Table 8.15

Raporturile acizilor grași din ouăle obținute - Experimentul B3
Fatty acid ratios of the eggs - Experiment B3

Specificație	Valori inițiale		Valori finale	
	Control	E	Control	E
SFA / UFA	0,55	0,54	0,58	0,53
PUFA / MUFA	0,96	0,88	0,94	0,94
Ω3 (g/100g grăsimi)	4,24	5,99	3,33	5,76
Ω6 (g/100g grăsimi)	27,45	24,25	27,37	26,00
Ω6/Ω3	6,88	4,06	8,25	4,52

SFA- acizi grași saturați; UFA- total acizi grași nesaturați

MUFA- acizi grași mononesaturați; PUFA- acizi grași polinesaturați;

Ω3- acizi grași polinesaturați omega 3; Ω6-acizi grași polinesaturați omega 6

Valorile inițiale ale raportului SFA/UFA au fost la ouăle obținute de la cele două loturi (Control vs Experimental) de 0,55 vs 0,54 iar cele de la finalul perioadei experimentale au fost de 0,58 vs 0,53. În cazul raportului PUFA/MUFA valorile inițiale ale acestuia au fost 0,96 vs 0,88, iar cele de la finalul experimentului au fost 0,94 vs 0,94 (identice).

Valorile inițiale determinate pentru $\Omega 3$ au fost de 4,24 g/100g grăsime în cazul lotului de control, și de 5,99 g/100g grăsime, pentru lotul experimental E; pentru $\Omega 6$ însă valoarea determinată inițial la lotul de control (27,45 g/100g grăsime) a fost mai mare comparativ cu cea de la ouăle din lotul experimental (24,25 g/100g grăsime). Analizele efectuate la finalul experimentului au indicat valori finale ale $\Omega 3$ de 3,33 g/100g grăsime la lotul de control (cu 25% mai redusă fata de valoarea inițială) și de 5,76 g/100g grăsime în cazul ouălor provenite de la lotul experimental (apropiată de cea inițială, ceea ce indică o bună capacitate a păsărilor de a folosi sursele specifice de hrană și de a transfera acest tip de acizi grași din hrană în ou). Raportul $\Omega 6/\Omega 3$ la începutul experienței a fost de 6,88 în cazul lotului de control și de 4,06 la lotul experimental, în timp ce la finalul experimentului s-a obținut un raport de 8,25 la lotul de control și de 4,52 la cel experimental.

Se pare ca abilitatea găinilor de a converti ALA din hrana în acizi grași omega-3 cu lanț mai lung variază în funcție de genetica și vârsta păsărilor, precum și de competiția între acizii omega-3 și omega-6 (Butler, 2014).

Proporția acizilor grași din ouăle obținute este ilustrată în figura 8.12.

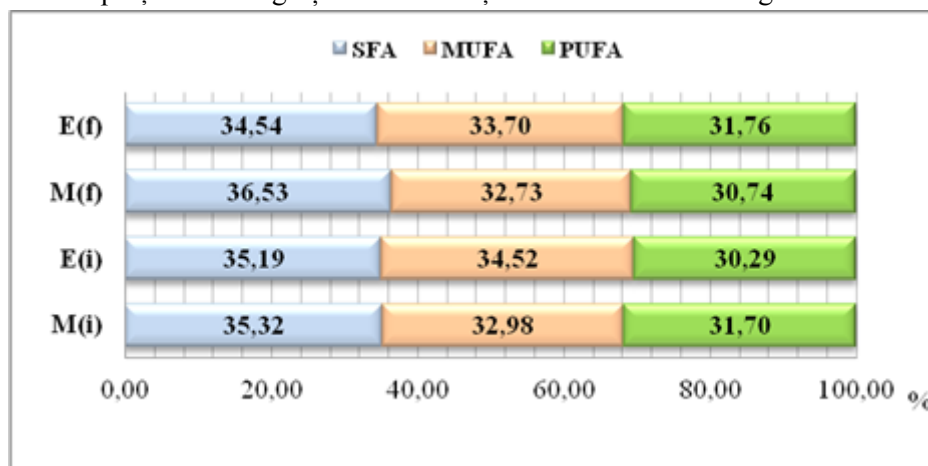


Figura 8.12 Proporția acizilor grași din ouăle rezultate - experimentul B1

Figure 8.12 Proportion of fatty acids in eggs - experiment B1

Concluzii parțiale

Administrarea de nutrețuri combinate îmbogățite în luteina și zeaxantina, prin includerea în alimentația păsărilor a unor aditivi xantofilici originali (codificați AX1 și respectiv AX2, formulați specific folosind surse naturale de pigmenți xantofilici și folosiți fiecare în două rate de includere distincte)(**experimentul A1**)

nu a determinat efecte importante asupra performanțelor de producție dar a condus la creșterea conținutului de xantofile din gălbenuș. Rezultatele obținute în urma determinărilor luteinei și zeaxantinei din gălbenușul proaspăt, au indicat valori ascendente cuprinse între 9,45-22,95 mg/kg, la loturile experimentale comparativ cu lotul martor unde valoarea conținutului final de luteină și zeaxantină a fost de 6,65 mg/kg. Intensitatea culorii gălbenușului a crescut proporțional cu rata de includere a aditivilor xantofilici utilizați și a avut valorile cele mai ridicate în cazul aditivului AX2.

În **experimentul A2** s-a observat o creștere importantă a concentrațiilor de luteină și zeaxantină la ouăle obținute de la găinile din loturile experimentale (cu surse specifice de pigmenți xantofili în structura nutrețurilor combinate administrate) comparativ cu cele ale lotului de control, creșterea acestor concentrații fiind proporțională și cu ratele de includere a celor două surse specifice utilizate - respectiv, lucernă granulată și glutenul de porumb).

Datele obținute în urma analizelor efectuate la ouăle obținute în experiment au evidențiat valori mult mai ridicate (de circa 4...7 ori) la loturile experimentale cu surse specifice de pigmenți xantofili în hrana, comparativ cu lotul de control; totodată, la sfârșitul experimentului s-a evidențiat și o scădere a conținutului de xantofile în cazul lotului E1 (cu adaos de luteina sintetică) de 37,62% față de valoarea determinată după prima săptămână de experiment, respectiv o creștere a conținutului de xantofile în ouă de circa 8% în cazul lotului de control și mult mai intensă în cazul loturilor experimentale cu surse naturale de pigmenți xantofili în hrană, respectiv cu 12,17% în cazul lotului E2, și cu 15,20% în cazul lotului lotul E3.

În cadrul **experimentului A3**, s-a urmărit verificarea și consolidarea unora dintre variantele care au determinat rezultate pozitive în experimentul anterior (A2), respectiv stabilirea proporțiilor optime de utilizare în hrana găinilor ouătoare a lucernei granulate și a glutenului de porumb, prin prisma efectelor determinate asupra performanțelor de producție și mai ales, asupra calității oului - respectiv conținutul acestuia în luteină și zeaxantină.

Referitor la conținutul în luteină și zeaxantină, materiile prime bogate în xantofile (lucerna, glutenul) introduse în structura nutrețurilor combinate folosite în hrana găinilor din loturile experimentale, au indus un conținut final de xantofile în ou ale cărui valori au fost de 200...400 % față de cel determinat inițial la ouăle de la lotul de control. Nu a fost evidențiată o influență majoră asupra performanțelor de producție a ouălor.

În seria de experimente B s-a urmărit obținerea de ouă cu conținut îmbogățit de acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți, prin folosirea în hrana găinilor ouătoare a unor nutrețuri combinate care au inclus în structura lor surse furajere vegetale specifice bogate în acizi grași omega 3 (șrot de in și șrot de camelină) dar și subproduse viniviticole (tescovina) ca surse de antioxidanți vegetali; totodată, au fost determinate și performanțele bioproductive realizate de găinile ouătoare din experimentele efectuate.

Rezultatele determinărilor efectuate la sfârșitul **experimentului B1** au indicat o proporție crescută de acizi grași saturați în cazul ouălor provenite de la lotul de control (cu o valoare medie de 36,11%), în timp ce pentru acizii grași polinesaturați (PUFA) s-au evidențiat proporții mai ridicate în cazul ouălor provenite de la loturile experimentale, cea mai ridicată valoare fiind înregistrată în cazul ouălor de la lotul E2 (32,28%).

Experimentul B2 a vizat posibilitățile de utilizare a tescovinei în hrana găinilor ouătoare, ca sursa de polifenoli cu efect antioxidant, alături de șrotul de in ca sursă de acizi grași omega 3, rezultatele obținute fiind în relație cu nivelul de includere a tescovinei în nutrețurile combinate formulate.

Rezultatele obținute în **experimentul B3**, desfășurat în condiții de **macrotest**, pentru a verifica și consolida rezultatele obținute cu privire la posibilitățile de utilizare a unor surse specifice de acizi grași omega 3 și antioxidanți (uleiul de semințe de struguri, șrotul de in și șrotul de camelină) în alimentația găinilor ouătoare pentru obținerea de ouă cu caracter de aliment funcțional, au confirmat influența puternic pozitivă a structurii de nutreț combinat propuse experimental asupra conținutului în acizi grași MUFA și PUFA din ouăle obținute în cadrul experimentului.

Consideram că rezultatele obținute confirmă posibilitatea obținerii de ouă îmbogățite în pigmenți xantofili (luteina și zeaxantina) și respectiv în acizi grași polinesaturați omega 3 și antioxidanți, ouă care pot fi considerate ca având caracter de aliment funcțional, folosind în alimentația păsărilor surse specifice pentru nutrienții vizați, de tipul celor propuse și folosite în experimentele efectuate.

CAPITOLUL 9. REZULTATE OBTINUTE ÎN CERCETĂRILE PROPRII DE EVALUARE A INFLUENȚEI CONSUMULUI DE OUĂ CU CARACTER DE ALIMENT FUNCȚIONAL ASUPRA SĂNĂTĂȚII CONSUMATORULUI UMAN (SERIA DE EXPERIMENTE C)

CHAPTER 9. EVALUATION OF THE EFFECT OF FUNCTIONAL FOOD ON HUMAN HEALTH (EXPERIMENTAL SERIES C)

9.1 Rezultate obținute cu privire la consumul de ouă îmbunătățite în luteină și zeaxantină - Experimentul C1

Degenerescenta maculară reprezintă, în zilele noastre, cauza principală a orbirii oamenilor din țările dezvoltate și nu numai, fiind caracterizată prin modificări progresive, degenerative, ireversibile ale zonei retiniene centrale - numita macula. Macula reprezintă zona din retina oculară care este responsabilă de vederea detaliată, respectiv de acuitatea vizuală; ea are o colorație gălbuie dată de un pigment galben.

Luteina și zeaxantina sunt unice datorită prezenței lor în anumite țesuturi ale ochilor. Acestea sunt puternic concentrate în maculă (fiind singurii carotenoizi prezenți în acest țesut) dar sunt prezente și în cristalini, care este un alt țesut important pentru vedere.

Aportul de luteină prin dietă al consumatorilor europeni este de aproximativ 2,2 mg/zi, iar în cazul consumatorilor din America de aproximativ 1,7 mg/zi. Acest fapt este cauzat de scăderea consumului de legume cu frunze verzi. Datele evidențiază că un consum de luteină cu nivele cuprinse între 6-14 mg/zi, poate fi asociat cu reducerea cu 50% a riscului pentru degenerescenta maculară relaționată vârstei sau cataractei.

Efectele pozitive ale luteinei și zeaxantinei asupra sănătății ochiului reprezintă doar o parte din beneficiile aduse de consumul acestora de către oameni. Există studii care demonstrează că luteina și zeaxantina pot ajuta la menținerea sănătății inimii prin reducerea riscului apariției aterosclerozei; pot reduce dezvoltarea unor afecțiuni care periclitează statusul imunologic; pot să inhibe proliferarea celulară, transformările celulare și pot modula expresia determinantilor genetici, în prevenirea anumitor tipuri de cancer.

Având în vedere faptul că degenerescenta maculară reprezintă cauza principală a orbirii oamenilor din țările dezvoltate, aceasta afectează peste 5% dintre persoanele care depășesc 65 de ani, s-a considerat de interes social nu numai cercetarea unei soluții naturale pentru ameliorarea acestei probleme, ci și obținerea

pe cale nutrițională de ouă îmbogățite în carotenoizi (în principal luteină și zeaxantină) - ouă cu caracter de aliment funcțional - și studierea influenței consumului acestor ouă asupra sănătății omului.

În acest sens s-a avut în vedere realizarea unui studiu clinic, în cadrul Institutului Parhon, în vederea evaluării efectelor consumului de ouă îmbogățite în luteină și zeaxantină, respectiv un nou sortiment de ou cu rol de aliment funcțional care poate să ajute la prevenirea apariției degenerescentei maculare.

Studiul a fost realizat pe 15 voluntari, de sex masculin și feminin, care au mâncat câte 6 ouă pe săptămână timp de 6 săptămâni. La înrolare voluntarii au semnat un consimțământ informat, după care li s-a efectuat un examen clinic completat de o serie de analize de laborator

Determinările de laborator realizate au fost prezentate în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1/Table 9.1

Determinările la începutul studiului clinic - experimentul C

Initial determinations made in the clinical trial - exp. C

Evaluare inițială	1	Colesterol total
	2	Colesterol HDL
	3	Colesterol LDL
	4	Trigliceride

Componenta lotului de voluntari înrolat în prezentul studiu a fost diferențiată în funcție de vârstă, aceștia încadrându-se între 30-70 ani, cu o medie $47,73 \pm 12,11$ ani, dar și de sexul acestora, nouă (60%) fiind femei, iar șase (40%) au fost bărbați.

Datele obținute în urma realizării studiului clinic, au fost prezentate, în figurile ce urmează:

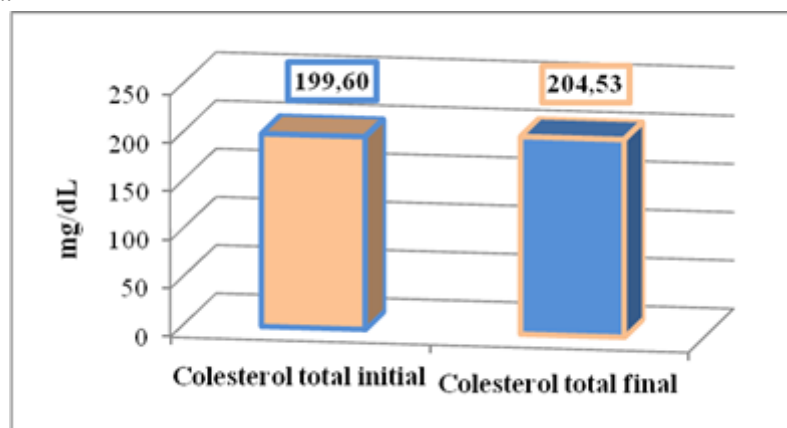


Figura 9.1 Evoluția concentrației de colesterol în sânge - experimentul C1

Figure 9.1 Evolution of cholesterol concentration in humans - exp. C1

După cum se poate observa, valorile colesterolului total au prezentat o ușoară creștere la sfârșitul studiului clinic, prezentând valori ce se încadrează în intervalul de

referință (sub 210 mg/dL); analiza varianței nu a evidențiat diferențieri semnificative între valorile medii stabilite pentru începutul și finalul experimentului ($P \leq 0,05$).

Rezultatele obținute în ceea ce privește nivelul HDL - colesterolului sunt prezentate grafic în figura 9.2; similar colesterolului total, valorile acestui parametru au fost ușor mai ridicate la finalul studiului clinic față de valorile inițiale și au înregistrat valori ce se încadrează în intervalul considerat de referință pentru starea de sănătate normală (40 – 65 mg/dL); și în acest caz analiza varianței nu a evidențiat diferențieri semnificative între valorile medii stabilite pentru începutul și finalul experimentului ($P \leq 0,05$)

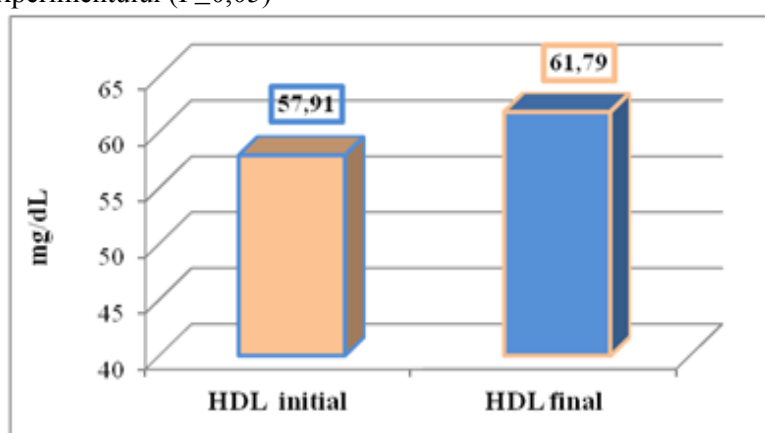


Figura 9.2. Evoluția concentrației HDL din sânge - experimentul C1

Figure 9.2. Evolution of HDL concentration in humans - exp. C1

Rezultatele obținute cu privire la nivelul LDL - colesterolului din sângele consumatorilor luați în studiu sunt prezentate grafic în figura 9.3. După cum se poate observa din figura menționată, valorile acestui parametru au fost ușor mai ridicate la finalul studiului clinic, având valori ce se încadrează în intervalul considerat de referință pentru starea de sănătate normală (60 – 160 mg/dL); analiza varianței nu a evidențiat diferențieri semnificative între valorile medii stabilite pentru începutul și finalul experimentului ($P \leq 0,05$).

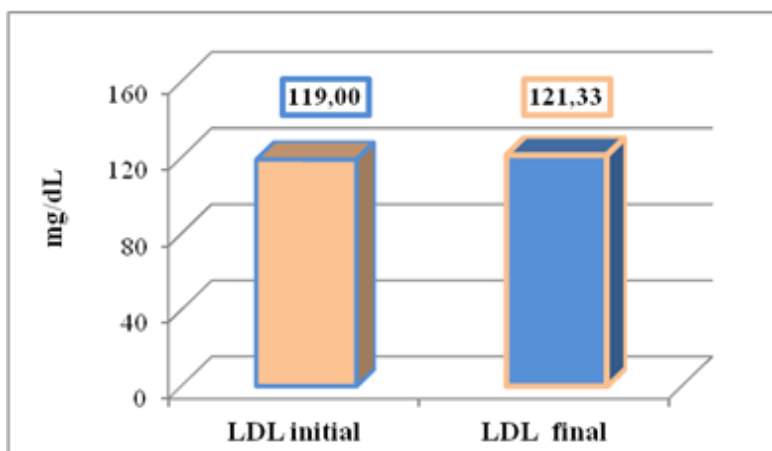


Figura 9.3 Evoluția concentrației LDL din sangele consumatorilor - exp. C1
Figure 9.3. Evolution of LDL concentration in humans - exp. C1

În cazul nivelului trigliceridelor din sângele subiecților care au făcut obiectul studiului, rezultatele obținute (figura 9.4.) au indicat o ușoară reducere a valorilor acestui parametru la sfârșitul studiului clinic, valorile încadrându-se și în acest caz în intervalul considerat de încredere pentru starea de sănătate normală (50 – 200 mg/dL); analiza varianței nu a evidențiat nici în acest caz diferențieri semnificative între valorile medii stabilite pentru începutul și finalul experimentului ($P \leq 0,05$).

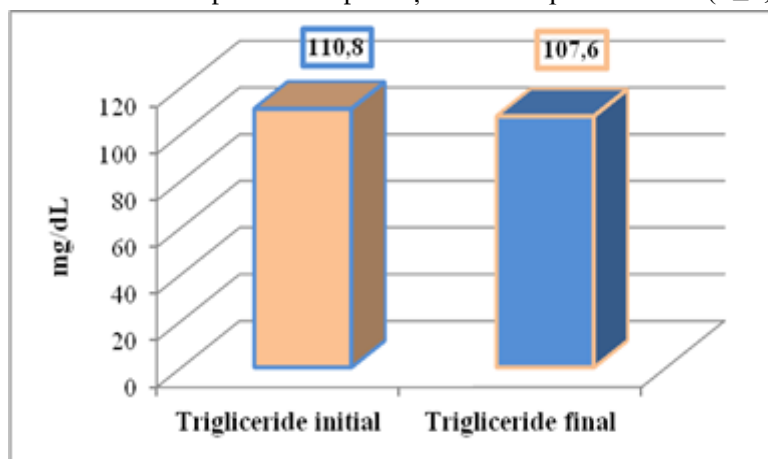


Figura 9.4 Evoluția concentrației de trigliceride în sângele consumatorilor - exp. C1
Figure 9.4 Evolution of triglyceride concentration in humans - exp. C1

9.2 Rezultate obținute cu privire la consumul de ouă îmbunătățite în acizi grași nesaturați omega 3 și antioxidanți - Experimentul C2

Una din clasele de substanțe care dețin proprietăți antioxidante sunt polifenolii. În fapt, polifenolii reprezintă un grup de mai multe substanțe cu structuri chimice diferite. Mult timp polifenolii au fost considerați compuși antinutritivi din alimente dar în 1988, *Haslam* a reevaluat rolul polifenolilor din plante. El a emis ipoteza că plantele răspund la amenințările mediului înconjurător prin crearea unor mecanisme de apărare, privind răspunsul chimic la riscurile microbiologice și fizice (*Haslam, 1988*). În alimente și băuturi acești compuși sunt asociați proprietăților senzoriale precum culoarea, astringența și gustul amar, relevante de altfel în produse precum vinul, ceaiul și sucul de grapefruit (*Es-Safi ș.a., 2000; Shi ș.a., 2003; Manach ș.a., 2004; Gollücke 2008*). Polifenolii se găsesc în mod natural într-o varietate de forme, de la acizi fenolici simpli la taninuri polimerizate complexe. Conform structurii lor chimice, de regulă, polifenolii de interes nutrițional sunt împărțiți în trei grupe: acizii fenolici, flavonoide și stilbene (*Cook ș.a., 1996*).

Zilmaz și Toledo (2004) au demonstrat că flavonoidele abundă în semințele și cojile de struguri, demonstrând o importantă capacitate antioxidantă. Ca urmare, se poate considera că produsele derivate din struguri precum vinul, sucul din struguri sau tescovina (turte de coji și semințe) pot reprezenta surse naturale de polifenoli, mai precis de flavonoide. Polifenolii din struguri suferă câteva reacții chimice în perioada de procesare a lor, incluzând polimerizarea și depolimerizarea, reacția enzimatică și copigmentarea; totuși, *Gollücke ș.a., (2008)* au arătat ca aceste procese de transformare nu influențează neapărat conținutul total sau activitatea antioxidantă “in vitro”.

Abundența polifenolilor bioactivi din tescovina de struguri, semințe și coji, prezintă un real interes pentru mulți dintre cercetătorii și companiile din industria alimentară și industria aditivilor furajeri. Vinul și sucurile din struguri reprezintă băuturi tradiționale obținute din zdrobirea strugurilor cu coaja și semințe totodată. Aceasta modalitate inherentă de extracție contribuie la separarea polifenolilor din sursa lor naturală (coaja și semințe) și transferul acestora în băutura. În mod intenționat, polifenolii nu sunt complet extrași din coaja și semințe, în prepararea sucului sau a vinului datorită efectului puternic astringent și a gustului amar pe care îl oferă. De aceea, cantități relevante de polifenoli sunt disponibile sub forma de reziduuri din industria de prelucrare a sucului de struguri și a vinului. Compoziția fenolică din tescovină variază mult datorită varietății de struguri, condițiilor de mediu și climat, tipului de sol, gradului de coacere și procesului de vinificație.

Seria de experimente B a avut ca scop evaluarea efectelor folosirii în nutrețurile combinate administrate găinilor ouătoare a unor subproduse vegetale rezultate din industria vinului (ulei de semințe de struguri, șrot de semințe de

struguri și tescovină), ca surse specifice de acizi grași și polifenoli, respectiv de antioxidanți, în scopul producerii de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 și în antioxidanți.

În **experimentul C2**, în vederea investigării efectelor consumului de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți, au fost înrolați 48 de subiecți voluntari care au mâncat 10 ouă pe săptămână timp de 5 săptămâni.

Voluntarilor li s-au recoltat probe de sânge înainte de consumul ouălor și după 5 săptămâni de consum.

La înrolare, voluntarii au semnat un consimțământ informat după care, li s-a efectuat un examen clinic, completat de o serie de analize de laborator; au fost determinați markerii metabolismului lipidic, proteic și markeri de inflamație (proteina C reactivă și fibrinogenul). Hemoleucograma s-a efectuat numai la înrolarea în studiu pentru a se exclude un status infecțios. Datele prezentate cu privire la statusul clinic al voluntarilor este prezentat în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2/ Table 9.2

Determinările de laborator realizate subiecților în experimentul C2

Laboratory tests made on human subjects in the experiment C2

Nr crt	Denumire analiza	
	<i>Evaluare inițială</i>	<i>După consum ouă</i>
1	Aspartat aminotransferaza (AST/GOT)	Aspartat aminotransferaza (AST/GOT)
2	Alanin aminotransferaza (ALT/GPT)	Alanin aminotransferaza (ALT/GPT)
3	Colesterol total	Colesterol total
4	Colesterol HDL	Colesterol HDL
5	Colesterol LDL	Colesterol LDL
6	Creatinina serica/urinara	Creatinina serica/urinara
7	CRP (Proteina C reactiva)	CRP (Proteina C reactiva)
8	Fosfataza alcalina	Fosfataza alcalina
9	Proteine totale serice	Trigliceride
10	Trigliceride	Proteine totale serice
11	Fibrinogen	Fibrinogen
12	Hemograma cu formula leucocitara	

Probele de sânge s-au recoltat dimineața, pe nemâncate, în eprubeta cu activator de cheag pentru analizele de biochimie și pe anticoagulant pentru hemoleucograma. Din serul fiecărui subiect s-au lucrat analizele în ziua recoltării.

Analizele de biochimie și hematologie s-au lucrat pe autoanalizoare, în sistem automat, (Cobas 501, Vitros, AVL), cu metode standardizate pentru diagnostic in vitro.

Subiecții înrolați au fost, ca și în studiul precedent, împărțiți pe vârste și sexe. Aceștia au avut vârste, cuprinse între 24-71 ani, cu o medie 44.93 ± 1.73 ani, dintre care 39 (76.47%) au fost femei și 12 (13,53%) au fost bărbați.

Din lotul inițial de 51 de candidați, au fost excluși 2 subiecți - unul pentru că a fost diagnosticat cu litiaza biliară și unul pentru că a prezentat valori mult crescute ale transaminazelor.

Pentru caracterizarea lotului de subiecți participanți la studiu, aceștia au fost împărțiți în 3 grupe, în funcție de indicele de masă corporală (BMI):

1. Normoponderali ($BMI < 25$)
2. Supraponderali ($25 < BMI < 30$)
3. Obezi ($BMI > 30$)

În figura 9.5 este prezentată distribuția lotului luat în studiul nostru clinic:

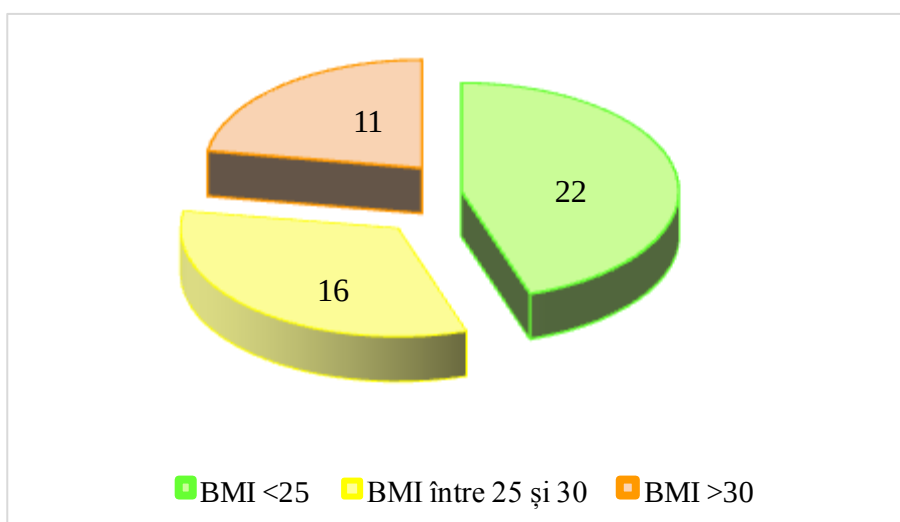


Figura 9.5 Distribuția lotului de subiecți din studiul clinic în funcție de indicele de masă corporală - experimentul C2

Figure 9.5 Distribution of the batch of subjects in clinical trial based on body mass index - experiment C2

Subiecților luați în studiu li s-au efectuat analize biochimice sanguine individuale la începutul și la finalul perioadei experimentale. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 9.3, din analiza acestora putându-se evidenția evoluția parametrilor sangvini investigați pentru întregul lot înrolat în studiu clinic întreprins. Astfel, s-a observat faptul că analizele de sânge efectuate la finalul perioadei experimentale au demonstrat valori medii normale pentru toți parametrii urmăriți, specifici stării de sănătate normale.

De asemenea, în figura 9.6 sunt reprezentate grafic unele dintre rezultatele obținute comparativ pe parcursul experimentului.

Tabelul 9.3/Table 9.3

Variația parametrilor biochimici sanguini - experimentul C2
Variation of studied biochemical parameters in experiment C2

Parametru	N	Inceput exp.			Final exp.			Semnificația diferentelor
		Media	SD	SE	Media	SD	SE	
ALT	31	21,95	10,62	1,90	20,10	10,25	1,84	ns
AST	31	19,78	6,35	1,14	19,79	6,57	1,18	ns
Colesterol	31	192,23	34,99	6,28	185,52	34,71	6,23	ns
Creatinină	31	0,71	0,14	0,02	31	0,75	0,16	ns
Fosfataza alcalina	31	59,67	16,37	2,94	65,41	16,06	2,88	0,001
HDL-C	31	55,32	12,25	2,20	52,66	12,65	2,27	ns
LDL-C	31	113,44	32,35	5,90	112,03	29,40	5,28	ns
Proteine	31	6,82	0,32	0,05	7,16	0,25	0,04	0,001
TGL	31	102,51	39,05	7,01	103,95	45,40	8,15	ns
CRP	31	0,32	0,34	0,06	0,39	0,57	0,10	ns
Fibrinogen	31	414,31	62,66	11,25	387,02	70,16	12,60	0,005

SD - Standard Deviation, SE - Standard Error

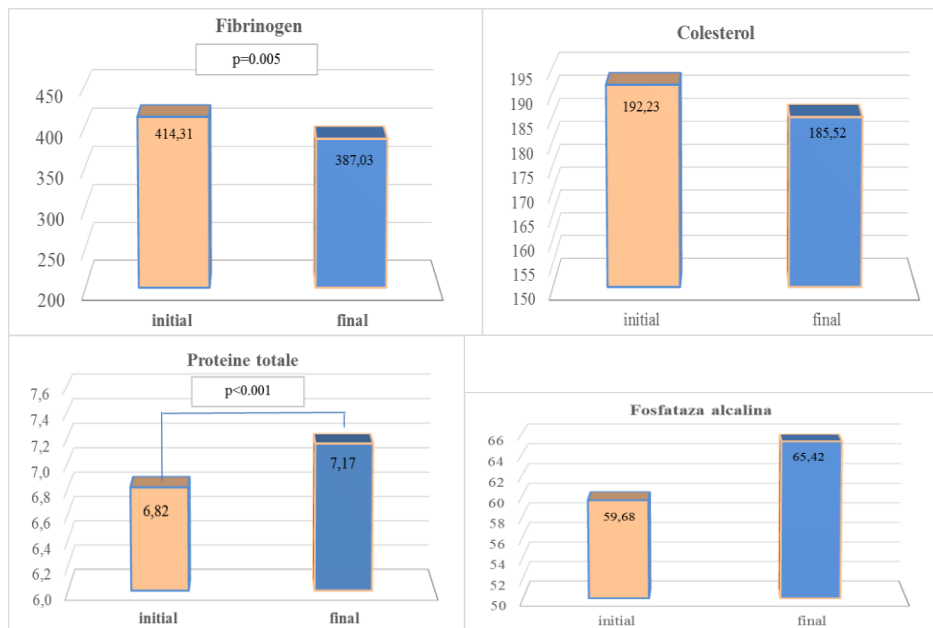


Figura 9.6. Rezultatele privind analizele individuale - experimentul C2

Figure 9.6. Results of individual analysis - experiment C2

În figura 9.7 este prezentată grafic evoluția parametrilor investigați în urma consumului de ouă, în funcție de indicele de masă corporală în acest experiment.

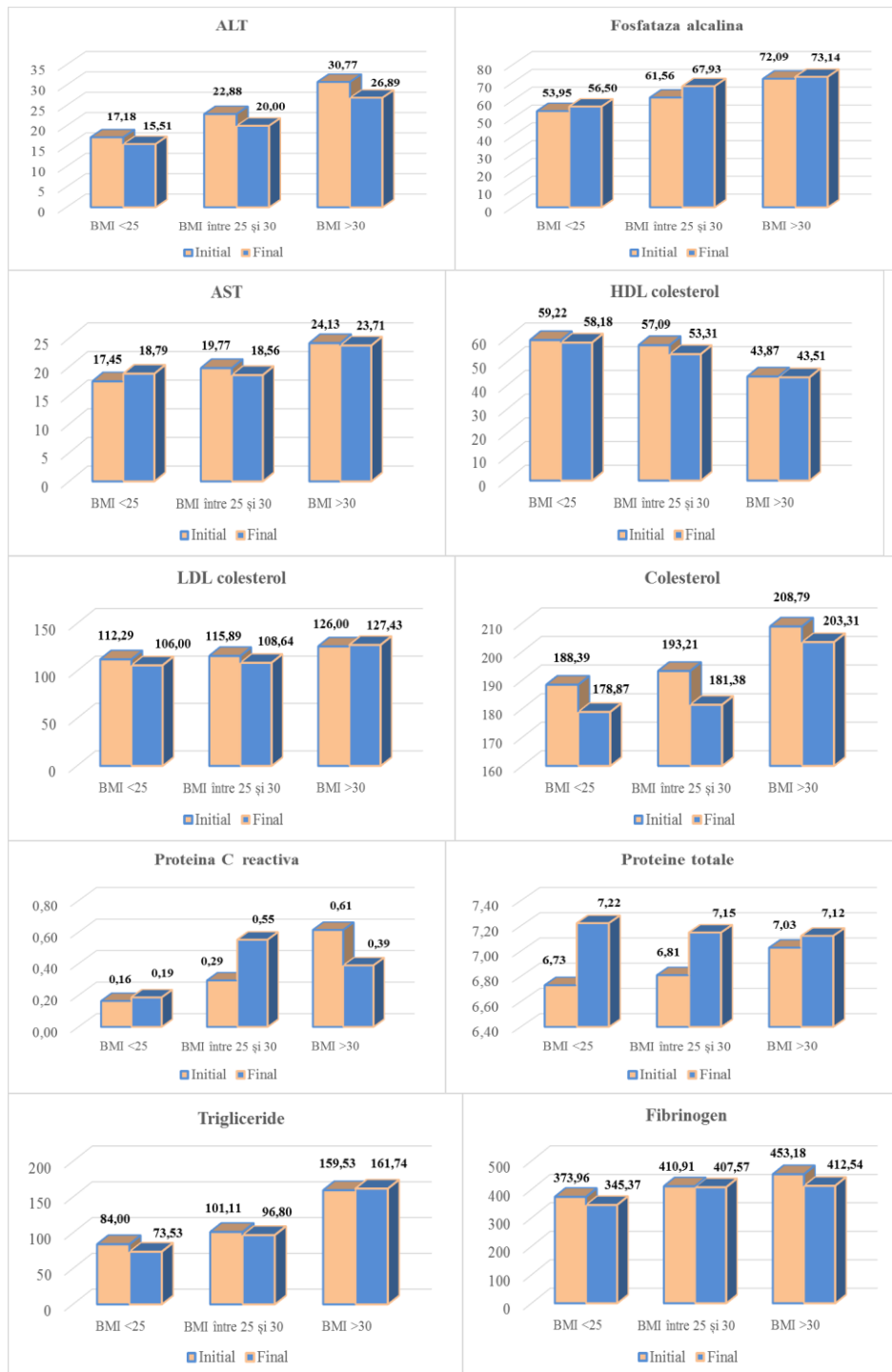


Figura 9.7. Evoluția parametrilor investigați în urma consumului de ouă - exp.C2
 Figure 9.7. Evolution of parameters investigated after egg consumption - exp. C2

Compararea valorilor medii calculate pentru parametrii determinați la începutul și respectiv, la finalul experimentului, au evidențiat diferențe semnificative în ceea ce privește proteinele totale, fosfataza alcalină și fibrinogenul dar nesemnificative în cazul colesterolului total, HDL-C, LDL-C, trigliceridelor, a transaminazelor (ALT, AST) și proteinei C reactive (CRP).

Analizând parametrii investigați, pe loturi, în funcție de indicele de masă corporală, s-a observat o scădere mai mare a colesterolului la lotul normoponderal față de lotul obez, fără variații semnificative pentru HDL sau LDL colesterol; proteinele totale au avut o creștere semnificativă, în timp ce valorile fibrinogenului și CRP au scăzut la lotul obez.

În fapt, se poate aprecia că evaluarea subiecților pe subgrupe în funcție de indicele de masă corporală nu a evidențiat rezultate diferite semnificativ față de întreg lotul. Creșterea semnificativă a concentrației proteinelor totale, corelată cu scăderea semnificativă a valorilor de fibrinogen, se constituie într-un punct forte al studiului. Subiecții au beneficiat de un aport proteic adecvat și de proteine de calitate. Mai mult, fibrinogenul - marker de inflamație - a scăzut semnificativ după consumul de ouă, în timp ce restul parametrilor biochimici determinați nu s-au modificat. Niciun subiect nu a raportat reacții adverse.

Concluzii parțiale

În cazul consumului de ouă îmbogățite în luteină și zeaxantină, valorile colesterolului atât LDL-colesterol, cât și HDL-colesterol au fost ușor crescute la finalul perioadei experimentale (după 6 săptămâni), însă fără a depăși limitele admise la toți subiecții înrolați în studiu.

Pentru trigliceride, valorile obținute au fost mai scăzute la finalul studiului, față de cele determinate la începutul acestuia, însă nu au fost sub limitele admise.

Consumul de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 a adus un aport proteic semnificativ și au determinat o scădere semnificativă a fibrinogenului; în urma consumului acestui tip de ouă valorile transaminazelor, HDL-colesterol și LDL-colesterol, proteinei C reactive și trigliceridelor au rămas în limitele normale, fără modificări semnificative ale parametrilor, în timp ce concentrația proteinelor totale a avut o creștere semnificativă ce a fost corelată cu scăderea semnificativă a valorilor fibrinogenului.

Fibrinogenul, ca și marker al inflamației în organismul uman, a înregistrat o scădere semnificativă, după consumul de ouă, la finalul experimentului

De altfel nu au fost raportate reacții adverse sau simptome de intoxicații în urma consumului de ouă. Ouăle consumate au fost apreciate și bine tolerate de către toți voluntarii înrolați în studiu.

Concluziile studiului, privind consumul de ouă îmbogățite cu luteină și zeaxantină, dar și a celui de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați, au fost că, acesta poate aduce un aport benefic sănătății în cazul unui consum corespunzător.

CAPITOLUL 10. ASPECTE ECONOMICE

CHAPTER 10. ECONOMIC ISSUES

Unul dintre obiectivele majore ale producătorilor de ouă de consum în economia de piață constă în eficientizarea, prin reducerea costurilor de producție sau adăugarea de plus-valoare care să permită obținerea unui preț mai bun și a unei marje de profit superioare.

În acest sens, în cercetările întreprinse au fost luate în calcul costurile materiilor prime utilizate și a nutrețurilor combinate formulate și utilizate, analizate în relație cu performanțele productive realizate.

La SC Avicola Lumina SA aprovizionarea cu materii prime pentru producerea furajului se face aproape zilnic pe baza graficelor de aprovizionare emise de către aceștia. Există o procedură de selectare a furnizorilor și contracte de cumpărare cu fiecare furnizor de materie primă.

În cazul **experimentului A1**, costurile de producție pentru aditivii xantofilici propuși și experimentați au fost de 50 lei/kg în cazul AX1 și respectiv de 74,29 lei/kg în cazul AX2. Plecând de la aceste valori și având în vedere consumul mediu zilnic precum și numărul de găini, s-a calculat totalul cheltuielilor de furajare pentru variantele experimentale studiate, rezultatele fiind prezentate în tabelul 10.1.

Tabelul 10.1 /Table 10.1

Analiza comparativa a cheltuielilor de furajare în experimentul A1

Comparative analysis of feeding costs in experiment A1

Specificare	C	E1	E2	E3	E4
Nr. zile exp.	35	35	35	35	35
Nr. găini lot	34	34	34	34	34
Consumul mediu zilnic (g/zi)	120,64	116,58	118,15	120,59	118,88
Cantitatea de nutreț/lot/zi (kg)	4,10	3,96	4,02	4,10	4,04
Total nutreț experiment	143,56	138,73	140,60	143,50	141,47
Cost 1 kg nutreț combinat (lei)	1,10	2,09	3,07	2,57	4,04
Total cheltuieli furajare lot (lei)	158,49	289,95	431,64	368,80	571,53
% fata de C	100	182,9	272,3	232,7	360,6
±% fata de C	/	+82,9	+172,3	+132,7	+260,6

Se poate observa faptul că în cazul tuturor loturilor experimentale, hrănite cu nutrețuri combinate care au inclus (în doze diferite) aditivii xantofilici originali AX1, respectiv AX2, costurile de furajare au fost substanțial (cu 82...260 %) mai

mari față de cele înregistrate la lotul de control (rețeta convențională), ceea ce impune ca și condiție de eficiență economică comercializarea ouălor astfel obținute cu un preț ce poate fi apreciat cu 100% până la 300% mai mare față de cel al ouălor convenționale.

În ceea ce privește **experimentul A2**, care a vizat posibilitățile de obținere a ouălor îmbogățite în pigmenți xantofilici folosind luteina sintetică și respectiv surse naturale (lucerna și gluten de porumb, în diferite proporții), deși costul pe kilogram de nutreț combinat a fost mai mare în cazul loturilor experimentale, la sfârșitul experimentului a rezultat un cost al hranei ușor mai mare la lotul cu luteină sintetică (E1) dar o reducere a costului total al hranei la loturile experimentale în hrana cărora s-a utilizat lucernă și gluten de porumb, varianta E3 fiind cu cele mai reduse costuri de furajare (tab.10.2).

Tabelul 10.2 /Table 10.2

Analiza comparativă a cheltuielilor de furajare în experimentul A2

Comparative analysis of feeding costs in experiment A2

Specificare	C	E1	E2	E3
Nr. zile exp.	35	35	35	35
Nr. găini lot	20	20	20	20
Consumul mediu zilnic (g/zi)	123,60	121,26	112,96	109,02
Cantitatea de nutreț/lot/zi (kg)	2,47	2,43	2,26	2,18
Total nutreț experiment	86,52	84,88	79,07	76,31
Cost 1 kg nutreț combinat (lei)	1,10	1,12	1,19	1,22
Total cheltuieli furajare lot (lei)	95,17	95,24	94,33	93,41
% fata de C	100	100,1	99,1	98,2
±% fata de C	/	0,1	-0,9	-1,8

Rezultatele economice pozitive înregistrate în experimentul A2 în cazul folosirii ca surse naturale specifice de pigmenți xantofili a lucernei și glutenului de porumb au fost verificate și consolidate în **experimentul A3**, desfășurat în condiții de fermă, ca **macrotest**, pe un număr de 19.600 de găini ouătoare, timp de 6 săptămâni, folosind în hrana loturilor experimentale trei variante diferite de rate de includere a surselor de xantofile menționate comparativ cu un lot de control hrănit ci o rețetă convențională (care nu includea lucerna sau gluten de porumb).

Rezultatele economice înregistrate în acest experiment sunt prezentate comparativ în tabelul 10.3.

Dacă aspectele economice prezentate sunt analizate în relație și cu performanța realizată, prin prisma intensității de ouat și a conținutului de luteina și zeaxantina din ouăle obținute, varianta experimentală E2 (cu 5% lucernă și 10%

gluten de porumb) apare a fi cea mai avantajoasă; această variantă permite obținerea unor ouă cu un conținut de xantofile (luteina și zeaxantina) mai mare cu circa 400 % față de cel din ouăle convenționale (de la lotul de control), în condițiile unei productivități ușor sporite (intensitate de ouat cu 1,4% mai mare), cu un cost al hranei cu doar 4,7% mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice chiar în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu doar 5% mai mare față de cel al ouălor convenționale – deși evident se poate aplica o marja de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

Tabelul 10.3 /Table 10.3

Analiza comparativă a cheltuielilor de furajare în experimentul A3
Comparative analysis of feeding costs in experiment A3

Specificare	C	E1	E2	E3
Nr. zile exp.	42	42	42	42
Nr. găini lot	4900	4900	4900	4900
Consumul mediu zilnic (g/zi)	124,20	124,0	124,4	123,8
Cantitatea de nutreț/lot/zi (kg)	608,58	607,6	609,56	606,62
Total nutreț experiment	25560	25519	25602	25478
Cost 1 kg nutreț combinat (lei)	1,11	1,14	1,16	1,18
Total cheltuieli furajare lot (lei)	28371,6	29091,6	29698,3	30064
% fata de C	100	102,5	104,7	106,0
±% fata de C	/	+2,5	+4,7	+ 6,0
Intensitatea de ouat (%)	86,04	85,40	87,23	86,17
Conținutul în ou luteina+ zeaxantina (mg/kg)	12,37	35,45	50,12	52,13

Așa cum s-a arătat în capitolele anterioare, în cadrul **seriei de experimente B** au fost studiate unele posibilități de obținere a unor ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți prin folosirea în hrana găinilor ouătoare a unor surse specifice pentru acești nutrienți.

Pe baza primelor doua experimente (B1 și B2) din această serie de cercetări, în cadrul **experimentului B3** a fost propusă și experimentată o soluție nutrițională bogată în acizi grași polinesaturați și antioxidanți, prin folosirea unor surse naturale (șrot semințe struguri, șrot camelina și șrot de in - Extrulin), experimentul fiind realizat în condiții de macrotest, în fermă, pe un efectiv de 64.000 de găini ouătoare, timp de 8 săptămâni.

Rezultatele economice înregistrate în urma efectuării acestui experiment sunt prezentate în tabelele 10.4-10.6

Astfel, în tabelul 10.4 este prezentat modul de calcul al costului nutrețului combinat utilizat la lotul de control (rețeta convențională - fără factorii experimentali), în timp ce modul de calcul al costului nutrețului combinat utilizat la lotul experimental (rețeta incluzând 1% șrot de semințe struguri, 2% șrot de camelină și 3% șrot de in - Extrulin) este prezentat în tabelul 10.5; în ambele cazuri nu au fost luate în calcul cheltuielile de fabricație, ci doar cele reprezentate de costul ingredientelor utilizate.

Un kilogram de nutreț combinat fabricat conform rețetei experimentale a costat 1,280 lei; această valoare a fost cu circa 10% (9,96 %) mai mare decât cea calculată pentru costul nutrețului convențional (1,164 lei/kg) folosit la momentul respectiv la SC Avicola Lumina.

Tabelul 10.4/Table 10.4

Costul nutrețului combinat la lotul de control - experimentul B3

Cost of the control feed - experiment B3

Specificare	Preț/kg materie prima	Control	
		%	lei
Porumb	0,69	50,48	34,831
Șrot de soia	1,90	19,38	36,822
Șrot de floarea soarelui	0,95	15,00	14,25
Ulei vegetal	3,25	3,10	10,075
Lizina	7,00	0,05	0,35
Metionina	26,00	0,19	4,94
Treonina	20,00	0,06	1,20
Carbonat de calciu	0,17	9,32	1,5844
Fosfat monocalcic	2,60	1,20	3,12
Sare	0,30	0,27	0,081
Bicarbonat de sodiu	1,60	0,15	0,24
Micofix	21,00	0,20	4,20
Biotronic	14,85	0,50	7,425
Premix A5	8,00	0,10	0,80
Total		100	
pret / kg nutreț combinat (lei)			1,164

Tabelul 10.5/Table 10.5

Costul nutrețului combinat la lotul experimental - experimentul B3
Cost of the experimental feed - experiment B3

Specificare	Preț/kg materie prima	Experimental	
		%	lei
Porumb	0,69	51,09	35,252
Șrot din seminte struguri	0,6	1	0,6
Șrot de camelina	2	2	4
Extrulin (șrot in)	4,51	3	13,53
Șrot de soia	1,9	22,05	41,895
Șrot de floarea soarelui	0,95	7,26	6,906
Ulei vegetal	3,25	1,51	4,907
Metionina	26	0,21	5,46
Treonina	20	0,06	1,2
Carbonat de calciu	0,17	9,32	1,584
Fosfat monocalcic	2,6	1,27	3,302
Sare	0,3	0,27	0,081
Bicarbonat de sodiu	1,6	0,15	0,24
Micofix	21	0,1	2,1
Biotronic	14,85	0,2	2,97
Premix A5	8	0,5	4
Total		100	
pret / kg nutreț combinat (lei) (% față de control)			1,280 (109,96)

Tabelul 10.6/Table 10.6

Analiza comparativă a costurilor de furajare - experimentul B3
Comparative analysis of feeding costs - experiment B3

Specificație	Control	Experimental
Nr. zile experiment	56	56
Nr. găini / lot	32000	32000
Consumul mediu zilnic (g/zi)	123,65	119,44
Cantitatea de nutreț/lot/zi (kg)	3956,80	3822,08
Total nutreț consumat /lot (kg)	221580,8	214036,5
Cost 1 kg nutreț combinat (lei)	1,164	1,280
Total cheltuieli furajare lot (lei)	257920	273967
% (C=100)	100,00	106,22
±% față de C	/	+6,22
Intensitatea de ouat (%)	95,79	95,52
Acizi grași Ω3 in ou (g/100g grasime) (% fata de C)	3,33	5,76 (173%)
Raportul Ω6/Ω3 in ou	8,25	4,52

Analiza comparativă a costurilor de furajare pentru cele două variante din experiment este prezentată în tabelul 10.6; datele prezentate evidențiază o creștere de numai 6,22% a cheltuielilor cu hrana în cazul lotului experimental față de lotul de control, ceea ce se reflectă implicit în costul de producție al ouălor obținute.

Analizând aspectele economice prezentate în relație cu performanța realizată, prin prisma intensității de ouat și a conținutului de acizi grași polinesaturați omega-3 (și antioxidanți) din ouăle obținute, varianta experimentală (cu 1% șrot de semințe struguri, 2% șrot de camelina și 3% șrot de in - Extrulin în structura nutrețului combinat) poate permite obținerea unor ouă cu un conținut de acizi grași omega-3 mai mare cu circa 73 % față de cel din ouăle convenționale (de la lotul de control), și implicit un raport al acizilor grași $\Omega 6/\Omega 3$ în ou mult mai avantajos nutrițional, în condițiile unei productivități (intensitate de ouat) practic egale, cu un cost al hranei cu circa 6 % mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu circa 10% mai mare față de cel al ouălor convenționale - evident, și în acest caz se poate aplica o marjă de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

CAPITOLUL 11. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

CHAPTER 11. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

În prezent, alimentele sunt privite nu doar ca mijloc de satisfacere a foamei și de furnizare a nutrienților necesari, ci și în scopul prevenirii afecțiunilor relaționate nutriției și îmbunătățirea stării fizice și mentale a consumatorilor. În țările dezvoltate, nutriția omului este caracterizată de un consum excesiv de proteină, colesterol, acizi grași saturați și acizi grași polinesaturați omega-6 și un consum deficitar de acizi grași omega-3, fibre și antioxidanți; aceste dezechilibre nutriționale sunt responsabile de incidența ridicată a obezității și a bolilor cronice sau degenerative netransmisibile, dintre care afecțiunile cardiovasculare reprezintă o cauză majoră de morbiditate și mortalitate la nivel global.

Deoarece alimentația este determinantă atât sub aspectul performanțelor cantitative și calitative dar și al celor economice, este în responsabilitatea nutriționistului de a găsi mijloacele optime de îmbunătățire a producției realizate.

Rezultatele obținute în cercetările efectuate pe parcursul celor trei serii de experimente, au permis formularea unor concluzii, ce sunt prezentate sintetic în cele ce urmează:

- Au fost identificate și caracterizate nutrițional o varietate mare de materii prime în cea mai mare parte indigene și cu disponibilitate ridicată care pot fi folosite în scop furajer ca surse specifice de pigmenți xantofilici (luteină și zeaxantină) și respectiv acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți.

Sursele cu cea mai ridicată concentrație de pigmenți xantofili au fost pulberile de spirulina (5684ppm), cătină albă (236 ppm) și gălbenele (174 ppm), cea mai scăzută concentrație fiind întâlnită în pulpa de dovleac uscată (2,8 ppm); sursele de xantofile cu cea mai mare disponibilitate pentru a putea fi folosite industrial au fost glutenul de porumb (cu un conținut de xantofile de 167-200 ppm) și lucerna granulată (cu un conținut de 72,54 ppm) - acestea fiind selectate și utilizate în diferite proporții în structura unor rețete experimentale de nutrețuri combinate care au permis obținerea unor rezultate avantajoase prin prisma performanțelor zootehnice și mai ales a conținutului în luteină și zeaxantină din ouăle astfel obținute.

În ceea ce privește sursele de acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți, au ieșit în evidență prin conținut și disponibilitate uleiul și șrotul de semințe de struguri, tescovina, șrotul de in (sub forma produsului Extrulin) și șrotul de camelină; toate acestea au făcut obiectul unor variante experimentale, fiind introduse în diferite combinații și proporții în structuri de nutrețuri combinate experimentate în hrana găinilor ouătoare.

- **Au fost formulați și experimentați doi aditivi furajeri specifici ca surse de pigmenți xantofilici (AX1 și AX2,** cu un conținut de xantofile de 512 ppm și respectiv 964 ppm); introducerea acestora (în proporții de 2 și 4%) în hrana găinilor ouătoare a avut o influență puternică asupra calității ouălor obținute, determinând creșterea cu 50÷250 % a conținutului de luteină și zeaxantină din ou, dar în condițiile creșterii costului hranei cu 80÷260 %.

- **Seria de experimente A** care a vizat **posibilitățile de obținere a ouălor îmbogățite în pigmenți xantofilici** folosind luteina sintetică și respectiv surse naturale (lucerna și gluten de porumb, în diferite proporții) a condus în final la cristalizarea unei soluții nutriționale verificată în condiții de macrotest la nivel de fermă (varianta experimentală E2 din experimentul A3 - cu 5% lucerna și 10% gluten de porumb în structura nutrețului combinat) care permite obținerea unor ouă cu un conținut de xantofile (luteină și zeaxantină) mai mare cu circa 400 % față de cel din ouăle convenționale (de la lotul de control), în condițiile unei productivități ușor sporite (intensitate de ouat cu 1,4% mai mare), cu un cost al hranei cu doar 4,7% mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice chiar în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu doar 5% mai mare față de cel al ouălor convenționale – deși evident se poate aplica o marjă de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

- În urma **seriei de experimente B** au fost evaluate unele **posibilități de obținere a unor ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți** prin folosirea în hrana găinilor ouătoare a unor surse specifice pentru acești nutrienți; astfel, pe baza primelor două experimente (B1 și B2), în cadrul **experimentului B3** a fost verificată o soluție nutrițională de utilizare a unor surse naturale (1% șrot de semințe struguri, 2% șrot de camelină și 3% șrot de in - Extrulin în structura nutrețului combinat) ce poate permite obținerea unor ouă cu un conținut de acizi grași omega-3 mai mare cu circa 73 % față de cel din ouăle convenționale și implicit un raport al acizilor grași $\Omega 6/\Omega 3$ în ou mult mai avantajos nutrițional, în condițiile unei productivități (intensitate de ouat) practic egale, cu un cost al hranei cu circa 6 % mai ridicat, ceea ce ar permite o creștere a eficienței economice în condițiile în care prețul de vânzare al ouălor cu caracter de aliment funcțional astfel obținute ar fi cu circa 10% mai mare față de cel al ouălor convenționale - evident, și în acest caz se poate aplica o marjă de profit mult mai mare, perfect justificată prin calitatea ouălor.

- **Studiile clinice** efectuate pe voluntari au evidențiat faptul că **un consum controlat, relativ ridicat, de ouă cu caracter de aliment funcțional - îmbogățite în luteină și zeaxantină sau în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți - poate avea efecte benefice asupra sănătății consumatorilor, fără a fi fost evidențiate modificări ale indicatorilor biochimici sanguini care să indice**

o posibilă tulburare metabolică a organismului, indiferent de grupa de vârstă, sex sau greutatea corporală a subiecților implicați în studiu.

În cazul consumului de ouă îmbogățite în luteină și zeaxantină, valorile colesterolului atât LDL-colesterol, cât și HDL-colesterol au fost ușor crescute la finalul perioadei experimentale (după 6 săptămâni), însă fără a depăși limitele admise, la toți subiecții participanți la studiu. Pentru trigliceride, valorile obținute au fost mai scăzute la finalul studiului, față de cele determinate la începutul acestuia, însă nu au fost sub limitele admise.

Consumul de ouă îmbogățite în acizi grași polinesaturați omega-3 a adus un aport proteic semnificativ și a determinat o scădere semnificativă a fibrino-genului - marker al inflamației în organismul uman; în urma consumului acestui tip de ouă valorile transaminazelor, HDL-colesterol și LDL-colesterol, proteinei C reactive și trigliceridelor au rămas în limitele normale, fără modificări semnificative ale parametrilor, în timp ce concentrația proteinelor totale a avut o creștere semnificativă ce a fost corelată cu scăderea semnificativă a valorilor fibrinogenului.

Nu au fost raportate reacții adverse sau simptome de intoxicații în urma consumului de ouă. Ouăle consumate au fost bine apreciate și bine tolerate de către toți voluntarii participanți la studiu.

În urma cercetărilor efectuate și a concluziilor formulate privind soluțiile nutriționale de obținere a unor ouă cu caracter de aliment funcțional, îmbogățite în xantofile și respectiv, în acizi grași esențiali și antioxidanți, facem următoarele **recomandări**:

- utilizarea materiilor prime experimentate ca surse specifice de xantofile și respectiv, de acizi grași esențiali și antioxidanți, în hrana găinilor ouătoare;
- consumul periodic regulat, controlat (de până la 6-10 ouă/săptămână) a unor astfel de ouă cu caracter de aliment funcțional, cu efecte pozitive asupra stării de sănătate a consumatorilor.

CHAPTER 11 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Nowadays, foods are not only for fulfilling hunger and a provider of necessary nutrients, but also aiming to prevent the affections related with nutrition and for improving the mental and health state of consumers. In developed countries, man nourishment is characterised by an excessive consumption of protein, cholesterol, saturated fatty acids and omega-6 polyunsaturated fatty acids and a scanty consumption of omega-3 fatty acids, fibres and antioxidants; those nutritional imbalances are responsible for the high rate of obesity and chronically or non-transferable degenerative diseases, from which cardiovascular diseases represent a major cause of morbidity and mortality at world level.

Because nourishment is determined both under the aspect of quantitative and qualitative performances as well as of the economical ones, it is in the responsibility of nutritionist to find the optimal methods for improving the realized production.

The results obtained in the research effectuated during those three experimental series, allow us to make some conclusions which are synthetically presented below:

- Were identified and nutritionally characterized a great variety of raw materials much of them indigenous and with a high availability which could be used in foddering as specific sources for xanthophylls pigments (luteine and zeaxanthin) and respectively omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants.

Sources with the highest concentration of xanthophylls pigments were spirulina powder (5684 ppm), white seabuckthorn (236 ppm) and marigold (174 ppm), the lowest concentration being founded in pulp of dried pumpkin (2.8 ppm); xanthophylls sources with the greatest availability to be industrially utilised were corn gluten (with a xanthophylls content between 167-200 ppm) and granulated alfalfa (with a content of 72.54 ppm) – those ones being selected and utilised in different rates into the structure of some experimental recipes for mixed fodders which allow to obtain some advantageous results in the light of husbandry performances and especially regarding content in luteine and zeaxanthin of the eggs obtained in this way.

Regarding the sources of omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants, have emerged through content and availability grape seeds oil and meal, marc, linen meal (as Extrulin product) and camelina meal; all of those being subject of some experimental variants, being introduced in different combinations and rates in structures of experimental mixed fodders which were given to laying hens.

- **Were formulated and experimented two specific fodder additives as source for xanthophylls pigments (AX1 and AX2**, with a xanthophylls content of 512 ppm and respectively 964 ppm); their introduction (in rates of 2 and 4%) in feed of laying hens had a strong influence on quality of obtained eggs, determining the increasing with 50 up to 250% of egg's luteine and zeaxanthin content, but in the conditions of increasing of food cost with 80 up to 260%.

- **Experimental series A** which aimed on **possibilities of obtained of eggs enriched in xanthophylls pigments** using synthetic luteine and respectively natural sources (alfalfa and corn gluten, in different rates) reached at the end to a nutritional solutions certified in conditions of a macro-test at farm level (experimental variant E2 from experiment A3 - with 5% alfalfa and 10% corn gluten in the structure of mixed fodder) which allow obtaining of eggs with a content in xanthophylls (luteine and zeaxanthin) higher with around 400% face to the one from conventional eggs (from control batch), in conditions of a light increased productivity (laying intensity with 1.4% higher), with a cost for food with only 4.7% higher, which will allow an increase of economical efficiency even in the conditions in which the selling price of eggs with character of functional food will be only with 5% higher face to the one of conventional eggs – even if obviously could be applied a higher profit rate, perfect justified by eggs quality.

- At the end of **experimental series B** were evaluated some **possibilities for obtaining of eggs enriched in omega-3 polyunsaturated fatty acids and antioxidants** by using in food of laying hens of some specific sources for those nutrients; so, based in first two experiments (B1 and B2), in **experiment B3** was tested a nutritional solution of utilisation of some natural sources (1% grape seeds meal, 2% camelina meal and 3% linen meal - Extrulin in structure of mixed fodder) which will allow obtaining of some eggs with a higher content in omega-3 fatty acids with around 73% face to the one from conventional eggs, and implicit a rate of fatty acids $\Omega 6/\Omega 3$ in egg much more nutritional advantageous, in conditions of a productivity (laying intensity) almost equal, with a cost of food higher with around 6% higher, which will allow an increase of economical efficiency in the conditions in which the selling price of eggs with character of functional food will be only with 10% higher face to the one of conventional eggs - obviously, also in this case could be applied a higher profit rate, perfect justified by eggs quality.

- **Clinical studies** effectuated on volunteers highlighted the fact that a **controlled consumption, relatively high, of eggs with character of functional food – enriched in luteine and zeaxanthin – could have beneficial effects on consumers' health state**, without being noticed modifications of sanguine biochemical indicators which indicate a possible metabolic disorder of organism, no matter of age group, sex and corporal mass of the subjects involved in study.

In case of consumption of eggs enriched in luteine and zeaxanthin, values of cholesterol both LDL-cholesterol, as well as HDL-cholesterol was light increased

at the end of experimental period (after 6 weeks), but without over-came the admissible limits, at all the subjects who participate at the study. For triglycerides, the obtained values were lower at the end of study, face to the ones determined at the beginning of it, but weren't under the admissible limits.

Consumption of eggs enriched in omega-3 polyunsaturated fatty acids leads to a significant protein intake and determinate a significant decreasing of fibrinogen - marker of inflammation in human organism; after consumption of such type of eggs the values for transaminases, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol, protein C reactive and triglycerides remained into normal limits, without significant modifications of parameters, while concentration of total proteins had a significant increase which was correlated with the significant decrease of fibrinogen values.

It weren't reported adverse reactions or intoxications symptoms after consumption of eggs. Consumed eggs were well appreciated and well tolerated by all the volunteers whom participated at study.

At the end of effectuated research and conclusions formulated regarding nutritional solutions for obtaining of some eggs with character of a functional food, enriched in xanthophylls and respectively, in essential fatty acids, we make the following **recommendations**:

- utilization of experimental raw material as specific source for xanthophylls and respectively for essential fatty acids and antioxidants, in food of laying hens;
- periodic regularly consumption, controlled (up to 6-10 eggs/week) of such eggs with character of functional food, with positive effects on consumers' health state.

ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI

ORIGINALITY AND INNOVATIVE CONTRIBUTIONS OF THESIS

Originalitatea prezentei teze considerăm că este asigurată prin însăși tematica abordată - identificarea și evaluarea eficienței unor soluții de obținere a unor ouă cu caracter de aliment funcțional, îmbogățite în luteină și zeaxantină și respectiv, în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți - fiind una din primele cercetări la nivel național care a utilizat în cadrul experimentelor materii prime bogate în xantofile, ce pot înlocui luteina comercială de sinteză, dar și subproduse de vinificație și alte surse specifice cu disponibilitate ridicată pentru obținerea de ouă cu conținut crescut de acizi grași omega-3 și antioxidanți. Totodată, cercetările cu privire la formularea și testarea celor doi aditivi furajeri (originali) cu conținut ridicat de xantofile au o contribuție majoră la caracterul de originalitate al tezei. Nu în ultimul rând, considerăm ca fiind deosebit de utilă și originală evaluarea influenței unui consum regulat și controlat al celor două tipuri de ouă cu caracter de aliment funcțional asupra stării de sănătate a consumatorilor umani, prin efectuarea studiilor clinice specifice în cadrul Institutului Parhon.

Multidisciplinaritatea cercetărilor care au făcut obiectul prezentei teze de doctorat este asigurată de diversitatea domeniilor științifice abordate în studiile întreprinse și anume: chimie analitică și biochimie, fiziologie, nutriție și alimentație animală, zootehnie, zooeconomie, nutriție și medicină umană și nu numai.

Contribuțiile inovative ale lucrării sunt argumentate prin formularea originală a structurii celor doi aditivi furajeri menționați dar și a tuturor structurilor de nutrețuri combinate experimentate în cercetările întreprinse și care au condus la obținerea de ouă îmbogățite în luteina și zeaxantină sau în acizi grași polinesaturați omega-3 și antioxidanți; în acest sens menționăm cele trei cereri de brevet de invenție depuse la OSIM la care autorul tezei de doctorat este prim autor.

De asemenea, faptul că pe parcursul stagiului de realizare a tezei de doctorat au fost publicate 8 lucrări științifice (o lucrare ISI full text, 3 în reviste indexate ISI Proceedings și 4 în reviste cotate BDI) cu contribuția directă a autorului tezei (4 lucrări ca prim autor), este o dovadă a vizibilității rezultatelor științifice obținute.

BIBLIOGRAFIE

REFERENCES

1. Akhtar M S, Nasir Z and Abid AR. (2003). Effect of feeding powdered *Nigella sativa* L., seeds on poultry egg production and their suitability for human consumption. *Veterinary Archive*, 73:181-190.
2. Alvarez C., García-Rebollar P., Cachaldora P., Méndez J., De Blas J.C. Effects of dietary conjugated linoleic acid and high-oleic sunflower oil on performance and egg quality in laying hens. *British Poultry Science*. 2005. 46 (1). P. 80–86.
3. Amagase, H., B. L. Petesch, H. Matsuura, S. Kasuga, and Y. Itakura. 2001. Intake of garlic and its bioactive components. *J. Nutr.* 131:955–962.
4. Angelovicova, M., 1997. Reduced cholesterol content in market eggs as influenced by diets with *Amaranthus* (*Amaranthus hypochondriacus*). *Acta-Zootechnica*, 53: 81-87.
5. Aydin, R., Pariza, M.W. & Cook, M.E., 2001. Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality. *J. Nutr.* 131, 800-806.
6. Ayerza R., Coates W., 2000 - Dietary Levels of Chia: Influence on Yolk Cholesterol, Lipid Content and Fatty Acid Composition for Two Strains of Hens, *Poultry Science* 79:724–739.
7. Balevi, T., and B. Coskun. 2004. Effects of dietary copper on production and egg cholesterol content in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 45:530–534.
8. Banu Constantin, Nour Violeta, Bărascu Elena, Sahleanu Emilian, Stoica Alexandru, 2010 – Alimente functionale, suplimente alimentare și plante medicinale, Editura Asab, București.
9. Beatty S, Trieschmann M, Nolan JM, Hense HW, Heimes B, et al. (2007) Changes in macular pigment optical density and serum concentrations of its constituent carotenoids following supplemental lutein and zeaxanthin: the LUNA study. *Exp Eye Res* 84: 718–728.
10. Best P., 1996 – Feed additives redefined. *Feed Int.*, vol 16(4).
11. Bîlteanu Gheroghe, *Fitotehnie*, vol. 1, Editura Ceres, Bucuresti, 2003.
12. Biswas AH, Wakita M (2001). Effect of dietary Japanese green tea powder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broilers. *J. Poult. Sci.* 38: 50-57.
13. Bojor Ovidiu, Perianu Catrinel, 2005 - Sanatate prin seminte, legume si fructe, Ed. Fiat Lux, Bucuresti.
14. Bologa Ursula Lucia, 2001 – Aminoacizii de sinteză în nutriția animalelor. Editura Coral Sanivet, București.
15. Bölükbaşı Ş. Canan , Ürüşan Hilal , Kuddusi Erhan M., Kızıltunç A., 2010 - Effect of dietary supplementation with bergamot oil (*Citrus bergamia*) on performance and serum metabolic profile of hens, egg quality and yolk fatty acid composition during the late laying period, *Arch.Geflügelk.*, 74 (3). S. 172- 177.

16. Bunduc V., Panaite T.D., Varzaru I., Cornescu M.G., Panaite C.V., Pop M., 2015 - Evolution of lutein and zeaxanthin concentration in the yolk of layers fed lutein-enriched diets, *Archiva Zootechnica* 18:1, 65-74, 2015
17. Bunduc V., Criste R.D., Panaite T.D., Varzaru I., Panaite C., Pop M., 2016 - Effect of different sources of lutein in layer diets on egg quality, *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, vol. 65, vol.65: 119-125.
18. Bunduc V., Olteanu M., Criste R.D., Panaite T. D., Ropota M., Mitoi M., 2016 - Effect of using a winery by-product with antioxidant properties in later diets enriched in polyunsaturated fatty acids on egg quality; *USAMV Bucuresti, Scientific Papers. Series D. Animal Science*, vol. LIX: 79-84. ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750
19. Burger W.C., Qureshi A.A., Prentice N., Elson C.E., 1982 – Effect of different fractions of barley kernel on hepatic lipid metabolism of chickens. *Lipids* 17:956-963.
20. Butler, G. (2014). Manipulating dietary PUFA in animal feed: implications for human health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 73(01), 87-95.
21. Card E.L., Nesheim C.M., 1976 – *Poultry production*, Ed. Les Febiger, Philadelphia, USA.
22. Celik L, Kutlu HR, Şahan Z, Bozkurt Kiraz A, Serbester U, Hesenov A, Tekeli A. 2011. Dietary inclusion of pumpkin seed oil for a cholesterol low and oleic and linolenic acid rich egg production in layer hens. *Rev. Med. Vet. Toulouse*, 162: 126-132.
23. Chowdhury S., Smith T., 2002 – Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. *Poultry Science*, 81(12), 1856-1862.
24. Chowdhury, S. R., D. K. Sarker, S. D. Chowdhury, T. K. Smith, P. K. Roy, and M. A. Wahid. 2005 - Effects of dietary tamarind on cholesterol metabolism in laying hens. *Poult. Sci.* 84:56–60.
25. Chung, H. Y., Rasmussen, H. M., Johnson, E. J. (2004). Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *The Journal of Nutrition*, 134 (8), 1887-1893
26. Criste R.D., Panaite T.D., Ciurescu C., Ropota M., Rachieru D., 2009: Effects of moderate (5%) levels of linseed in layer diets, *Archiva Zootechnica*, nr. 12(3), p: 11-21.
27. Criste R.D., Panaite T.D., Stoica I., Pricop F. and Ionita D.- Improvement of egg quality by using diets optimised in terms of polyunsaturated fatty acids (PUFA) 2008; *World's Poultry Science Journal*, vol.64, supplement 1, pag. 109-110- ISBN 978-1-904761-67-9
28. Dinu I., 1982 - *Dicționarul Enciclopedic de Zootehnie*, Editura Ceres, București.
29. Directiva 2002/32/CE a Parlamentului European și a Consiliului European privind substanțele nedorite din furaje (JO L 140, 30.5.2002, p. 10)
30. Directiva 2006/77/CE a Comisiei Europene, din 29 septembrie 2006 (JO L 271, 30.9.2006, p.53)
31. Dubois, A., C. K. Lee, N. Fiala, H. Kleanthous, P. T. Mehlman, and T. Monath. 1998. Immunization against natural *Helicobacter pylori* infection in nonhuman primates. *Infect. Immun.* 66:4340-4346.
32. El Bagir, N.M., A.Y. Hama, R.M. Hamed, A.G. Abd El Rahim and A.C. Beynen, 2006. Lipid composition of egg yolk and serum in laying hens fed diets containing black cumin (*Nigella sativa*). *Int. J. Poult. Sci.*, 5: 574-578.
33. Elkin R.G. - „Composition and method for producing low cholesterol eggs” (2001, US, nr. 6177121B1).

34. Faitarone, A.B.G., Garcia, E.A., Roca, R.D.O., Ricardo, H.D.A., Andrade, E.N.D., Pelicia, K., Vercese, F. (2013) Cholesterol levels and nutritional composition of commercial layers eggs fed diets with different vegetable oils. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15 (1), 31-38.
35. Farrell D.J., Gibson R.A. (1991) – The enrichment of eggs with omega -3 fatty acids and their effects in humans. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, pg. 256 -270
36. Farrell, D.J. (1998). Enrichment of hen eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68, 538–544.
37. Ferrier et al., 1995 - Alpha-linolenic acid- and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 62:81-86
38. Franczyk-Zarowsic lab., 2008- Franczyk-Żarów M., Kostogrys R.B., Szymczyk B., Jawień J., Gajda M., Cichocki T., Wojnar L., Chłopicki S., Pisulewski P.M., 2008. Functional effects of eggs, naturally enriched with conjugated linoleic acid (CLA), on the blood lipid profile, development of atherosclerosis and composition of atherosclerotic plaque in apolipoprotein E and low density lipoprotein receptor double-knockout mice (apoE/LDLR -/-). *Brit. J. Nutr.* 99, 49-58;
39. Frost & Sullivan, 2004 – European omega-3 and omega-6 PUFA ingredients market. Research review. www.frost.com/prod/servlet/report-brochure.pag?id=B329-01-00-00-00.
40. Gologan Ion, Dornescu Alexandrina, 1981 - Curs de ameliorarea plantelor, Institutul Agronomic „Ion Ionescu de la Brad Iași” (lito).
41. Goodrow E.F., Wilson T.A., Houde S.C., Vishwanathan R., Scollin P.A., Handelman G., Nicolosi R.J. (2006): Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition*, 136, 2519–2524.
42. Granado, F., Olmedilla, B., Blanco, I., (2003), Nutritional and clinical relevance of lutein in human health, *Br. J. Nutr.* , 90, 487–502
43. Grashorn M.A.; Steinberg W. (2002), Deposition rates of canthaxanthin in egg yolks. *Archiv für Geflügelkunde*, vol. 66, no6, pp. 258-262
44. Greene C.M., Waters D., Clark R.M, Contois J.H, Fernandez M.L, (2006). Plasma LDL and HDL characteristics and carotenoid content are positively influenced by egg consumption in an elderly population. <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/3/1/6>
45. Grobas S., Mendez, J., Lazaros, R., Blas, C.D., Mateos, G.G. and De, B.C. (2001) Influence of source of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poult. Sci.*, 80, 1171–1179
46. Güçlü, B., Işcan, K. M., Uyanık, F., Eren, M., Ağca, A. C., 2004. Effect of alfalfa meal in diets of laying quails on performance, egg quality and some serum parameters. *Archives of Animal Nutrition*, vol. 58, no. 3, p. 255-263.
47. Haddadin, M.S., S. Abdulrahim, E. A. Hashlamoun, and R. K. Robinson, 1996 - The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of hen's eggs. *Poult. Sci.* 75:491-494.

48. Handelman, G. J., Nightingale, Z. D., Lichtenstein, A. H., Schaefer, E. J., Blumberg, J. B., (1999), Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *The American journal of clinical nutrition*, 70(2), 247-251.
49. Hargis, P.S., M.E. Van Elswyk, and B.M. Hargis. 1991. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. *Poult. Sci.* 70:874–883
50. Hasler C.M., 2000 -The changing face of functional foods. *Journal of the American College of Nutrition* Oct;19(5 Suppl):499S
51. Hassanzadeh Seyedi & Hosseinkhani/ *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res*, 2014; 2 (9), 2609-2615.
52. Henry C.J., 2010 – Functional Foods. *Eur J Clin Nutr*; 64: 657-659.
53. Hoffman, DR, Theur, RC, Castaneda, YA, Wheaton, DH, Bosworth, RG, O'Connor, AR, Morale, SE, Wiedemann, LE and Birch, EE (2004) Maturation of visual acuity is accelerated in breast-fed term infants fed baby food containing DHA-enriched egg yolk. *Journal of Nutrition* 134(9): 2307- 2313.
54. Howell W.H., McNamara D.J., Tosca M.A., Smith B.T., Gaines J.A. Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: A meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997;65:1747–1764.
55. Hu, F. B., Stampfer, M. J., Rimm, E. B., Manson, J. E., Ascherio, A., Colditz, G. A., Rosner, B. A., Spiegelman, D., Speizer, F. E., Sacks, F. M., Hennekens, CH., Willet, W. C. 1999: A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *JAMA*. 281: 1387- 1394.
56. INRA CIRAD AFZ, 2018. Feed tables. Ajimoto Animal Nutrition and EAAP (<https://feedtables.com/content/corn-gluten-meal>)
57. Jackson N., Stevenson Mary H, 1981 - A study of the effects of dietary added cupric oxide on the laying, domestic fowl and a comparison with the effects of hydrated copper sulphate, *Br J Nutr* 45:99–110.
58. Jang, I.S. et al., 2006 Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Sci and Techn*, v.134, p.305-315.
59. Janssens G., Van Loo J., 2006 – Prebiotics improve mineral metabolism. *World Poult.* 22:14.
60. Jeong Hak Kim - „Cholesterol lowering supplement and low cholesterol egg produced by using the same” (2011, Coreea de Sud, nr. 20110217412)
61. Jiang, Y.H., McGeachin, R.B. and Bailey, C.A. (1994) Alpha-tocopherol, beta-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poultry Science* 73: 1137-1143.
62. Karadas F, Grammenidis E, Surai PF, Acamovic T, Sparks NHC (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *Brit Poult Sci.* 47:561–566.
63. Kanduri A. B., Saxena M. J., Ravikanth K., Maini S., Dandale M., 2013 - Hypocholesterolemic effect of herbal supplement on serum and egg yolk cholesterol in layer poultry, *Tex . Rep . Biol . Med .*
64. Kaw Leow Sai; Goh SWee Keng; Jesuadimai Ignatius Xavier Antony; HaiMeng Tan. (2010). Formulation for increasing the deposition of dietary carotenoids in eggs. United States Patent, US 7,758,884 B2

- 65.Khan S.H., Sardar R., Anjum M.A. (2007): Effects of dietary garlic on performance and serum and egg yolk cholesterol concentration in laying hens. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 1, 22–27.
- 66.Kim J. H., Hong S. T., Lee H. S., Kim H. J.,2004 - Oral Administration of Pravastatin Reduces Egg Cholesterol But Not Plasma Cholesterol in Laying Hens, *Poultry Science* 83:1539–1543.
- 67.Kirschfeld K., 1982 - Carotenoid pigments: their possible role in protecting against photooxidation in eyes and photoreceptor cells. *Proc R Soc Lond B Biol Sci.*;216(1202):71-85.
- 68.Krinsky, N.I., (2002), Possible biologic mechanisms for a protective role of xanthophylls. *J. Nutr.* 132, 540S–542S.
- 69.Kurtoglu V., Kurtoglu F., Seker E., Coskun B., Balevi T., Polat E. S. 2004 - Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol. *Food Addit. Contam.* 21:817–823.
- 70.Lamelas, K. F., Asad A., 1998. *Avicultura en cifras*. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Pesca y Alimentacion, Buenos Aires, Argentina.
- 71.Landrum, J.T., Bone, R.A., (2001), Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. *Arch. Biochem. Biophys.* 385, 28–40.
- 72.Leclercq, B. ,Larbier, M., 1992. *Nutrition et alimentation des volailles*. INRA Editions Versailles, Paris, France. 355 pp.
- 73.Leeson S., Caston L. 2004 - Enrichment of eggs with lutein. *Poultry Science*, 83, 1709–1712.
74. Leeson S., Caston L.J., 2003 - Vitamin enrichment of eggs. *J ApplPoult Res*, 12, pp. 24-26.
- 75.Leskanich, C.O., and Noble, R.C. (1997) Manipulation of the n-3 Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Avian Eggs and Meat, *World's Poult. Sci. J.* 53, 155–183.
- 76.Lesson S., Summers J.D., 1989 – Response of Leghorn pullets to protein and energy in the diet when reared in regular or hot cyclic environments.
- 77.Li, J., Melenhorst, J., Hensel, N., Rezvani, K. etall., 2006 - T-cell responses to peptide fragments of the BK virus T antigen: implications for cross-reactivity of immune response to JC virus. *J. Gen. Virol.*, 87:2951–60.
- 78.Li, W., Gao, Y., Zhao, J., & Wang, Q., 2007, Phenolic, flavonoid, and lutein ester content and antioxidant activity of 11 cultivars of Chinese marigold. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(21), 8478-8484.
- 79.Lien, T.F. – Chen, K.L. – Wu, C.P. – Lu, J.J. 2004. Effect of supplemental copper and chromium on the serum and egg traits of laying hens. *British Poultry Science*, vol. 45 (4), 2004, p. 535–539.
- 80.Llobera, A., and J. Canellas. 2007. Dietary fiber content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitisvinifera*): Pomace and stem. *Food Chem.* 101:659–666.
- 81.Lokaewmanee K., Yamauchi K., Komori T., Saito K.,2010 - Effects on egg yolk colour of paprika or paprika combined with marigold flower extracts, *Ital. J. Anim. Sci.* 9 356-359.
- 82.Makrides, M, Hawkes, JS, Neumann, MA and Gibson, RA (2002) Nutritional effect of including egg yolk in the weaning diet of breast-fed and formula-fed infants: a randomised controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition* 75 (6): 1084-1092.

83. Mardarowicz L., Yeasts in poultry feeding – not only a source of protein. *PolskieDrobiarstwo*, 1997, 19, 14–16 (in Polish).
84. Mărgărint Iolanda, Boișteanu, P.C., Chelaru, A., 2002 - *Fiziologia animalelor*, Edit. Ion Ionescu de la Brad, Iași, pag. 400, ISBN 973-8014-84-0.
85. Martinez JA, Macarulla MT, Marcos R and Larralde J. Nutritional outcome and immunocompetence in mice fed on a diet containing raw field beans (*Vicia faba*, var. Minor) as the source of protein. *British Journal of Nutrition*, 68(2): 493-503. 1992.
86. Meyer, W. A., and M. L. Sunde. 1974. Bone breakage as affected by type housing or an exercise machine for layers. *Poult. Sci.* 53:878–885.
87. Mincu I., 1985 - *Elemente de biochimie si fiziologie*. Editura Medicală, București.
88. Miranda, J.M., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J.A., Lamas, A., Franco C.M. & Cepeda, A. (2015). Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*, 7(1), 706-729.
89. Mireșan Vioara, Adel Ersek, Maria Camelia Răducu (2003) – *Fiziologia animalelor domestice*. Ed. Risoprint Cluj-Napoca, pag. 380.
90. Moeller Suzen M., Jacques Paul F. & Jeffrey B. (2000). The Potential Role of Dietary Xanthophylls in Cataract and Age-Related Macular Degeneration. *Journal of the American College of Nutrition*, Volume 19, Supplement 5, pages 522-527
91. Mohiti-Aslizi Zaghari, 2010- The effect of natural and synthetic antioxidants on performance, egg quality and blood constituents of laying hens grown under high ambient temperature, *Italian Journal of Animal Science*, 13:2, 3239, DOI: 10.4081/ijas.2014.3239.
92. Nistor (Cotfas) Lucia Iuliana, Albu Aida, Bunduc Vasile, Usturoi Marius Giorgi. 2014. Comparative study regarding chemical composition of hen eggs obtained in conventional system and free range. *Journal of Biotechnology; Supplement Issue*, Vol. 185, pg. S73. journal ISSN:0168-1656, DOI 10.1016/j.jbiotec.2014.07.250.
93. Nistor (Cotfas) Lucia Iuliana, Nistor Andreea Cătălina, Bunduc Vasile, Usturoi Marius Giorgi, 2015 - Assessments about internal and external quality of eggs for consumption from free range and conventional system. *Journal of Biotechnology; Supplement Issue*, Vol. 208, pg. S83-84. Journal ISSN:0168-1656, DOI 10.1016/j.jbiotec.2015.06.259.
94. North, M. O., and D. D. Bell. 1990. *Commercial Chicken Production Manual*. 4th ed. Chapman Hall, New York.
95. Novak, C. and Scheideler, S.E. (2001) Long-term effects of feeding linseed-based diets. 1. Egg production parameters, components, and eggshell quality in two strains of laying hens. *Poult. Sci.*, 80, 1480–1489.
96. NRC, 1994. Nutrient requirement of poultry. National Research Council. National Academy Press, Washington
97. Nudiens J., Vitina I., Krastina V., 2005 - Influence of botanical feed additives on cholesterol content in poultry meat and eggs. XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products Doorwerth, The Netherlands.
98. Nutrient Database for Standard reference, release 13, November, USDA 1999
99. Nys Y., 2000 - Dietary carotenoids and egg yolk coloration. A review. *Arch Geflügelk.*, nr. 64, pag. 45 – 54.

100. Olmedilla, B., Granado, F., Blanco, I., Vaquero, M.,(2003). Lutein, but not alpha-tocopherol, supplementation improves visual function in patients with age-related cataracts: a 2-year doubleblind, placebo-controlled pilot study. *Nutrition* 19, 21–24.
101. Olteanu M, Criste RD, Panaite TD, Ropota M, Mitoi M, Varzaru I, Untea AE. 2014. Study of the feeding value and antioxidant capacity of winery by-products, potential natural antioxidants for farm animal diet formulations. *Archiva Zootechnica* vol. 17:2, p55-69, IBNA Balotesti.
102. Olteanu M., Criste R.D., Panaite T.D., Bunduc V., Panaite C.V., Ropota M., Mitoi M., 2016 - Study on the Efficiency of Grape Seed Meals Used as Antioxidants in Layer Diets Enriched with Polyunsaturated Fatty Acids Compared with Vitamin E. *Brazilian Journal of Poultry Science*,18(4): 655-662,
103. Palicica R., 2003 – Anatomie comparativă, Ed. Orizonturi universitare, Timișoara.
104. Panaite T.D., Bunduc V., Criste R.D., Cornescu M.G., 2015 - Influence of botanic mixes high in carotenoids (lutein and zeaxanthin) used in layer diets on the quality parameters of the eggs. *Archiva Zootechnica* 18:1, 75-84, 2015
105. Panda, A. K., M. R. Reddy, S. V. Rama Rao, and N. K. Praharaj. 2003- Production performance, serum/yolk cholesterol and immune competence of white leghorn layers as influenced by dietary supplementation with probiotic. *Trop. Anim. Health Prod.* 35:85–94.
106. Pardo, V.T., L.A. Landin, K.N. Waliszewski, C. Badillo, and F. Perez-Gil. 2001. The effect of acidified soapstocks on feed conversion and broiler skin pigmentation. *Poult. Sci.* 80:1236–1239.
107. Pascariu S.M.. 2016. Posibilități de valorificare în alimentația animalelor a unor resurse provenite din industria de vinificație. Teza de doctorat. USAMV Iasi.
108. Pawan Kumar Verma, Rajinder Raina, Sanjay Agarwal, Harpreet Kour (PDF) Phytochemical ingredients and pharmacological potential of *Calendula officinalis* Linn. Available from: https://www.researchgate.net/publication/329280975_Phytochemical_ingredients_and_pharmacological_potential_of_Calendula_officinalis_Linn [accessed Dec 31 2018].
109. Payet, M., Esmail, M. H., Polichetti, E., Le Brun, G., Adjemout, L., Donnarel, G and Pieroni, G. (2004). Docosahexaenoic acid-enriched egg consumption induces accretion of arachidonic acid in erythrocytes of elderly patients. *British Journal of Nutrition*, 91(05), 789-796.
110. Perianu T., 2011 - Tratat de boli infectioase ale animalelor : bacterioze : vol.1, Editura Universitas XXI, Iași.
111. Perianu T., 2012 - Tratat de boli infectioase ale animalelor :viroze și boli prionice : vol.2, Editura Universitas XXI, Iași.
112. Pesti G.M., Thomson E., Farrell D.J., 1990- Energy exchange of two breeds of hens in respiration chambers. *Poult Sci.* 1990 Jan;69(1):98-104.
113. Pesti, G. M., and R. I. Bakalli. 1998. Studies on the effect of feeding cupric sulfatepentahydrate to laying hens on egg cholesterol content. *Poult. Sci.* 77:1540–1545.
114. *Pig Int.* 2000 – Green ingredients. Vol. 30, nr. 4.
115. Połtowicz K, Węsyk S., 2006 - Effect of garlic oil added to feed and water of laying hens on table egg quality. XII European Poultry Conference, Verona, Italy.
116. Pond Caroline M., Mattacks Christine A., 1995 – Interactions between adipose tissue around Izmph
117. Pop I. M., 2006 – Aditivi furajeri, Editura TipoMoldova, Iași.

118. Pop I. M., Halga P., Avarvarei Teona, 2006 – Nutriția și alimentația animalelor, vol. I, II și III, Editura TipoMoldova, Iași.
119. Popescu-Micloșanu Elena, 2007 – Creșterea păsărilor pentru producția de ouă. Editura Printech, București.
120. Punita A., Chaturvedi A., 2000 - Effect of feeding crude red palm oil (*Elaeis guineensis*) and grain amaranth (*Amaranthus paniculatus*) to hens on total lipids, cholesterol, PUFA levels and acceptability of eggs. *Plant Foods for Human Nutrition*, 55, 147–157.
121. Raes K., Huyghebaert G., De Smet S., Nollet L., Arnouts., Demeyer D (2002) – The deposition of CLA in Eggs og Laying Hens fed Diets Varying in Fat Level and Fatty Acid Profile – *J.Nutr.* 132:182-189
122. Ramesh A., Manegar Anannd, Shambulingappa B. E., Ananda K.J., 2009 - Study of Lipid Profile and Production Performance in Layers as Influenced by Herbal Preparations Abana™ and Garlic Paste. *Veterinary World*, Vol.2 (11):426-428.
123. Read A.M., 2011 - Influence of Digestion Model, Product Type, and Enrichment Level on in vitro Bioavailability of Lutein from High Lutein Functional Bakery Products, Master of Science Thesis Guelph, Ontario, Canada.
124. Reddy C.V. 1999. Feeding Sesame Seed Meal. *Poultry International*. Sept. pp 90-94.
125. Reddy, R. V., S. F. Lightsey, and D. V. Maurice. 1991. Effect of feeding garlic oil on performance and egg yolk cholesterol concentration. *Poult. Sci.* 70:2006–2009.
126. Rosen G. D., 1996 - Feed Additive Nomenclature, *World's Poultry Science Journal* 52(1):53-57.
127. Rubió L1, Motilva MJ, Romero MP., 2013 - Recent advances in biologically active compounds in herbs and spices: a review of the most effective antioxidant and anti-inflammatory active principles. *Crit Rev Food Sci Nutr.*;53(9):943-953.
128. Rutz, F., Pan E.A., Xavier, G.B. and Anciuti, M.A. (2003). Meeting selenium demands of modern poultry: responses to Sel-Plex organic selenium in broiler and breeder diets. In: *Nutritional Biotechnology Nottingham, UK*, pp. 147-161
129. Sahin F., Cakmakci R., Kantar F. 2004 - Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂ -fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant soil* 265: 123-129.
130. Saitoh et al. 2001- Japonia, brevet: „Process for producing a cholesterol-reduced substance”, nr. 6312919
131. Șara A., Bențea M., 2011 – Alimentația animalelor, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
132. Sauveur, B. 1988 - Application du froid aux oeufs et oviproduits. La froid et ses applications biologique. Vol III. D. Côme & R. Ulrich Eds, Hermann, Paris.
133. Seddon, J.M., Ajani, U.A., Sperduto, F.L.D., Hiller, R., Blair, N., Burton, T.C., Farber, M.D., Gragoudas, E.S., Haller, J., Miller, D.T., (1994), Dietary carotenoids, Vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. *Eye Disease Case-Control Study Group. Jam.* 272, 1413–1420.
134. Shafey, T.M., Dingle, J.G., McDonald, M.W. and Kostner, K.(2003) Effect of type of grain and oil supplement on the performance, blood lipoproteins, egg cholesterol and fatty acids of laying hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 2, 200 – 206.
135. Silversides, F.G.; Budgell K.L.; Lefrançois M.R., 2002 Effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 46(2), 231-235.

136. Simeanu, 2004 - Biostimulatori în alimentația păsărilor. Editura Alfa, Iași.
137. Sindelar C. A., Scheerger S. B., Plugge S. L., Eskridge K. M., Wander R. C., Lewis N. M., 2004 - Serum lipids of physically active adults consuming omega-3 fatty acid-enriched eggs or conventional eggs. *Nutr. Res.* 24:731–739.
138. Sizmaz O, Gunturkun OB and Zentek J, 2016. A Point of view on nutritive value of camelina meal for broilers: A review using of camelina meal in broilers. *Inter J Vet Sci*, 5(3): 114-117. www.ijvets.com
139. Snodderly, D.M., 1995. Evidence for protection against age-related macular degeneration by carotenoids and antioxidant vitamins. *Am. J. Clin. Nutr.* 62, 1448S– 1461S.
140. Song, W.O., Kerver, J.M. 2000. Nutritional contribution of eggs to American diets. *Journal of the American College of Nutrition*. 19 (5 Suppl), 556S-562S.
141. Stamler J., Shekelle R., 1998 – Dietary cholesterol and human coronary heart disease. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 112, 1032-1040.
142. Stan Gh. și Simeanu D. – Alimentația păsărilor. Editura Alfa, Iași, 2005
143. Stan Gh., Simeanu D., 2005 – Nutriție animală. Editura Alfa, Iași. ISBN 973-8278-65-1.
144. Stancioiu, Nicolae, 1979 - Bazele fiziologice ale sporirii producției de oua, Editura Ceres, București.
145. Steinberg, W., M.A. Grashorn, A.M. Klunter, and J. Schierle. 2000. Comparative pigmentation efficiency of two products containing either apo-ester or targets extracts in egg yolks and liquid eggs. *Arch. Geflugelkd.* 64:1-8.
146. Stilborn et al., 2002-USA, brevetul „Method of reducing cholesterol in eggs”, nr. 6391348
147. Stoica I., Stoica Liliana – Bazele nutriției și alimentației animalelor. Editura Coral Sanivet, București, 2001.
148. Stoica Ioan ,Stoica Liliana, Pana Cornel, 1999 – Aditivi furajeri, Editura Coral Sanivet, București.
149. Supplement-Agriculture Handbook No. 8, Human Nutrition Information Service, USDA ,1989
150. Surai, P. F. (2000): Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. In: *Biotechnology in the Feed industry. Proceedings of 16th Alltech's Annual Symposium*, Ed. T. P. Lyons, and K. A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 205-260.
151. Surai, P. F., MacPherson, A., Speake, B. K. & Sparks, N. H. (2000), Designer egg evaluation in a controlled trial. *Eur. J. Clin. Nutr.* 54: 298–305
152. Touhy M, Pappalardo G, Manning R, Dugal LF, Levy D. Leveraging growth in the emerging functional foods industry: trends and market opportunities. PricewaterhouseCoopers Web site. <http://www.pwc.com/us/en/transaction-services/publications/assets/functional-foods.pdf>.
153. Unganbayar D, Bae IH, Choi KS, Shin IS, Firman JD, Yang CJ (2005). Effects of green tea powder on laying performance and egg quality in laying hens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18: 1769-1774.
154. Usturoi, M.G., 2004 – Producerea ouălor de consum. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
155. Usturoi, M.G., 2008 – Creșterea păsărilor. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.

156. Uyanik, F., Atasever, A., Ozdamar, S., Aydin, F., 2002. Effect of dietary chromium chloride supplementation on performance, some serum parameters and immune response in broilers. *Biol. Trace Elem. Res.* 90:99-115.
157. Vacaru-Opriș I. și colab, 2000 și 2007 (reeditat) - *Tratat de Avicultura*. Vol. I, Editura Ceres, București.
158. Vacaru-Opriș I. și colab. 2002 - *Tratat de Avicultură* Vol. II. Editura Ceres, București, 628 pg.
159. Vacaru-Opriș, I. și colab. 2004 - *Tratat de avicultură*. Vol. III. Editura Ceres, București.
160. Varga P., 1973 - *Lucerna*, Editura Ceres, Bucuresti.
161. Viamari S. 2009 new product pacesetters: innovating growth in recessionary times. *Times and Trends*. Supermarket News Web site. http://supermarketnews.com/images/T_T-March-2010-NPP.pdf.
162. Vieira S. L., 2008 - Chelated minerals for poultry, *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 10(2), 73-79.
163. Vlaicu P.A.. 2018. Cercetări privind obținerea unor alimente funcționale de origine animală, utilizând o serie de materii prime furajere cu impact favorabil asupra mediului. Teza de doctorat. USAMV Bucuresti.
164. Wójcik OP, Koenig KL, Zeleniuch-Jacquotte A, Costa M, Chen Y., 2010 -The potential protective effects of taurine on coronary heart disease. *Atherosclerosis*.;208:19–25
165. Xu C.-L., Ji C., Ma Q., Hao K., Jin Z.-Y., Li K. (2006). Effects of a dried *Bacillus subtilis* culture on egg quality. *Poultry Sci.*, 85: 364–368.
166. Yaffee M., Schultz H., Stone J., Brokhari S., Zeidler G., 1991 -Consumer perception and utilization of eggs and egg products, *Poult. Sci.*, 70 (1991), pp. 188-192
167. Yamane T, Coto H, Takahshi D, Takeda H, Otowak K, Tsuchuda T (1999). Effects of hot water extracts of tea on performance of laying hens. *J. Poult. Sci.*, 36: 31-37.
168. Yaroshenko FA, Dvorska JE, Surai PF, Sparks NH (2003). Selenium-enriched eggs as a source of selenium for human consumption. *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, 1(1), 13-23.
169. Yin XH, Wu QJ, Li XF, Zhang YJ, Xu BY. Sublethal effects of spinosad on *Plutellaxylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) *Crop Protection*. 2008; 27:1385–1391.
170. http://www.geauga4h.org/poultry/chicken_digestion.htm
171. <http://www.island.lk/2003/12/06/satmag02.html>
172. <https://www.nap.edu/catalog/6015/dietary-reference-intakes-for-thiamin-riboflavin-niacin-vitamin-b6-folate-vitamin-b12-pantothenic-acid-biotin-and-choline>
173. <https://www.nutrenaworld.com/blog/the-poultry-digestive-system>
174. www.egginnovation.com
175. www.lesoeufs.ca/nutrition

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1 Cantitatea de proteină necesară la găini ouătoare, în funcție de procentul de ouat (g/zi)...	16
Tabelul 1.2 Recomandări privind conținutul în calciu a nutrețului combinat pentru găini ouătoare, în raport cu vârsta și procentul de ouat	17
Tabelul 1.3 Evoluția greutatei corporale și a consumului de hrană la puicute de înlocuire	19
Tabelul 2.1 Compoziția chimică aproximativă a oului	23
Tabelul 2.2 Conținutul în aminoacizi (mg/kg).....	24
Tabelul 2.3 Variația conținutului în vitamine ale ouălor destinate consumului	24
Tabelul 2.4 Transferul de vitamine liposolubile în ou la găinile ouătoare	25
Tabelul 2.5 Conținutul în elemente minerale al oului de găină cu o greutate de 60 g	25
Tabelul 2.6 Compoziția medie în acizi grași din ou	26
Tabelul 2.7 Profilul acizilor grași	26
Tabelul 2.8 Beneficiile consumului de ouă aduse sănătății umane	29
Tabelul 3.1 Denumiri și unități de măsură uzuale ale principalelor vitamine	40
Tabelul 3.2 Sursele de obținere a unor pigmenți carotenoizi	44
Tabelul 3.3 Plante folosite ca aditivi furajeri și proprietățile acestora	46
Tabelul 3.4 Numărul a diferite componente biologice active din plante și efectele acestora	49
Tabelul 3.5 Plante folosite frecvent ca aditivi fitogenici	49
Tabelul 3.6 Rezultatele studiului întreprins de Taneja	61
Tabelul 4.1 Metode de determinare a calității materiilor prime și a nutrețurilor combinate folosite în experimente	84
Tabelul 4.2 Metode de evaluare a calității nutriționale a ouălor	85
Tabelul 4.3 Parametrii fizici de calitate ouă	93
Tabelul 5.1 Caracterizarea nutrițională a materiilor prime utilizate ca surse de pigmenți xantofilici în cercetările proprii	100
Tabelul 5.2 Caracterizarea nutrițională a surselor de pigmenți xantofilici folosite în aditivii propuși	104
Tabelul 5.3 Caracterizarea nutrițională a surselor de acizi grași esențiali și antioxidanți utilizate ca materii prime	106
Tabelul 5.4 Conținutul de acizi grași a materiilor prime utilizate ca surse de acizi grași esențiali și antioxidanți (g/ 100 g grăsime)	108
Tabelul 5.5 Date comparative cu privire la conținutul unor surse de pigmenți xantofilici, acizi grași esențiali și antioxidanți	109
Tabelul 6.1 Compoziția chimică a aditivilor AX-1 și AX-2	112
Tabelul 7.1 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A1 ...	115
Tabelul 7.2 Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile folosite în experimentul A1	116
Tabelul 7.3 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A2 ...	118
Tabelul 7.4 Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile folosite în experimentul A2	119
Tabelul 7.5 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul A3	120
Tabelul 7.6 Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile utilizate în experimentul A3 ...	121
Tabelul 7.7 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B1 ...	124
Tabelul 7.8 Compoziția chimică a nutrețurilor utilizate în experimentul B1.....	125
Tabelul 7.9 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B2 ...	126
Tabelul 7.10 Compoziția chimică a nutrețurilor utilizate în experimentul B2.....	127
Tabelul 7.11 Structura și caracteristicile nutrețurilor combinate utilizate în experimentul B3	127
Tabelul 7.12 Compoziția chimică determinată pentru nutrețurile utilizate în experimentul B3	128
Tabelul 7.13 Raportul acizilor grași din nutrețuri în funcție de gradul de saturare (exp. B3)	129

Tabelul 8.1 Performante bioproductive realizate - experimentul A1	133
Tabelul 8.2 Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment A1).....	134
Tabelul 8.3 Performantele bioproductive realizate - Experimentul A2	136
Tabelul 8.4 Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment A2)	138
Tabelul 8.5 Performantele bioproductive realizate - Experimentul A3	139
Tabelul 8.6 Parametrii de calitate ai ouălor (valori medii/experiment)	141
Tabelul 8.7 Performantele bioproductive realizate - Experimentul B1	143
Tabelul 8.8 Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment B1)	145
Tabelul 8.9 Raporturile acizilor grași din ouăle obținute în experimentul B1	146
Tabelul 8.10 Performantele bioproductive realizate - Experimentul B2.....	148
Tabelul 8.11 Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment).....	149
Tabelul 8.12 Raporturile acizilor grași din ouăle analizate - Experimentul B2	149
Tabelul 8.13 Performantele bioproductive realizate - Experimentul B3	151
Tabelul 8.14 Parametrii fizici de calitate ai ouălor (valori medii/experiment B3)	152
Tabelul 8.15 Raporturile acizilor grași din ouăle obținute - Experimentul B3	152
Tabelul 9.1 Determinările la începutul studiului clinic - experimentul C1	157
Tabelul 9.2 Determinările de laborator realizate subiecților în experimentul C2	161
Tabelul 9.3 Variația parametrilor biochimici sanguini - experimentul C2	163
Tabelul 10.1 Analiza comparativa a cheltuielilor de furajare în experimentul A1	166
Tabelul 10.2 Analiza comparativa a cheltuielilor de furajare în experimentul A2	167
Tabelul 10.3 Analiza comparativa a cheltuielilor de furajare în experimentul A3	168
Tabelul 10.4 Costul nutrețului combinat la lotul de control - experimentul B3	169
Tabelul 10.5 Costul nutrețului combinat la lotul experimental - experimentul B3	170
Tabelul 10.6 Analiza comparativa a costurilor de furajare - experimentul B3	170

LISTA FIGURILOR

Figura 1.1. Morfologia aparatului digestiv la păsări	10
Figura 1.2. Structura tubului digestiv la păsări	12
Figura 4.1. Planul general experimental	70
Figura 4.2. Schema de organizare a seriei de experimente A	71
Figura 4.3. Schema de organizare a seriei de experimente B.....	72
Figura 4.4. Schema de organizare a seriei de experimente C	73
Figura 4.5. Avicola Lumina Constanța	74
Figura 4.6. Incinta Avicola Lumina Constanța	75
Figura 4.7. Stație de sortare ambalare ouă	75
Figura 4.8. Sisteme de creștere și exploatare ale găinilor ouătoare	76
Figura 4.9. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași	77
Figura 4.10. Facultatea de Zootehnie Iași	77
Figura 4.11. Laboratorul de Control al Calității Nutrețurilor	78
Figura 4.12. I.B.N.A. București	78
Figura 4.13. Institutul Național de Endocrinologie C. I. Parhon	79
Figura 4.14. Hibrid ouător Tetra SL LL	80
Figura 4.15. Moara de măcinat Retsch GM 300	84
Figura 4.16. Balanța analitică	86
Figura 4.17. Etuva Ecocell	86
Figura 4.18. Analizorul auto KJELTEC 2300	86
Figura 4.19. Unitatea de extracție 2055	87
Figura 4.20. Analizorul la cald 2010	87
Figura 4.21. Cuptor de calcinare Nabertherm	88
Figura 4.22. Rotavapor HS-2005V	89
Figura 4.23. Cromatograf de lichide de înaltă performanță (HPLC) Thermo Electron	89
Figura 4.24. Gazcromatograf PerkinElmer-Clarus 500	89
Figura 4.25. Cromatograf de lichide de înaltă performanță (HPLC) PerkinElmer, SUA.....	90
Figura 4.26. Spectrofotometru de absorbție moleculară ABLE JASCO -V 530	91
Figura 4.27. Spectrofotometru de absorbție atomică SOLAAR M-Thermo-Electron	91
Figura 4.28. Determinarea greutateii ouălor și a componentelor acestora	93
Figura 4.29. Determinarea grosimii cojii oului	94
Figura 4.30. Determinarea rezistenței la spargere a cojii minerale	94
Figura 4.31. Determinarea culorii gălbenușului cu ajutorul scării DSM Color Fan	95
Figura 4.32. Determinarea indicelui Haugh	95
Figura 4.33. Cântarul Weighmate Junior	96
Figura 7.1. Proporția acizilor grași din nutrețurile combinate - exp. B3.....	129
Figura 8.1. Structura medie pe componente în ou (g) - Experimentul A1	134
Figura 8.2. Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute - experimentul A1	135
Figura 8.3. Structura ouălor pe componente majore - experimentul A2	137
Figura 8.4. Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute în urma experimentului A2	138
Figura 8.5. Structura ouălor pe componente în experimentul A3	140
Figura 8.6. Evidențierea conținutului de luteină și zeaxantină din nutrețurile combinate și ouăle obținute în urma experimentului A3	142
Figura 8.7. Structura ouălor pe componente în experimentul B1	144
Figura 8.8. Proporția acizilor grași din ouăle analizate - experimentul B1	147
Figura 8.9. Structura ouălor pe componente - experimentul B2	148
Figura 8.10. Proporția acizilor grași din ouăle analizate - Experimentul B2	150
Figura 8.11. Structura ouălor pe componente - Experimentul B3	151
Figura 8.12. Proporția acizilor grași din ouăle rezultate - experimentul B3	153
Figura 9.1. Evoluția concentrației de colesterol în sânge - experimentul C1	157
Figura 9.2. Evoluția concentrației HDL din sânge - experimentul C1	158

Anexa 2

Figura 9.3. Evoluția concentrației LDL din sângele consumatorilor - exp. C1	159
Figura 9.4. Evoluția concentrației de trigliceride în sângele consumatorilor - exp. C1	159
Figura 9.5. Distribuția lotului de subiecți din studiul clinic în funcție de indicele de masă corporală - experimentul C2	162
Figura 9.6. Rezultatele privind analizele individuale - experimentul C2	163
Figura 9.7. Evoluția parametrilor investigați în urma consumului de ouă - exp.C2	164

Lista lucrărilor științifice publicate

Articole publicate în publicații/reviste indexate ISI (full text)

1. Olteanu M., Criste R.D., Panaite T.D., **Bunduc V.**, Panaite C.V., Ropota M., Mitoi M., 2016 - *Study on the Efficiency of Grape Seed Meals Used as Antioxidants in Layer Diets Enriched with Polyunsaturated Fatty Acids Compared with Vitamin E*. Brazilian Journal of Poultry Science, 18(4): 655-662, Impact factor (ISI) = 0,425

Articole publicate în publicații/reviste indexate ISI Proceedings

1. **Bunduc V.**, Nistor (Cotfas) I.L., Pop I.M., 2017 - *Chemical and nutritional characterization of raw materials used to produce eggs as a functional food and their impact on the bio-productive performance of laying hens*. Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LX, ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750
2. Nistor (Cotfas) L. I., Nistor A. C., **Bunduc V.**, Usturoi M. G., 2015 - *Assessments about internal and external quality of eggs for consumption from free range and conventional system*. Journal of Biotechnology; Supplement Issue, Vol. 208, pg. S83-84. Journal ISSN:0168-1656, DOI 10.1016/j.jbiotec.2015.06.259
3. Nistor (Cotfas) L. I. Albu A., **Bunduc V.**, Usturoi M. G., 2014. *Comparative study regarding chemical composition of hen eggs obtained in conventional system and free range*. Journal of Biotechnology; Supplement Issue, Vol. 185, pg. S73. journal ISSN:0168-1656, DOI 10.1016/j.jbiotec.2014.07.250

Articole publicate în publicații/reviste indexate BDI

1. **Bunduc V.**, Criste R.D., Panaite T.D., Varzaru I., Panaite C., Pop M., 2016 - *Effect of different sources of lutein in layer diets on egg quality*, Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, vol. 65, vol.65: 119-125
2. **Bunduc V.**, Olteanu M., Criste R.D., Panaite T. D., Ropota M., Mitoi M., 2016 - *Effect of using a winery by-product with antioxidant properties in later diets enriched in polyunsaturated fatty acids on egg quality*; USAMV Bucuresti, Scientific Papers. Series D. Animal Science, vol. LIX: 79-84. ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750
3. **Bunduc V.**, Panaite T.D., Varzaru I., Cornescu M.G., Panaite C.V., Pop M., 2015 - *Evolution of lutein and zeaxanthin concentration in the yolk of layers fed lutein-enriched diets*, Archiva Zootechnica 18:1, 65-74, 2015
4. Panaite T.D., **Bunduc V.**, Criste R.D., Cornescu M.G., 2015 - *Influence of botanic mixes high in carotenoids (lutein and zeaxanthin) used in layer diets on the quality parameters of the eggs*. Archiva Zootechnica 18:1, 75-84, 2015

CERERI DE BREVET DE INVENTIE

1. “NUTRET COMBINAT CU NIVEL RIDICAT DE CELULOZA (7%) PENTRU GAINI OUATOARE”, nr. de inregistrare OSIM A/00755 din 28.09.2018, solicitant: SC Avicola Lumina SA, Constanta;

Autori: **Vasile BUNDUC**, Tatiana Dumitra PANAITE, Rodica Diana CRISTE, Margareta OLTEANU, Petru Alexandru VLAICU, Ionel Virgil CRISTE, Paula Raluca TURCU, Miruna LEPADATU, Mariana ROPOTA.

2. „OBTINEREA DE OUA DE GAINA IMBOGATITE IN ACIZI GRASI POLINESATURATI OMEGA 3” nr. de inregistrare OSIM A00849/17.11.2016

Autori: **Vasile BUNDUC**, Margareta OLTEANU, Rodica Diana CRISTE, Tatiana Dumitra PANAITE, Marilena LEPADATU, Lacramioara Cristina CARAUS , Mariana ROPOTA

3. „OBTINEREA DE OUA DE GAINA IMBOGATITE IN LUTEINA SI ZEAXANTINA”, nr. de inregistrare OSIM A/00891 din 26.11.2015

Autori: **Vasile BUNDUC**, Rodica Diana CRISTE, Tatiana Dumitra PANAITE, Iulia VARZARU, Margareta OLTEANU, Aurel BUCUR, Viorel LABES, Miruna LEPADATU.