

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ “ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
DOMENIUL AGRONOMIE
SPECIALIZAREA: MECANIZAREA AGRICULTURII**

**DOCTORAND
Oana - Raluca CORDUNEANU**

TEZĂ DE DOCTORAT

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT
Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU**

IAȘI, 2018

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE FROM IAȘI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOMAIN AGRONOMY
SPECIALIZATION: MECHANIZATION OF AGRICULTURE**

**PhD STUDENT
Oana - Raluca CORDUNEANU**

DOCTORAL THESIS

**PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. Ioan ȚENU**

IAȘI, 2018

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ “ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
DOMENIUL AGRONOMIE
SPECIALIZAREA: MECANIZAREA AGRICULTURII**

**DOCTORAND
Oana - Raluca CORDUNEANU**

**TEZĂ DE DOCTORAT
CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE LUCRU PENTRU
FERTILIZAREA ȘI IRIGAREA PRIN
PICURARE A CULTURILOR LEGUMICOLE**

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT
Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU**

IAȘI, 2018

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE FROM IAȘI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOMAIN AGRONOMY
SPECIALIZATION: MECHANIZATION OF AGRICULTURE**

**PhD STUDENT
Oana - Raluca CORDUNEANU**

**DOCTORAL THESIS
RESEARCH REGARDING OPTIMIZATION OF
THE WORKING PROCESS FOR
FERTILIZATION AND DRIP IRRIGATION
OF VEGETABLE CROPS**

**PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. Ioan ȚENU**

IAȘI, 2018

CUPRINS

Introducere	11
Rezumat	15
PARTEA I. STUDIU DE DOCUMENTARE	27
Capitolul I. NOȚIUNI GENERALE PRIVIND TEHNOLOGIA DE FERTILIZARE ȘI IRIGARE PRIN PICURARE A CULTURILOR LEGUMICOLE	28
1.1. Fertilizarea culturilor legumicole – generalități	28
1.1.1. Solul și fertilitatea	30
1.2. Irigarea prin picurare a culturilor legumicole	30
1.2.1. Considerații generale - istoric	31
1.2.2. Relația sol-apă	32
1.2.3. Formele apei în sol	34
1.2.4. Calitatea apei de irigație	35
1.2.5. Consumul de apă al culturilor horticole	37
1.2.6. Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate	41
1.3. Concluzii parțiale	43
Capitolul II. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND TEHNOLOGIILE ȘI ECHIPAMENTELE PENTRU FERTILIZAREA ȘI IRIGAREA PRIN PICURARE A CULTURILOR LEGUMICOLE	44
2.1. Aspecte generale privind tehnologia de fertilizare a plantelor legumicole	44
2.2. Tipuri de îngrășăminte utilizate în cultura legumelor	46
2.3. Metode de administrare a îngrășămintelor	46
2.4. Modalități de fertilizare a culturilor legumicole	48
2.5. Particularitățile fertilizării culturilor legumicole în sere și solarii	49
2.6. Aspecte generale privind tehnologia administrării îngrășămintelor	50
2.6.1. Tehnologia administrării îngrășămintelor organice solide	50
2.6.2. Tehnologia administrării îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor	52
2.6.3. Tehnologia administrării îngrășămintelor chimice solide	54
2.6.4. Tehnologia administrării îngrășămintelor organice lichide	55
2.7. Clasificarea mașinilor și echipamentelor destinate fertilizării	55
2.8. Mașini și echipamente utilizate în procesul de fertilizare a culturilor legumicole ..	56
2.9. Aspecte generale privind tehnologia de irigare prin picurare a plantelor legumicole	60

2.9.1. Tehnologia irigații prin picurare	60
2.9.1.1. Tehnica funcționării picurătoarelor	65
2.9.1.2. Tehnologia udării prin picurarea culturilor legumicole	66
2.9.1.3. Tehnica fertirigații	72
2.10. Echipamente destinate irigații prin picurare	73
2.10.1. Grupul de pregătire a apei	74
2.10.2. Echipamentul de udare	76
2.10.3. Echipamente destinate fertirigații culturilor legumicole	87
2.11. Concluzii parțiale	96
PARTEA A II-A. CONTRIBUȚII PROPRII	98
Capitolul III. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT	99
3.1. Scopul tezei de doctorat	99
3.2. Obiectivele tezei de doctorat	100
Capitolul IV. MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE	102
4.1. Caracterizarea cadrului natural în care s-au efectuat experiențele	102
4.1.1. Așezarea în teritoriu	102
4.1.2. Condițiile geomorfologice	103
4.1.3. Hidrografia	104
4.1.4. Factorii climatici	104
4.1.4.1. Regimul termic	104
4.1.4.2. Regimul precipitațiilor	104
4.1.4.3. Umiditatea relativă a aerului	105
4.1.4.4. Regimul eolian	105
4.1.4.5. Lumina și nebulozitatea	105
4.1.5. Vegetația spontană și cultivată	105
4.1.6. Tehnologia de cultură a speciilor legumicole luate în studiu	106
4.2. Materialul și metoda utilizate în efectuarea cercetărilor experimentale	108
4.2.1. Echipamentul utilizat în cadrul experiențelor pentru fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole	108
4.2.1.1. Echipamentul utilizat în cadrul experiențelor pentru fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole în condiții de câmp	108
4.2.1.2. Metoda de efectuare a cercetărilor în vederea determinării influenței fertilizării concomitent cu irigarea prin picurare	115
4.2.1.3. Echipamentul utilizat în cadrul încercărilor de laborator pentru diferite tipuri de benzi de udare	121
4.2.1.4. Metoda de lucru pentru încercările în condiții de laborator a benzilor de udare	124
4.2.2. Materialul și metoda utilizate pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide	124
4.2.2.1. Materialul utilizat pentru încercările privind administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de laborator	124
4.2.2.2. Metodologia de efectuare a cercetărilor privind determinarea gradului de uniformitate a administrării îngrășămintelor în condiții de laborator	125

4.2.2.3. Materialul utilizat pentru încercările privind administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de câmp	126
4.2.2.4. Metodologia de efectuare a cercetărilor privind determinarea gradului de uniformitate a administrării îngrășămintelor	128
4.3. Materialul și metoda utilizate în efectuarea analizei statistice	131
4.4. Concluzii parțiale	132

Capitolul V. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU STABILIREA INDICILOR DE CALITATE AI UTILAJELOR DE UDARE PRIN PICURARE ȘI DE ADMINISTRARE A ÎNGRĂȘĂMINTELOR CHIMICE SOLIDE ÎN SPAȚII PROTEJATE

5.1. Cercetări privind indicii de calitate ai instalației de irigare prin picurare	136
5.2. Analiza statistică a datelor experimentale	138
5.3. Experimentarea mașinii pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate	141
5.4. Concluzii parțiale	143

Capitolul VI. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU PENTRU IRIGAREA PRIN PICURARE ȘI ADMINISTRAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR CHIMICE SOLIDE LA PLANTELE LEGUMICOLE ÎN SPAȚIU PROTEJAT

6.1. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru fertirigarea prin picurare a plantelor legumicole	145
6.1.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor indici morfologici (biometrici) la tomate	145
6.1.1.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii plantelor de tomate	145
6.1.1.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra numărului de fructe al plantelor de tomate	148
6.1.1.3. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra masei fructelor de tomate	149
6.1.1.4. Influența metodei de administra a îngrășămintelor asupra diametrului fructelor de tomate	151
6.1.1.5. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra lungimii fructelor de tomate	152
6.1.1.6. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției de tomate	153
6.1.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor indici morfologici (biometrici) la ardei	155
6.1.2.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii plantelor de ardei	155
6.1.2.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra numărului de fructe pe o plantă de ardei	158
6.1.2.3. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra masei fructelor de ardei	159

6.1.2.4. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra diametrului fructelor de ardei	161
6.1.2.5. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra lungimii fructelor de ardei	162
6.1.2.6. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției de ardei	163
6.2. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide	165
6.2.1. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională	166
6.2.2. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală	167
6.3. Concluzii parțiale	169
Capitolul VII. CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	173
7.1. Concluzii generale	173
7.2. Recomandări	176
Bibliografie	182
ANEXE	189
<i>Anexa 1.</i> Lista tabelelor	190
<i>Anexa 2.</i> Lista figurilor	192
<i>Anexa 3.</i> Lista lucrărilor științifice	195
<i>Anexa 4.</i> Tabele analiza statistică	196

CONTENTS

Introduction	11
Abstract	15
FIRST PART. DOCUMENTARY STUDY	27
<i>Chapter I. GENERAL NOTIONS REGARDING FERTILIZATION AND DRIP IRRIGATION TECHNOLOGY OF VEGETABLE CROPS ..</i>	28
1.1. Fertilization of vegetable crops - overview	28
1.1.1. Soil and fertility	30
1.2. Drip irrigation of vegetable crops.....	30
1.2.1. General remarks - historic.....	31
1.2.2. Soil-water relationship	32
1.2.3. Forms of water in the soil.....	34
1.2.4. Water balance in soil on irrigated field	35
1.2.5. Water consumption of horticultural crops.....	37
1.2.6. Irrigation water quality.....	41
1.3. Partial conclusions.....	43
<i>Chapter II. THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE REGARDING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR FERTILIZATION AND DRIP IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS</i>	44
2.1. General aspects of fertilization technology of vegetable plants	44
2.2. Types of fertilizers used in vegetable crops	46
2.3. Methods of fertilizer application	46
2.4. Fertilization ways of vegetable crops	48
2.5. Particularities of fertilization of vegetable crops in greenhouses and solariums.....	49
2.6. General aspects of fertilizer technology	50
2.6.1. Technology of solid organic fertilizer	50
2.6.2. Technology of solid fertilizers and amendments	52
2.6.3. Technology of solid fertilizer application	54
2.6.4. Technology of liquid organic fertilizer	55
2.7. Classification of machinery and equipment for fertilization	55
2.8. Machines and equipment used in the fertilization process of vegetable crops	56
2.9. General aspects of vegetables drip irrigation technology.....	60
2.9.1. Drip irrigation technology	60
2.9.1.1. The technique of dripping	65
2.9.1.2. Drip irrigation technology of vegetable crops.....	66
2.9.1.3. Fertigation technique.....	72

2.10. Equipments for drip irrigation	73
2.10.1. Water preparation group.....	74
2.10.2. Watering equipment	76
2.10.3. Equipments for vegetable crops fertigation.....	87
2.11 Partial conclusions.....	96
SECOND PART. OWN RESEARCHES	98
<i>Chapter III. AIM AND GOALS OF PHD THESIS</i>	<i>99</i>
3.1. Aim of the doctoral thesis.....	99
3.2. Objectives of the doctoral thesis.....	100
<i>Chapter IV. MATERIAL AND RESEARCH METHOD</i>	<i>102</i>
4.1. Characterization of the natural setting in which the experiments were performed ..	102
4.1.1. Settlement in the territory	102
4.1.2. Geomorphologic conditions	103
4.1.3. Hydrography	104
4.1.4. Climatic conditions	104
4.1.4.1. The thermal regime	104
4.1.4.2. Precipitation regime	104
4.1.4.3. Relative humidity of the air.....	105
4.1.4.4. Wind regime.....	105
4.1.4.5. Light and nebulosity.....	105
4.1.5. Spontaneous and cultivated vegetation	105
4.1.6. Cultivation technology of the studied vegetable species	106
4.2. Material and method for carrying out the experimental research	108
4.2.1. Equipment for dripping fertigation of vegetable crops experiments.....	108
4.2.1.1. The equipment used in experiments for drip fertigation of vegetable crops under field conditions	108
4.2.1.2. Method of research to determine the influence of fertilization concomitantly with drip irrigation	115
4.2.1.3. Equipment used in laboratory testing for different types of watering strips	121
4.2.1.4. Working method for laboratory testing of water strips	124
4.2.2. Material and method used for the administration of solid chemical fertilizers	124
4.2.2.1. Material used for tests on the administration of solid chemical fertilizers under laboratory conditions	124
4.2.2.2. Methodology for carrying out the research for determine the degree of uniformity of fertilizer in laboratory conditions	125
4.2.2.3. Material used for tests on the administration of solid chemical fertilizers under field conditions	126
4.2.2.4. Research methodology for determination of fertilizers uniformity degree	128
4.3. Material and method used for statistical analysis	131
4.4. Partial conclusions	132

Chapter V. EXPERIMENTAL RESEARCH FOR THE ESTABLISHMENT OF QUALITY INDICATORS FOR DRIP IRRIGATION MACHINES AND DISTRIBUTION OF THE SOLID CHEMICAL FERTILIZERS IN PROTECTED AREAS	136
5.1. Research on quality indices of drip irrigation.....	136
5.2. Statistical analysis of experimental data	138
5.3. Experimenting the machine for the administration of solid chemical fertilizers in protected areas	141
5.4. Partial conclusions.....	143
 Chapter VI. EXPERIMENTAL RESEARCH REGARDING THE WORKING PROCESS OPTIMIZATION FOR DRIP FERTIGATION AND DISTRIBUTION OF SOLID CHEMICAL FERTILIZERS IN PROTECTED AREAS	 145
6.1. Experimental research on optimizing the working process for drip fertigation of vegetable plants	145
6.1.1. Influence of fertilizer method for some morphological (biometric) indices in tomatoes	145
6.1.1.1. Influence of the method of fertilizer on the height of tomato plants	145
6.1.1.2. The influence of the method of fertilizer on the number of fruits of tomato plants	148
6.1.1.3. Influence of the method of fertilizer on the weight of tomato fruit	149
6.1.1.4. Influence of the method of fertilizer on the diameter of tomato fruit	151
6.1.1.5. Influence of the method of fertilizer on the length of tomato fruit	152
6.1.1.6. Influence of the method of fertilizer on tomato production	153
6.1.2. Influence of fertilizer method for some morphological (biometric) indices on peppers.....	155
6.1.2.1. Influence of the method of fertilizer on the height of the pepper plant	155
6.1.2.2. Influence of the method of fertilizer on the number of fruits on a pepper plant.....	158
6.1.2.3. The influence of the method of fertilizer on the pepper weight	159
6.1.2.4. Influence of the method of fertilizer on the diameter of the pepper	161
6.1.2.5. The influence of the method of fertilizer on the length of the pepper	162
6.1.2.6. Influence of the method of fertilizer on the pepper crops	163
6.2. Experimental research for the optimization of the working process for the administration of solid chemical fertilizers	165
6.2.1. Experimental research for the optimization of the working process for the administration of solid chemical fertilizers by gravity distribution	166

6.2.2. Experimental research for the optimization of the working process for the administration of solid chemical fertilizers through centrifugal distribution	167
6.3. Partial conclusions.....	169
Chapter VII. GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	173
7.1. General conclusions	173
7.2. Recommendations	176
References	182
ANNEXES	189
<i>Annexes 1.</i> List of tables	190
<i>Annexes 2.</i> List of figures	192
<i>Annexes 3.</i> List of scientific papers	195
<i>Annexes 4.</i> Statistical analysis tables	196

INTRODUCERE

La nivel global, administrarea apei devine un subiect din ce în ce mai delicat. Conform statisticilor **ONU (Organizația Națiunilor Unite)**, populația globului crește anual cu 80 de milioane de persoane, acest lucru implicând o creștere la 64 de miliarde de metri cubi de apă necesară pentru consumul anual. Momentan, deși interesul marilor puteri ale lumii este îndreptat către zăcăminte, se preconizează faptul că pe termen lung competiția globală majoră va fi pentru apă (*Raportul pe anul 2012 al World Water Development Report - WWDR*).

Legumele, din cauza perioadei lungi de vegetație și a recoltelor mari rezultate, au cerințe mari față de apă și elemente nutritive. În vederea asigurării acestor doi factori, intervine cultivatorul prin aportul de apă și substanțe fertilizante.

O udare economică și eficientă, este cea prin picurare. Prin distribuția apei în mod lent, punctual, se reduce consumul de apă cu circa 70%, se diminuează consumul de energie, se poate obține de pe aceeași suprafață de teren două sau mai multe recolte, în asociere cu drenajul se ameliorează solurile saline și alcaline etc. Apa distribuită nu udă decât o parte din sol, restul intervalului dintre rânduri rămânând neumezit. Apa este distribuită la fiecare plantă cu ajutorul microtuburilor capilare. Se folosește o instalație concepută dintr-o rețea de conducte din material plastic prevăzute cu dispozitive de picurare, amplasate la distanțe prestabilite în funcție de distanțele dintre plante pe rând.

Un avantaj al irigației prin picurare îl reprezintă aplicarea fertilizanților odată cu apa din norma de udare a culturii, condiția realizării acesteia fiind alegerea îngrășămintelor cu o foarte bună solubilitate în apă.

Fertilizarea chimică cu îngrășămintे solide, presupune împrăștierea îngrășămintelor pe suprafața solului sau încorporarea lor în sol, în mod uniform și în cantități determinate pe unitatea de suprafață, cu echipamente speciale care se pot monta pe mașini de afânat solul, mașini de semănat și plantat, cultivate pentru prășit etc.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de fertilizare și udare prin picurare, prin optimizarea echipamentelor specifice utilizate în cadrul culturilor legumicole.

Cu deosebită recunoștință îi mulțumesc domnului **Prof. univ. dr. Ioan ȚENU** pentru îndrumarea de o înaltă competență profesională, pentru sprijinul acordat pe parcursul elaborării tezei, pentru înțelegerea și răbdarea manifestate în toată această perioadă și nu în ultimul rând pentru încrederea acordată.

Mulțumiri adresez și celorlalți membri ai echipei de îndrumare formată din **Prof. univ. dr. Petru COJOCARIU**, **Prof. univ. dr. Radu ROȘCA**, **Prof. univ. dr. Victor VÂLCU** și **Conf. univ. dr. Petru CÂRLESCU** pentru bunăvoința manifestată pe perioada desfășurării activității mele în vederea realizării tezei de doctorat, pentru sprijinul în găsirea de soluții la problemele teoretice apărute în vederea aplicării lor în practică, prin consilierea la un înalt nivel științific.

Mulțumesc conducerii Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, conducerii Facultății de Agricultură, conducerii Departamentului de Pedotehnică și titularilor disciplinelor de mecanizare a agriculturii pentru ajutorul constant acordat prin ușurarea accesului la toate sursele de informare și documentare din cadrul universității, de la alte universități din țară și din afara țării și mai ales pentru punerea la dispoziție a echipamentului de fertilizare prin împrăștiere, pentru efectuarea experiențelor.

Mulțumesc pe această cale personalului didactic și nedidactic din cadrul Catedrei de Mecanizare care mi-a oferit ajutor constant pe perioada studiilor doctorale.

De asemenea, mulțumesc personalului didactic și nedidactic de la Disciplina de Legumicultură care mi-a pus la dispoziție, prin bunăvoință, solarul din Ferma „Vasile Adamachi” din Iași în vederea efectuării experiențelor, și mai ales domnului **Conf. univ. dr. Vasile STOLERU** pentru îndrumarea și colaborarea oferite în cadrul realizării experiențelor.

Mulțumesc familiei mele pentru suportul, răbdarea și ajutorul acordat, și dedic această lucrare mamei mele, **Înv. Rodica CORDUNEANU**, pentru susținerea morală și încrederea oferită continuu de-a lungul perioadei de studii doctorale.

INTRODUCTION

At global level, water management is becoming an increasingly delicate issue. According to UN statistics, the world's population grows annually by 80 million people, with an increase of 64 billion cubic meters of water demand for annual consumption. At present, although the interest of the world's great powers is directed to deposits, it is expected that in the long run the major global competition will be for water (World Water Development Report 2012 - WWDR).

Vegetables, due to their long vegetation and high yields, have high water and nutrient requirements. In order to ensure these two elements, the cultivator intervenes through the supply of water and fertilizers.

An economical watering, by efficacy, is dripping. The water distribution is slow, punctuated, reduces water consumption by about 70%, energy consumption is reduced two or more crops can be obtained from the same surface, in combination with drainage, saline and alkaline soils, etc. Distributed water only dries some of the soil the rest of the row between rows is non-wetted. The water is distributed to each plant using capillary micro-tubes. A plant is constructed from a pipeline of plastic material provided with dripping devices located at distances established according to the distances between plants.

An advantage of drip irrigation is the application of fertilizers with water from the norm of watering the crop, the condition of which is the choice of fertilizers with very good water solubility.

Chemical fertilization with solid fertilizers involves spreading on the soil surface or incorporating into the soil in a uniform and well-defined quantity on the surface unit with special plow-mount equipment, soil loosening machines, sowing machines and planters, cultivators for hoeing .

The purpose of the PhD thesis is to streamline the fertilization and dripping process by optimizing the specific equipment used in the vegetable crops.

I am very grateful to **Mister Professor PhD Ioan ȚENU** for his high professional competence, his support for the elaboration of the thesis, the understanding and the patience manifested throughout this period and last but not least for the trust given.

I would like to thank also the other members of the guidance team made up of **Mister Professor PhD Petru COJOCARIU**, **Professor PhD. Radu ROȘCA**, **Professor PhD. Victor VÂLCU** and **Associate Professor PhD Petru CÂRLESCU** for the goodwill manifested during my activity in order to achieve the doctoral thesis, for the

support in finding solutions to the theoretical problems that have arisen in order to apply them in practice, through counseling at a high scientific level.

I am grateful to the leadership of the “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, the leadership of the Faculty of Agriculture, the Pedotechnics Department and the holders of agricultural mechanization disciplines for the constant support granted by facilitating access to all sources of information and documentation from university level, from other universities in the country and abroad, and especially for the provision of scattered fertilization equipment for experiments.

Thanks in this way to the didactic and non-didactic staff of the Mechanization Department who offered me constant help during the doctoral studies.

Also, I thank the didactic and non-didactic staff from the Vegetable Discipline who willingly offered me the solarium at “Vasile Adamachi” farm in Iași for the experience, especially to Mr. **Associate Professor PhD Vasile STOLERU** for the guidance and collaboration offered in the experience.

I thank my family for their support, patience and help, and I dedicate this work to my mother, **Prof. Rodica CORDUNEANU**, for the moral support and the trust that is was offered continuously throughout the doctoral period.

REZUMAT

Conform studiilor, agricultura folosește 92 % din totalul apei dulci consumate în lume. La nivel mondial, agricultura irigată este principalul utilizator de apă extrasă din surse, în proporție de 70 ... 80 %, iar în alte țări dezvoltate de până la 90 % (*Buhociu, 2013*). Potrivit Administrației Naționale „Apele Române”, utilizarea de apă potabilă și nepotabilă, în România, a scăzut în ultimii ani, de la 17,5 miliarde de metri cubi în 1990 la puțin peste 6,5 miliarde de metri cubi. La fel ca atunci, 85 % din volumul apei este utilizat în industrie și agricultură. Volumul de apă folosit în agricultură a scăzut cu aproape 90 % în ultimii 22 de ani din cauza infrastructurii prost administrate și a interesului scăzut acordat irigațiilor în România. Acest lucru, corelat cu utilizarea pe scară largă a îngrășămintelor chimice de sinteză, pentru obținerea masivă de recolte, conduce în viitor la o sărăturare accentuată a solurilor și o depreciere a acestora în detrimentul recoltelor viitoare.

Legumele, baza alimentației umane, au cerințe mari față de apă și elemente nutritive. În vederea asigurării acestora intervine cultivatorul/horticultorul prin aportul de apă și substanțe fertilizante. Pe plan mondial, 60 % din soluri au o fertilitate redusă sau foarte redusă, 29 % din soluri au o fertilitate moderată și doar 11 % au o fertilitate ridicată. Pesticidele, erbicidele și fertilizanții au un efect nociv asupra solului prin nimicirea faunei.

Irigarea prin picurare se face localizat și cu debite mici. Irigarea prin picurare și/sau fertirigarea asigură satisfacerea nevoilor prezente fără a compromite resursele viitoare. Acest tip de irigare are un caracter conservativ, oferit de reducerea cantității de îngrășămintă și produse chimice necesare, reducerea consumului de apă datorită creșterii capacității rădăcinilor de a reține și stoca apa, reducerea riscului de înmulțire a bolilor și dăunătorilor, micșorându-se sau evitându-se unele tratamente chimice, diminuând poluarea, scurgerea redusă de produse chimice în rezerva de apă dulce, eliminarea eroziunii solului, aplicarea nutrienților poate fi controlată la momentul precis în care aceștia sunt necesari și în cantitatea dorită, costuri reduse.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de fertilizare și udare prin picurare în spațiile protejate, prin optimizarea echipamentelor specifice utilizate în cadrul culturilor legumicole, în vederea obținerii de recolte corespunzătoare din punct de vedere calitativ, prin metode care implică o utilizare rațională a apei și a substanțelor nutritive.

Pornind de la urmărirea și analizarea stadiului actual al tehnologiei și conceptului privind echipamentele și aparatele utilizate pentru desfășurarea procesului de fertilizare și

udare prin picurare, s-a recomandat optimizarea exploatarei unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare. Ambele echipamente au fost proiectate și realizate la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Iași.

Lucrarea este elaborată în două părți, „*Stadiul cunoașterii*” și „*Cercetări proprii*”, fiind structurată pe capitole. Partea de început a lucrării face trimitere la stadiul actual al cunoașterii temei abordate, cuprinzând introducerea și două capitole, ca apoi, în partea a doua, să fie expuse cercetările proprii, structurate în capitole urmate de bibliografie.

În **capitolul I** al tezei de doctorat „*Noțiuni generale privind tehnologia de fertilizare și irigare prin picurare a culturilor legumicole*” se face referire la aspectele generale privind fertilizarea culturilor legumicole, descrierea conceptului de fertilizare în relația cu solul. Un alt aspect discutat este cel al irigației prin picurare, realizându-se un mic istoric al acesteia, metoda prin care se aplică și relațiile care se creează între apă și sol, formele apei care se regăsesc în sol, calitatea apei de irigație, consumul de apă al culturilor legumicole. De altfel, o atenție sporită se acordă avantajelor și dezavantajelor oferite de irigația prin picurare.

Capitolul II al tezei de doctorat elaborează aspecte privind „*Stadiul actual al cercetărilor privind tehnologiile și echipamentele pentru fertilizarea și irigarea prin picurare a culturilor legumicole*”. Astfel, în primul subcapitol, se tratează aspecte generale privind tehnologia de fertilizare a plantelor legumicole. În continuare, se face referire la tipurile de îngrășămintele utilizate în cultura legumelor, apoi metode de administrare a îngrășămintelor, pentru ca în alt subcapitol să se trateze modalități de fertilizare a culturilor legumicole la modul general, subcapitolul cinci ocupându-se de particularitățile fertilizării culturilor legumicole în sere și solarii.

Începând cu subcapitolul șase sunt tratate aspecte generale privind tehnologia administrării îngrășămintelor. Aici se amintește despre tehnologia administrării diferitelor tipuri de îngrășămintele (organice solide, chimice solide și amendamente, tehnologia administrării îngrășămintelor chimice lichide și organice lichide). Apoi, începe clasificarea mașinilor și echipamentelor destinate fertilizării după criteriile date de tipul de îngrășământ, astfel încât subcapitolul opt face referire și abordează tendințele actuale în ce privește construcția de echipamente destinate fertilizării culturilor legumicole.

Subcapitolul nouă tratează aspectele generale privind tehnologia de irigare prin picurare a plantelor legumicole unde se discută despre norma de irigare a culturilor, norma de udare, intervalul dintre udări, momentul aplicării udărilor, numărul și durata udărilor. Tot aici se fac referiri la tehnica funcționării picurătoarelor, care reprezintă nucleul sistemului de irigare prin picurare, și la tehnologia udării prin picurare a culturilor legumicole. Sub acest aspect, se dezvoltă informații despre sistemele de irigare, modalități de amplasare ale acestora în cadrul culturilor legumicole și părți componente. Această parte cuprinde și tehnica fertirigării, cu metodele de aplicare.

Subcapitolul zece abordează echipamentele destinate irigării prin picurare, cu referire la caracterizarea fiecărei părți componente a unui sistem de irigare prin picurare, și

arată tendințele actuale în ce privește construcția și tehnologia acestora de funcționare.

În **capitolul III**, numit „**Scopul și obiectivele tezei de doctorat**”, prezintă scopul tezei de doctorat și obiectivele care au fost urmărite în vederea întocmirii ei.

Pentru atingerea scopului vizat, acela de a optimiza exploatarea unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare, s-au propus obiective ca: cercetarea și studierea literaturii de specialitate cu scopul informării privind efectul asupra solului și a culturilor legumicole a substanțelor nutritive suplimentare și a apei din irigații; încercări experimentale în condiții de laborator pentru determinarea parametrilor de lucru ai instalațiilor de irigare; înființarea unei culturi de tomate și a unei culturi de ardei în spațiu protejat care vor beneficia de aportul fertilizării prin intermediul apei de irigare prin picurare, fertilizării chimice și fertilizării cu microorganisme; încercări experimentale în condiții de câmp pentru determinarea gradului de eficiență a instalației de fertirigare comparativ cu metodele clasice de fertilizare a culturilor legumicole realizate în spații protejate; optimizarea instalației de fertirigare în vederea obținerii de rezultate care să pună în evidență avantajele metodei în fața celor clasice de fertilizare, în cadrul culturilor legumicole; realizarea unui echipament de fertilizare prin împrăștiere gravitațională și centrifugală; stabilirea cantității de îngrășământ împrăștiată gravitațional, utilizând diferite rapoarte de transmisie, în urma utilizării echipamentului, prin efectuarea de încercări experimentale în condiții de laborator; prelucrarea și interpretarea rezultatelor experimentale obținute pentru o concluzionare finală.

Capitolul IV din cadrul tezei de doctorat, numit „**Materialul și metoda de cercetare**”, configurează elementele necesare pentru realizarea obiectivelor tezei și caracterizarea cadrului general în care s-au realizat experiențele. Experiențele au fost efectuate atât în condiții de laborator, cât și de câmp.

Cercetările experimentale în spațiu protejat care au vizat optimizarea echipamentului de udare prin picurare, fertilizare prin intermediul apei de irigare și fertilizare prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Ferma Horticola nr. 3 „Vasile Adamachi” a Stațiunii Didactice din Iași. Cercetările experimentale privind optimizarea echipamentului de udare prin picurare și fertilizare prin intermediul apei de irigare, s-au efectuat în Sectorul Legumicol al fermei, iar cele care au vizat fertilizarea prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Sectorul Pomicol al aceleiași ferme.

Capitolul prezintă tehnologia de cultură a speciilor legumicole luate în studiu, și anume hibridul *Minaret F1* și hibridul de ardei *Brillant F1*. *Minaret F1* este un hibrid timpuriu de tomate, cu creștere rapidă, semideterminată și fructe uniforme, fiind recomandat pentru cultivare în sere și solarii sau în câmp deschis. *Brillant F1* este un hibrid de ardei gras tip blocky, de la firma ZKI, generativ, pentru culturi libere extensive și intensive. În vederea înființării culturii din solar, pregătirea terenului s-a făcut din toamnă prin defrișarea culturii anterioare și scoaterea resturilor vegetale. Tehnologia de cultură a inclus fertilizarea de bază, producerea de răsaduri, plantarea, lucrări de îngrijire,

fertilizări faziale, irigarea, susținerea și palisarea plantelor, aerisirea spațiului protejat, copilitul plantelor, defolierea și recoltarea fructelor.

Experiența s-a înființat într-un solar de tip semicircular de 135 m². Instalația de irigare prin picurare și fertilizare, alcătuită din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei, a fost proiectată și realizată în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, catedra Mecanizarea Agriculturii.

Metoda de efectuare a cercetărilor în vederea determinării influenței fertilizării concomitent cu irigarea prin picurare a vizat înființarea unei culturi de tomate și ardei grupate în cinci variante experimentale, rezultând o densitate de 31.740 plante/ha.

Experiența a fost una de tip unifactorial, având ca factor de influență regimul de fertilizare, cu patru graduări: fertilizare prin apa de irigare, fertilizare prin împrăștiere pe suprafața solului, fertilizare cu microorganisme și nefertilizat.

Experiențele în regim de laborator au fost efectuate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. S-au utilizat 10 tipuri de bandă de udare prin picurare, cu presiune de lucru care a variat de la 0,025 la 0,2 MPa. Cercetările experimentale de laborator au urmărit reproducerea unui ciclu de udare prin picurare timp de două ore, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Metoda a presupus ca pe parcursul procesului de udare, pe măsura creșterii presiunii, să se monitorizeze rezistența benzilor de udare și debitul de apă pe fiecare linie.

Pentru a se determina gradul de uniformitate al administrării îngrășămintelor chimice solide s-a proiectat și construit un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Echipamentul este alcătuit dintr-un cadru rulat pe două roți, cuplat la un tractor cu două roți prin intermediul unei bare de tracțiune. Prezintă trei unități de lucru așezate pe cadru iar îngrășământul este distribuit prin intermediul dispozitivelor de distribuție. Echipamentul are o lățime totală de 110 cm, permițând utilizarea acestuia în interiorul spațiilor protejate și lățimea benzii de împrăștiere este de 4 - 5 m. Din punct de vedere constructiv, echipamentul este format din secții pentru distribuția îngrășămintelor, roți de sprijin, mecanism de transmisie. Fiecare dintre cele trei secții este formată din cutie de îngrășămintă, agitator, distribuitor, tub de conducere. Prin utilizarea unor roți diferite de lanț, s-au obținut trei rapoarte de transmisie (0,6; 0,48; 0,4). Împrăștierea îngrășămintelor pe suprafața solului s-a realizat cu ajutorul unui dispozitiv gravitațional și a unui centrifugal.

Comun celor două metode de administrare este faptul că îngrășământul se administrează prin intermediul dispozitivelor de distribuție sub formă de casetă, având în interiorul acesteia un agitator rotativ sub forma unui ax cu degete și un distribuitor.

Dispozitivul gravitațional este o placă cu palete, alimentată de cele trei unități de lucru, pe când dispozitivul centrifugal constă dintr-un disc rotativ plat cu patru palete

drepte, plasate sub unitatea centrală de lucru.

În condiții de laborator, cercetările s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, și au avut ca scop determinarea cantității de îngrășământ administrate la cele trei secții de lucru, pe o distanță de 100 m liniari, utilizând trei rapoarte de transmisie.

Pentru distribuția gravitațională a îngrășământului, în condiții de câmp, au fost efectuate teste folosind trei rapoarte de transmisie disponibile: $i_1 = 0,6$; $i_2 = 0,48$; $i_3 = 0,4$ și trei viteze diferite de deplasare, 6,2 km/h, 6 km/h și 6,6 km/h, rezultând o viteză medie de $6,27 \pm 0,176$ km/h. Pentru fiecare încercare s-a utilizat o porțiune de teren, sub formă de bandă, cu o lungime de 103 m și o lățime de 3 m. În vederea evaluării mărimii granulelor de îngrășământ a fost utilizată o ramă pătrată de 30 cm/30 cm, plasată aleator în locuri diferite în vederea determinării numărului și diametrului granulelor din interiorul perimetrului delimitat. Acest lucru s-a realizat prin fotografierea ramei la fiecare poziție. Pentru fiecare test au fost obținute 25 de poziții ale ramei pătrate.

Pentru metoda de distribuție centrifugală a fost utilizată o fâșie de pământ cu o lungime de 30 m și o lățime de 3 m; lungimea a fost împărțită în trei zone cu o lungime de câte 10 m fiecare, rezultând trei repetiții. Viteza de rotație a discului centrifugal a fost $n_1 = 800$ rot/min, $n_2 = 1000$ rot/min și $n_3 = 1250$ rot/min, respectiv viteza înainte de deplasare a fost: $v_1 = 1,2$ km/h, $v_2 = 2,26$ km/h și $v_3 = 5,08$ km/h. Pentru a se determina densitatea granulelor de îngrășământ, au fost selectate aleatoriu 10 probe de câte 4 g, fotografiate și analizate folosind software-ul ImageJ. Granulele au fost clasificate în cinci clase de dimensiuni: 0 - 1,5 mm; 1,5 - 2 mm; 2 - 2,5 mm; 2,5 - 3 mm; 3 - 5 mm. S-a determinat numărul de granule din fiecare clasă dimensională, apoi s-a calculat procentul pentru fiecare clasă. Volumul total al îngrășământului a rezultat prin înmulțirea volumului fiecărei granule cu numărul de granule din clasa respectivă. Masa volumică a fost obținută ca raport între masa (4 g) și volumul total.

Acest capitol prezintă mai are în componență materialul și metoda utilizate în efectuarea analizei statistice ale datelor obținute.

Capitolul V al tezei de doctorat, intitulat „*Cercetări experimentale pentru stabilirea indicilor de calitate ai instalațiilor și utilajelor de udare prin picurare și de administrare a îngrășămintelor chimice solide în spații protejate*” face referire la experiențele organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași care au urmărit reproducerea unui ciclu de udare prin picurare, timp de o oră, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Rezultatele obținute pentru zece tipuri de bandă, la cele opt presiuni utilizate, arată că, pe lângă faptul că debitul crește odată cu mărirea presiunii, unele benzi de udare nu au rezistat la presiuni mai mari de 0,175 MPa.

Un alt subiect tratat de acest capitol este legat de experimentarea în condiții de laborator a mașinii pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate, proiectată și construită în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Echipamentul a fost

adaptat astfel încât să permită, prin montarea unei manivele la roata motrică, parcurgerea în orb a unei distanțe de 100 m liniari, tradus în 65 de rotații, pentru trei rapoarte de transmisie obținute prin montarea a trei roți de lanț diferite. Cantitățile de îngrășământ, pentru fiecare raport de transmisie, obținute în urma încercărilor au relevat cantități colectate diferite, în funcție de secția de lucru.

În **Capitolul VI**, „*Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru irigarea prin picurare și a administrării îngrășămintelor chimice solide a plantelor legumicole în spații protejate*” se tratează cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru fertirigarea prin picurare a plantelor legumicole, unde se arată influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor indici morfologici (biometrici) la tomate și ardei în spații protejate. Indicii relevanți asupra acestui subiect se referă la influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii plantelor, numărului de fructe pe plantă, asupra masei fructelor, diametrului și lungimii fructelor, iar cel mai important dintre indici se referă la influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției obținute.

Acest capitol tratează în continuare cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională și centrifugală în condiții de câmp, experiențe realizate într-o plantație de pruni de trei ani, folosind un dispozitiv de împrăștiere sub forma unei plăci.

Determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor chimice solide administrate prin metoda gravitațională s-a realizat prin utilizarea a trei rapoarte de transmisie a roților de lanț și o viteză medie de deplasare de $6,27 \pm 0,176$ km/h.

Cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală a fost o experiență polifactorială, în care factorii de influență, fiecare cu trei graduări, au fost reprezentați de turația discului centrifugal: $a_1 = 800$ rot/min; $a_2 = 1000$ rot/min; $a_3 = 1200$ rot/min și viteza de deplasare: $b_1 - 1,2$ km/h; $b_2 - 2,26$ km/h; $b_3 - 5,08$ km/h.

Pentru a evalua densitatea granulelor de îngrășământ au fost selectate, în condiții de laborator, aleatoriu, 10 probe de câte 4 g, fotografiate și analizate folosind software-ul imagine J. Granulele au fost clasificate în cinci clase de dimensiuni: 0 - 1,5 mm; 1,5 - 2 mm; 2 - 2,5 mm; 2,5 - 3 mm; 3 - 5 mm. S-a determinat numărul de granule din fiecare clasă dimensională, apoi s-a calculat procentul pentru fiecare clasă. Cantitățile de îngrășământ au fost calculate utilizând masa volumică medie a granulelor și volumul total obținut pe baza analizei imaginii.

A fost aplicată aceeași procedură de procesare a imaginii bazată pe software-ul ImageJ pentru a stabili distribuția diametrului granulelor în timpul testelor de teren.

Capitolul VII intitulat „*Concluzii generale și recomandări*” cuprinde o chintesență a concluziilor parțiale privind cercetările teoretice și experimentale, cât și recomandările care se impun în urma acestora.

SUMMARY

According to the studies, agriculture uses 92 % of the total sweet water consumed in the world. In the world, irrigated agriculture is the main user of water extracted from sources, 70... 80 %, and in other developed countries up to 90 % (*Buhociu, 2013*). According to the Romanian Waters Administration, the use of potable and non-potable water in Romania has decreased in recent years, from 17.5 billion cubic meters in 1990, to just over 6.5 billion cubic meters. Just like then, 85 % of the volume of water is used in industry and agriculture. The volume of water used in agriculture has fallen by almost 90% over the last 22 years due to poorly managed infrastructure and low interest in irrigation in Romania. This coupled with the extensive use of synthetic chemical fertilizers for massive harvesting, leads in the future to increased soil salinisation and their degradation to the detriment of future crops.

Vegetables, the basis of human nutrition, have high demands on water and nutrients. In order to ensure them, the grower/horticulturist intervenes through the intake of water and fertilizers. Globally, 60 % of the soils have low or very low fertility, 29 % of soils have moderate fertility and only 11% have high fertility. Pesticides, herbicides and fertilizers have a damaging effect on soil by destroying fauna.

Drip irrigation is localized with low flow rates. Drip irrigation and/or fertilization ensure that current needs are met without compromising future resources. This type of irrigation has a conservative character by reducing the amount of fertilizers and chemicals needed, reducing water consumption by increasing the capacity of the roots to retain and store water, reducing the risk of disease and pest multiplication by decreasing or avoiding, with some chemical treatments, reducing pollution, low drainage of chemicals in the fresh water reserve, elimination of soil erosion, application of nutrients can be controlled at the exact time they are needed and in the desired quantity, with low costs.

The aim of the PhD thesis is to streamline the fertilization and dripping process in protected areas by optimizing the specific equipment used in the vegetable crops in order to obtain qualitatively suitable crops by methods involving the rational use of water and nutrients.

Starting from following up and analyzing the state of the art and the concept of equipment and appliances used for the fertilization and dripping process, it was recommended to optimize the exploitation of equipment for fertilization by spreading on the surface of the solid granular chemical fertilizers and equipment dripping. Both equipments were designed and developed at the University of Agricultural Sciences and

Veterinary Medicine from Iași.

The paper is elaborated in two parts, “*The Stage of Knowledge*” and “*Own Research*”, being structured on chapters. The starting part of the paper refers to the current state of the knowledge of the topic, including the introduction of two chapters, and then, in the second part, to present the own researches, structured in chapters followed by the bibliography.

In **chapter I** of the PhD thesis “*General notions regarding the fertilization technology and drip irrigation of vegetable crops*” reference is made to the general aspects regarding the fertilization of vegetable crops, the description of the concept of fertilization in relation to the soil. Another aspect discussed is that of drip irrigation, making it a small history of it, the method by which the relationships that are created between water and soil are applied, the water forms that are found in the soil, the quality of the irrigation water, the consumption of water of vegetable crops. In fact, greater attention is paid to the advantages and disadvantages of drip irrigation.

Chapter II of PhD thesis elaborates on the “*Current state of research on technologies and equipment for fertilization and drip irrigation of vegetable crops*”. Thus, the first subchapter deals with general aspects regarding the fertilization technology of vegetable plants. Further, reference is made to the types of fertilizers used in the vegetable crops, then methods of fertilizer application, so that in another subchapter there are treated ways of fertilization of the vegetable crops in general, the subchapter 5 deals with the particularities of the fertilization of the vegetable crops in greenhouses and solariums.

Sixth subchapter deals with general aspects of fertilizer technology. Here it is mentioned the technology of administration of different types of fertilizers (organic solids, solids and amendments, the technology of liquid and liquid chemical fertilizers). Then start the classification of machinery and equipment for fertilization by type of fertilizer given criteria so that eight references section and address current trends in the construction of equipment for fertilization of vegetable crops.

Subchapter nine deals with the general aspects of the drip irrigation to plants where it is vegetable discusses crop irrigation time, the watering, the interval between irrigations, irrigations time of application, number and duration of watering. Here too, reference is made to the dripper technique, which is the nucleus of the drip irrigation system, and to the dripping technology of vegetable crops. In this regard, information on irrigation systems, how to place them in vegetable crops and component parts is being developed. This part also includes the fertilization technique, with the application methods.

Subchapter ten addresses drip irrigation equipment, with reference to the characterization of each component of a drip irrigation system, and shows current trends in their construction and operating technology.

In **chapter III**, called “*The purpose and objectives of the PhD thesis*”, the purpose of the doctoral thesis and the objectives that have been pursued for its elaboration

are addressed.

In order to achieve the goal, to optimize the exploitation of equipment for fertilization by spreading on the surface of the granular solid chemical fertilizers and drip irrigation equipment, it was customary to: research and study the literature for the purpose of informing the effect on the soil and vegetable crops of supplementary nutrients and irrigation water; experimental testing in laboratory conditions for the determination of working parameters of irrigation installations; setting up a tomato crop and pepper crop in protected space that will benefit from fertilizer intake through drip irrigation, chemical fertilization and microorganisms fertilization; experimental field trials to determine the degree of efficiency of the fertilization plant compared to conventional methods of fertilization of vegetable crops in protected areas; optimizing the fertilization plant to achieve results that highlight the advantages of the method in front of classical fertilization in vegetable crops; realization of gravity and centrifugal scattering equipment; determining the amount of gravity scattered fertilizer using different transmission ratios following the use of the equipment by conducting experimental testing under laboratory conditions; processing and interpreting experimental data for a final conclusion.

Chapter IV of the doctoral thesis, called “*Material and method of research*” sets out the elements needed to achieve the objectives of the thesis and characterize the general framework in which the experiences have been realized. The experiments were performed both in laboratory and field conditions.

Experimental research in protected areas aiming at the optimization of drip irrigation equipment, fertilization through irrigation water and fertilization by spreading of granular solid chemical fertilizers was carried out in Horticultural Farm no. 3 “Vasile Adamachi” of the Didactic Station from Iași. Experimental research on the optimization of drip irrigation equipment and fertilization through irrigation water was carried out in the Vegetable Sector of the farm, and those aimed at the fertilization by spreading of granular solid chemical fertilizers were carried out in the fruit-growing sector of the same farms.

The chapter presents the cropping technology of the studied vegetable species, namely the *Minaret F1* hybrid and the *Brillant F1* sweet pepper hybrid. *Minaret F1* is a fast-growing, semi-finished and uniform fruit early tomato hybrid, being recommended for greenhouse and sunflower cultivation or in open field. *Brillant F1* is a block-type hybrid bumble hybrid from ZKI, generative, for extensive and intensive free crops. In order to establish the solar culture, the preparation of the land was made in autumn by clearing the previous crop and removing the vegetal remains. Culture technology included basic fertilization, seedlings, planting, caring, phasing, irrigation, plant maintenance and planting, ventilation of protected area, plant childhood, defoliation and harvesting of fruit.

The experience was set up in a semi-circular solar cell of 135 m². The drip irrigation and fertilization system, consisting of fertilizer tank, automatic watering system and water distribution system, was designed and developed at the “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, department of Agricultural Mechanization.

The method of conducting research to determine the influence of fertilization concomitantly with drip irrigation targeted the establishment of a tomato and sweet pepper culture grouped in five experimental variants, resulting in a density of 31,740 plants/ha.

The experience was one of a one-factor type, influencing the fertilization regime with four graduations: fertilization through irrigation water, spreading fertilization on the soil surface, fertilization with microorganisms and non-fertilized.

The laboratory experiments were carried out on a stand at the Horticultural Machinery Laboratory at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași. 10 types of drip irrigation tape were used, with a working pressure ranging from 0.025 to 0.2 MPa. Experimental laboratory investigations aimed at reproducing a drip water cycle for two hours at eight working pressures from 0.025 MPa to 0.2 MPa. The method implied that during the watering process, as the pressure increased, the watering strips and the water flow on each line were monitored.

In order to determine the degree of uniformity of the administration of solid chemical fertilizers, equipment for the administration of solid chemical fertilizers was designed and built within the Mechanization disciplines of the “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași. The equipment consisted of a two-wheeled frame coupled to a two-wheeled tractor by means of a drawbar. It presents three work units placed on the frame and the fertilizer is distributed through distribution devices. The equipment has a total width of 0.11 m, allowing it to be used inside the protected areas and the width of the spreading band is 4 - 5 m. From a construction standpoint, the equipment consists of fertilizer distribution sections, support wheels, transmission mechanism. Each of the three sections consists of a box, shaker, distributor, driving tube. By using different chain wheels, were obtained three transmission ratios (0.6; 0.48; 0.4). Fertilizer spreading on the soil surface was achieved by means of a gravitational and centrifugal device.

Common to the two methods of administration is that the fertilizer is administered through the internal distribution of the cassette distribution devices, having a rotary shaker in the form of a finger and a distributor.

The gravity device is a pallet plate, powered by the three work units, whereas the centrifugal device consists of a flat, four-bladed flatbed, placed under the central work unit.

Under laboratory conditions, the research were carried out at the Horticultural Machinery Laboratory at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine in Iași, and aimed at determining the amount of fertilizer administered at the three sections work, over a linear distance of 100 m, using three transmission ratios.

For the gravity distribution of the fertilizer under field conditions, tests were performed using three transmission ratios available: $i_1 = 0.6$; $i_2 = 0.48$; $i_3 = 0.4$ and three different speeds, 6.2 km/h, 6 km/h and 6.6 km/h, resulting in an average speed of 6.27 ± 0.176 km/h. For each test was used a strip of land of 103 m length and a width of 3 m. In order to assess the distribution of the size of the fertilizer granules, a 30 cm / 30 cm square

frame was used randomly in different locations to determine the number and diameter of the granules within the bounded perimeter. This was done by photographing the frame at each position. For each test were obtained 25 square frame positions.

For the centrifugal distribution method, was used a strip of land with a length of 30 m and a width of 3 m; the length was divided into three zones with a length of 10 m each, resulting in three repetitions. The spin speed of the centrifugal disk was $n_1 = 800$ rpm, $n_2 = 1000$ rpm and $n_3 = 1250$ rpm, respectively the speed before displacement was: $v_1 = 1.2$ km/h, $v_2 = 2.26$ km/h and $v_3 = 5.08$ km/h. In order to determine the density of the fertilizer grains, 10 samples of 4 g were randomly selected, photographed and analyzed using the Image J. software. The granules were classified into five classes of dimensions: 0 - 1.5 mm; 1.5 - 2 mm; 2 - 2.5 mm; 2.5 - 3 mm; 3 - 5 mm. The number of granules in each dimensional class was determined, and then the percentage for each class was calculated. The total volume of the fertilizer resulted by multiplying the volume of each granule by the number of grains in that class. The volume mass was obtained as a ratio between the mass (4 g) and the total volume.

This chapter presents the material and the method used to perform the statistical analysis of the obtained data.

Chapter V of the Ph.D thesis entitled “*Experimental research for establishing quality indicators of dripping installations and equipment for dripping and managing solid chemical fertilizers in protected areas*” refers to the experiences of a stand at the Horticultural Machinery Laboratory at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, which pursued the reproduction of a drip water cycle for one hour at eight working pressures, from 0.025 MPa to 0.2 MPa. The results obtained for ten band types at the eight pressures used show that, in addition to the increase in flow rate as the pressure increases, some watering strips did not withstand pressures above 0.175 MPa. Another topic covered by this chapter is the experimentation under laboratory conditions of the machine for the administration of solid chemical fertilizers in protected areas, designed and built within the Mechanization disciplines of “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași. The equipment has been adapted to allow a maneuvering on the driving wheel to blindly traverse a linear 100 meter distance translated into 65 turns for three transmission ratios obtained by mounting three different chain wheels. The fertilizer quantities for each transmission ratio obtained from the tests revealed differently collected quantities, depending on the work section.

In **Chapter VI**, “*Experimental research on the optimization of the working process for drip irrigation and the administration of solid chemical fertilizers of vegetable plants in protected areas*”, the experimental researches on the optimization of the working process for drip fertilizer of vegetable plants are discussed. Show the influence of the method of fertilizer application on morphological (biometric) indices in tomatoes and peppers in protected areas. The relevant indexes on this subject refer to the influence of the method of fertilizer on plant height, the number of fruit per plant, on the

fruit mass, the diameter and the length of the fruit, and the most important of the indices refer to the influence of the method of fertilizer on production obtained.

This chapter deals with the experimental research on the optimization of the working process for the administration of solid chemical fertilizers by gravity and centrifugal distribution under field conditions, experiments carried out in a three year old plum plantation, using a plate spreader. Determination of the degree of uniformity of solid chemical fertilizers administered by the gravitational method was achieved using three transmission ratios of the chain wheels and an average displacement speed of 6.27 ± 0.176 km/h.

Experimental research on the optimization of the working process for the administration of solid chemical fertilizers by centrifugal distribution was a polyfactorial experience, in which the influence factors, each with three graduations, were represented by the centrifugal disk speed: $a_1 = 800$ rpm; $a_2 = 1000$ rpm; $a_3 = 1200$ rpm and travel speed: $b_1 - 1.2$ km/h; $b_2 - 2.26$ km/h; $b_3 - 5.08$ km/h.

To evaluate the density of the fertilizer granules, 10 samples of 4 g were selected under random laboratory conditions, photographed and analyzed using the Jimage software. The granules were classified into five classes of sizes: 0 - 1.5 mm; 1.5 - 2 mm; 2 - 2.5 mm; 2.5 - 3 mm; 3 - 5 mm. The number of granules in each dimensional class was determined, and then the percentage for each class was calculated. Fertilizer quantities were calculated using the mean bulk volume of the granules and the total volume obtained based on the image analysis.

The same image processing procedure based on Image J software was applied to determine the particle diameter distribution during field tests.

Chapter VII entitled “*General Conclusions and Recommendations*” contains a quintessence of the partial conclusions on the theoretical and experimental research, as well as the recommendations that follow.

PARTEA I
STUDIU DE DOCUMENTARE

FIRST PART
DOCUMENTARY STUDY

CAPITOLUL I

NOȚIUNI GENERALE PRIVIND TEHNOLOGIA DE FERTILIZARE ȘI IRIGARE PRIN PICURARE A CULTURILOR LEGUMICOLE

CHAPTER I

GENERAL NOTIONS REGARDING FERTILIZATION AND DRIP IRRIGATION TECHNOLOGY OF VEGETABLE CROPS

1.1. Fertilizarea culturilor legumicole – generalități

Muller, în 1965, citându-l pe *Plinius cel Bătrân* care a definit printre primii noțiunea de fertilitate a solului, scria că este bun acel ogor care imediat după arătură este invadat de păsări lacome care însoțesc plugul.

Victor Vătămanu, într-un articol din anul 2011, relevă faptul că proprietatea de bază care diferențiază solul de roca pe care s-a format este fertilitatea, mai precis totalitatea proceselor fizico-chimice, biochimice și a relațiilor dintre ele care au loc în permanență în sol.

Numeroși autori, în epoci diferite, au descris și definit noțiunea de fertilitate în mod variat. *Thaer* (1752 – 1828), a formulat teoria ”nutriției plantelor cu humus” care sugera că fertilitatea solului depinde de conținutul de humus. *Vaillant* (1901), referindu-se la conceptul de fertilitate, a conchis: ”Cu cât este mai mare conținutul în humus, cu atât solul este mai fertil și această fertilitate pare să se datoreze în special unui număr mare de *miroorganisme fixatoare de azot care trăiesc aici*”.

Vasili Robertovici Williams (1863 – 1939), menționa despre fertilitate că ar fi capacitatea solului de a satisface într-o măsură sau alta nevoia plantelor în factori tereștri (apă și hrană) ai vieții lor.

În viziunea lui *Albert Howard*, fertilitatea solului este condiția unui sol bogat în humus, în care procesele de creștere decurg rapid și eficient, fără întreruperi, considerând că soluția unui sol fertil și a unei agriculturi prospere este humusul.

Gheorghe Ionescu Șișești, separând conceptul de „fertilitate a solului” de cel de „productivitate a solului”, a emis primul enunț logic al fertilității și productivității solului, legate între ele astfel: „Fertilitatea este o sinteză de însușiri favorabile ale solului, care se traduc prin productivitatea lui durabilă”. Acești factori sunt de natură geografică (latitudine, expoziție); de natură climatică; de natură fizică, chimică și biologică (*Dincă, 2015*).

Pavlovski și Groza erau adepții ideii că fertilitatea solului nu depinde numai de prezența substanțelor nutritive în cantități echilibrate, ci este caracterizată prin alți

factori, a căror identificare este posibilă numai prin aplicarea metodelor speciale, cu care se poate evidenția și urmări funcțiunile pe care le îndeplinește solul arabil.

D. Davidescu și Velicica Davidescu, la rândul lor, definesc conceptul de fertilitate ca fiind capacitatea solului de a pune la dispoziția plantelor verzi, pe toată perioada vegetației, în mod permanent și simultan, substanțele nutritive și apa, în cantități îndestulătoare față de nevoile acestora și de a asigura condițiile fizice și biochimice necesare creșterii și dezvoltării plantelor, în ansamblul satisfacerii și a celorlalți factori de vegetație.

Oricare dintre acești autori ar fi oferit definiția completă, fertilitatea este termenul utilizat pentru a descrie capacitatea unui sol de a dezvolta culturi, fiind un efect combinat al fertilității naturale și al condițiilor solului la momentul respectiv, care reprezintă principalul factor.

D. Davidescu arată că modificările factorului edafic și cele ale mediului se reflectă, în primul rând, în habitusul plantei. Astfel, suprafața frunzelor unei comunități de plante poate să varieze de la 8 la 10.000 m² la hectar până la 50 ... 60.000 m² la hectar, modificându-se potențialul fotosintetic, care influențează asupra asimilării elementelor nutritive și mărimii recoltei (*Vătămanu, 2011*).

Potențialul fotosintetic variază în funcție de specia plantei, de suprafața foliară la unitatea de suprafață (metru pătrat, hectar), de condițiile de aprovizionare cu apă și elemente nutritive. El poate să varieze de la 500.000 la 4.000.000 m² la o suprafață foliară de 40.000 m² la hectar și o perioadă de vegetație de 100 ... 150 de zile; astfel, la un coeficient de asimilare net de 4 - 5 grame per metrul pătrat pe zi, producția biologică atinge la 10 ... 15 tone (*Popescu, 2010*).

Comparativ cu alte plante de cultură, plantele legumicole au pretenții mai ridicate față de elementele nutritive, determinate de un sistem radicular slab dezvoltat, răspândit în stratul superficial al solului unde umiditatea este mai prezentă, determinând o capacitate redusă de absorbție. În același timp, legumele sărăcesc solul repede de elementele nutritive din cauza producțiilor mari realizate pe unitatea de suprafață (*Popescu, 2010*).

Pentru a-și valorifica la maximum potențialul productiv, plantele cultivate au nevoie de cantități corespunzătoare de apă, lumină, dioxid de carbon și nutrienți minerali (azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf și microelemente). Solul este principala sursă de nutrienți minerali și de apă pentru plante, capacitatea acestuia de a asigura nutriției necesari plantelor variind în funcție de nivelul lui de fertilitate.

Încă din antichitate se aplicau ca îngrășăminte plante verzi, plante marine și cenușa plantelor. Locuitorii din Britania, Galia și Italia cunoșteau aplicarea calcarului și a marnei, iar chinezii foloseau deșeuri de oase și coarne, pe lângă gips și calcar. În Extremul Orient îngrășarea pământului se făcea cu cenușă de oase, iar popoarele Americii precolumbiene foloseau cenușa plantelor și depozitele de guano.

Istoric vorbind, acolo unde lucrarea pământului se făcea cu intensitate, alături de tehnica lucrării pământului, un rol deosebit îl avea aplicarea îngrășămintelor.

1.1.1. Solul și fertilitatea

Solul este o resursă care se reface foarte lent, fiind reprezentat de stratul afănat de la suprafața pământului care sub continua și îndelungată acțiune a agenților atmosferici și formațiunilor vegetale succesive, în condiții specifice ale mediului geografic, a acumulat elementele fertilității, fiind capabil astfel să întrețină viața plantelor superioare.

În urma a numeroase studii de specialitate, s-a constatat că pe o suprafață de un hectar de sol sunt prezente aproximativ 3 tone de bacterii, 3 tone de ciuperci microscopice, 1,5 tone de actinomicete, 100 kg de alge, 100 kg de protozoare, 500 kg de râme, 50 kg de nematode, 40 kg de artropode, 30 kg de moluște, 20 kg de șerpi și rozătoare, iar în fiecare cm cub de sol se găsesc până la 7 ... 10 miliarde de microorganisme (Șerban, 2014).

Humusul, elementul de bază al fertilității, considerat a fi una dintre substanțele cele mai complicate de pe pământ, reprezintă un amestec de substanțe organice rezultat din moartea microorganismelor vii și resturile vegetale și animale. Științific vorbind, se cunoaște că în stratul de sol cu grosimea de un metru pe o suprafață de un hectar sunt prezente în medie 290 tone humus, 15 tone azot, 19 tone fosfor, 204 tone potasiu, precum și o cantitate importantă de microelemente: cupru, zinc, mangan, molibden etc.

Speciile legumicole se hrănesc din sol, aer și apă, proces la care participă rădăcinile cu ajutorul cărora plantele iau din soluția solului apa și substanțele minerale necesare (azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, fer, cupru, bor); părțile verzi ale plantei (frunzele, lăstarii), cu ajutorul cărora planta captează radiația solară, absorb dioxid de C și, prin intermediul clorofilei, formează substanțele complexe necesare vieții.

Speciile de plante legumicole au cerințe foarte mari față de elementele nutritive, justificat de faptul că acestea (legumele) realizează recolte mult mai mari față de celelalte plante, nefiind suficientă simpla asigurare a elementelor minerale (Popescu, 2010).

Nivelul fertilității solului poate fi apreciat prin indicatori *biologici* (activitatea microbiologică), *fizico-chimici*, care se referă la textura și structura solului, compoziția chimică a solului, reacția soluției solului, conținutul de săruri și ioni solubili, rezerva de materie organică, rezervele de elemente nutritive mobile, regimul de apă din sol, capacitatea de schimb cationic.

Fertilitatea economică (antropogenă) a solurilor apare ca urmare a unor activități ale omului și depinde de aplicarea corectă a tehnicilor agricole: lucrări agrotehnice, îngrășăminte, irigații, desecări (Șerban, 2014).

1.2. Irigarea prin picurare a culturilor legumicole

Apa este cel mai important element pentru creșterea plantelor în producția agricolă. Irigarea poate fi definită ca reprovizionarea cu apă a solului în zona rădăcinilor plantelor prin alte metode decât precipitațiile naturale.

În istoria omenirii, irigațiile își au rădăcinile în cele mai vechi începuturi,

cercetările arheologice identificând dovezi ale acestora în locuri în care precipitațiile naturale au fost insuficiente pentru a susține culturile. În câmpia Mesopotamiei se practicau irigațiile perene prin captarea apei printr-o structură de canale mici, construită în câmp.

Prima modalitate de irigare prin picurare se face vizibilă în antichitate, în Egipt și China, prin utilizarea vaselor de lut poroase, îngropate, din care se prelingea apa în sol, în jurul rădăcinilor plantelor. Această formă de udare este considerată prima variantă a udării prin picurare, cunoscută și ca micro-irigație.

Rădăcinile irigării prin picurare moderne ajung până la 1860, când s-a dezvoltat, în Germania, un sistem de țevi îngropate pentru sistemele combinate de drenaj și irigare, fiind utilizate, apoi, în 1866, în Afganistan.

În anii 1920 această idee s-a extins din nou, în Germania, folosind un sistem de țevi de lut perforate. Utilizarea de materiale plastice, după al doilea război mondial, a dus la inventarea de către austriacul Hannis Thill a conductelor din material plastic cu trasee lungi de curgere.

În Israel, la începutul anilor 1930, inginerul *Simha Blass*, invitat fiind la o fermă, la petrecere, a observat că unul dintre pomii de grapefruit ai proprietarului era mai mare decât ceilalți, deși aparent nu a beneficiat de apă provenită de la nici un sistem de irigare. O privire mai atentă a arătat acestuia un orificiu de mărime mică într-un țeavă de fier cu diametru redus, care făcea alimentarea cu apă potabilă a casei. Diametrul suprafeței udate a fost de 25 cm, iar diametrul coroanei pomului era de 10 metri. Analiza faptului că un pom de dimensiuni atât de mari a obținut alimentarea cu apă de pe o suprafață irigată atât de mică, a născut în mintea lui Blass ideea de irigare prin picurare.

Impedimentele specifice perioadei și dificultăți de ordin practic au dus la respingerea ideii, temporar, ca apoi, în 1959, disponibilitatea tuburilor de plastic a ușurat punerea în aplicare a conceptului, reușita venind după trei ani de studiu și de încercări eșuate. Utilizarea irigației prin picurare a făcut posibilă dublarea recoltelor de tomate și triplarea celor de castraveți în comparație cu irigarea prin aspersie și irigarea prin brazdă.

1.2.1. Considerații generale – istoric

În perioada de vegetație, culturile legumicole realizează un consum productiv de apă, prin transpirație, și un consum neproductiv, prin evaporare la suprafața solului. Atunci când vrem să vorbim despre un consum cumulat de apă al unei culturi legumicole, ne referim la suma dintre consumul productiv și consumul neproductiv, adăugând aici cantitatea de apă risipită prin infiltrație, în straturile profunde ale solului, și apa consumată de buruieni (*Nagy și colab., 1995; Luca și colab., 2003*).

Necesarul de apă în perioada de vegetație a unei culturi legumicole se determină în funcție de consumul de apă. În întâmpinarea nevoii de apă a culturilor legumicole în perioada de vegetație intervine aplicarea irigării (*Suciu, 2010*).

Irigarea prin picurare implică aplicarea lentă și frecventă a unei cantități mici de apă, prin emițătoare sau orificii mici distanțate de-a lungul unor tuburi din polietilenă sau benzi. Acest tip de irigare mai este numit și microirigație. Sistemele de irigare prin

picurare lucrează cu volum redus de apă și funcționează la presiune mai joasă decât în cazul metodelor tradiționale (Zollner, 2001). În această grupă mai sunt incluse *irigarea subterană și irigarea prin rampe perforate*.

Irigarea, ca măsură tehnologică de mare importanță, are ca efect obținerea de producții mari de legume indiferent de cantitatea de precipitații căzută, deoarece prin aceasta se completează deficitul de apă al plantelor (Stan și colab., 2010).

Condiția pentru ca plantele legumicole să facă posibilă absorbția substanțelor minerale necesare din sol, este consumul unei cantități de apă de aproximativ 10.000 de ori mai mare decât aceste substanțe (Grumeza, 1969). În funcție de specia de plante, acest consum zilnic de apă se estimează, în perioada de vegetație, la circa 50 ... 60 m³/ha, putând depăși valori mult mai mari în zilele toride și în prezența vânturilor puternice.

La consumul mare de apă al plantelor legumicole se adaugă apa pierdută din sol prin evaporație, care este cu atât mai mare cu cât temperatura este mai ridicată, solul mai tasat și liber de vegetație.

Cultivatorii de plante horticole au fost printre primii care au îmbrățișat această tehnologie datorită avantajelor și principiilor de bază care permit o udare corespunzătoare, mai ales în ceea ce privește creșterea legumelor în sere și solarii.

1.2.2. Relația sol-apă

Solul este componenta biosferei situată la suprafața scoarței terestre, în care se desfășoară procese chimice și biologice complexe și s-a stabilit un echilibru ecologic.

Principalele proprietăți hidrofizice ale solului și care interesează atunci când vine vorba de o cultură agricolă și aplicarea irigației, sunt: *permeabilitatea, capilaritatea și capacitatea de reținere a solului*. Determinarea cantitativă a proprietăților hidrofizice se face prin intermediul *indicilor hidrofizici*, valoarea acestora fiind constantă pentru un anumit sol, în condiții fizice și chimice specifice (Bucur, 2003).

Permeabilitatea pentru apă este proprietatea solului de a absorbi și a filtra apa, proces ce poartă numele de *infiltrație*. *Viteza de infiltrație la un moment dat* este definită ca raportul dintre cantitatea de apă pătrunsă în sol și durata de infiltrație:

$$v_i = \frac{H}{t} \cdot 60 \quad (1.1)$$

în care: v_i este viteza de infiltrație instantanee, în mm/oră; H - cantitatea de apă infiltrată în sol, ca strat de apă (raportul dintre volumul infiltrat și suprafața de infiltrare), în mm; t - durata de infiltrație, în minute.

Fiind în strânsă interdependență cu permeabilitatea, viteza cu care apa pătrunde în sol depinde de textura solului, structura acestuia la suprafață, modul de învelire al solului cu vegetație, gradul de tasare și de afânare al solului, umiditatea solului, temperatura apei utilizate și modalitatea de irigare.

Infiltrația poate avea loc pe verticală sau lateral, valori ridicate fiind găsite la solurile cu textură grosieră și cele afânate, iar valorile cele mai mici sunt prezente la solurile tasate, cu textură fină sau cu hardpan.

Solurile grele prezintă o viteză de infiltrație a apei în sol cu valori sub 10 mm/oră pentru solurile mijlocii, de 10 ... 20 mm/oră și peste 20 mm/oră pentru solurile ușoare.

Deosebit de important pentru irigații este de știut faptul că viteza cu care apa pătrunde în sol este variabilă în timp. Astfel, la începutul udării și penetrării apei în sol viteza este mai mare, apoi apar diminuările, acestea fiind rapide, mai ales în prima perioadă, urmând apoi o descreștere lentă, pentru ca după un interval de câteva ore să intervină stabilizarea, egală cu conductivitatea hidraulică saturată a solului.

Conductivitatea hidraulică a solului (K) reprezintă viteza (*V*) de deplasare a apei prin spațiul lacunar saturat, la un gradient hidrostatic (*I*) egal cu unitatea. Așadar:

$$K = \frac{V}{I} = V \text{ sau } V = K \cdot I \quad (\text{Bucur, 2003}) \quad (1.2)$$

Conductivitatea hidraulică este constantă, în solurile greu permeabile având valori de 10 ... 6 cm/s și 10 ... 3 cm/s în solurile foarte permeabile.

În irigație, evaluarea indicilor hidrofizici se folosește, printre altele, la determinarea tipului de amenajare, regimului de irigație și elementelor tehnice ale udării (Bucur, 2003). Tomoiogă, într-o lucrare din 2011, amintește că modificarea indicilor hidrofizici poate fi condiționată de prezența sau înlăturarea hardpanului, întreținerea unui sol afânat, incorporarea materiei organice sau aplicarea amendamentelor.

Când se cunosc valorile indicilor hidrofizici, se poate calcula mărimea normei de udare, durata de udare, debitul în brazda de udare sau distanța dintre brazde.

Capilaritatea solului se măsoară cu ascensiunea capilară, proprietate prin care apa din pânza freatică se ridică la o anumită înălțime în sol sau în subsol datorită forței capilare. Ascensiunea capilară este influențată de textura și de structura solului, care determină mărimi diferite ale porilor și variază de la 0,5...1 m pe soluri nisipoase până la 4...5 m pe soluri argiloase (Bucur, 2003).

Pe solurile irigate, o deosebită importanță prezintă poziția franjului capilar în profilul solului, poziție care depinde atât de adâncimea pânzei freatice, cât și de mărimea ascensiunii capilare, deosebindu-se trei situații:

- *franjul capilar la suprafață* - în această situație solul este întotdeauna umed, iar aplicarea irigației nu este obligatorie. Acest tip de sol, cu franjul capilar la suprafață, este supus prin irigare la o potențare a sărăturării sau la înmlăștinare;
- *franjul capilar în zona rădăcinilor* - este cazul solurilor freatic umede unde aportul freatic este insuficient acoperirii nevoile plantelor. În acest caz există posibilitatea apariției sărăturării în orizontul de sol unde este prezentă apa de irigație, fiind necesară o zonă tampon de sol uscat;
- *franjul capilar sub stratul cu rădăcini* - atunci când nivelul freatic se găsește sub adâncimea de 5 m, aportul freatic este inexistent, culturile fiind nevoite să se aprovizioneze cu apă doar din precipitații și irigații (Țenu, 2004).

Dimensiunea ascensiunii capilare determină micșorarea normelor de udare. Forța capilară acționează de jos în sus, de sus în jos sau lateral, sau de la umed spre uscat.

Capacitatea de reținere a solului este o proprietate a solului prin care acesta are posibilitatea de a stoca anumite cantități de apă, funcție de gradele de umezire. Se remarcă mai multe nivele ale capacității de reținere, dintre care pentru practica irigației mai importanți sunt:

- *coeficientul de ofilire* – limita dintre apa peliculară și apa capilară;
- *capacitatea în câmp pentru apă* reprezintă limita între apa capilară și apa gravitațională;
- *capacitatea totală de înmagazinare pentru apă* – caracteristică a solului pentru apa rămasă în sol, acumulată durabil (Grumeza, 2005).

Capacitatea solului de înmagazinare a apei libere reprezintă stadiul de acumulare a apei libere între coeficientul de ofilire și capacitatea de câmp, apa reținută exprimându-se ca volum de apă la unitatea de suprafață. Apa accesibilă plantelor este apa liberă aflată între cele două stadii de umezire a solului.

Optimul de umiditate face referire la un conținut specific de apă al solului, necesar plantelor pentru a-și desfășura activitatea în mod corespunzător.

Plafonul minim (p_{min}) reprezintă rezerva de apă sub care nu trebuie să scadă umiditatea înainte de aplicarea udării, iar în funcție de textura solului poate avea valori diferite, cuprinse între capacitatea de câmp pentru apă a solului și coeficientul de ofilire.

$$p_{min} (\%) = CO + \frac{1}{3} (CC - CO) \text{ pentru soluri ușoare; } \quad (1.3)$$

$$p_{min} (\%) = CO + \frac{1}{2} (CC - CO) \text{ pentru soluri mijlocii; } \quad (1.4)$$

$$p_{min} (\%) = CO + \frac{2}{3} (CC - CO) \text{ pentru soluri grele (Botzan, 1970). } \quad (1.5)$$

"Apa disponibilă plantelor este cuprinsă între *capacitatea de apă în câmp* (CC) și *coeficientul de ofilire* (CO). Intervalul dintre capacitatea de apă în câmp și coeficientul de ofilire se numește intervalul umidității accesibile" (Mureșan și colab., 1992).

1.2.3. Formele apei în sol

Pământul acționează ca un rezervor de apă pentru plante. Spațiul ocupat de pori conține un volum relativ constant în sol (40 ... 60% din volumul total al solului), spațiu care rămâne umplut cu apă și gaze în proporții diferite. Capacitatea unui sol de a reține umezeala care este ușor disponibilă pentru creșterea plantelor este un factor important în irigare și planificarea utilizării terenurilor. Acest lucru este aplicabil atât în cazul precipitațiilor cât și în cazul schemelor de irigare, unde apa trebuie administrată la momentul și în cantitatea potrivită. Se disting trei forme ale apei prezente în sol, important a fi cunoscute în practica irigației.

Apa gravitațională face referire la apa care ocupă porii mari ai solului (macropori), este foarte mobilă, reduce aerarea în sol și nu este utilă plantelor. Pentru că această formă a apei este în exces față de capacitatea de apă în câmp, îndepărtarea sa din

sol reprezintă o necesitate pentru dezvoltarea optimă a plantelor. Textura solului are un rol important în controlul vitezei de mișcare a apei gravitaționale, astfel că fluxul de apă este proporțional cu dimensiunea particulelor de sol. Structura solului influențează și ea apa gravitațională, astfel că pe un sol tasat mișcarea apei gravitaționale este lentă, iar apa stagnează în sol. Structura granulară și sfărâmicioasă ajută la îmbunătățirea mișcării gravitaționale a apei. Un alt exemplu este cel al solurilor argiloase care formează agregate, unde mișcarea apei gravitaționale este favorizată (Bucur, 2003; Doran și colab., 1994)

Apa capilară sau *apa disponibilă* este păstrată în micropori, fiind reținută pe particulele solului prin forțe de suprafață, încât gravitația nu o poate îndepărta. Moleculele de apă capilară fiind libere, mobile și prezente într-o stare lichidă, se evaporă cu ușurință la temperatura obișnuită, deși este menținută ferm de particulele de sol. Apa capilară poate fi absorbită de rădăcinile plantelor și este menținută cu o forță de sucțiune între 33 și 3100 kPa. Apa disponibilă poate varia în sol în funcție de creșterea tensiunii superficiale, această apă fiind direct proporțională cu tensiunea superficială. Textura solului influențează cantitatea de apă prezentă, cantitatea fiind mai mare într-un sol fin datorită unui număr mai mare de micropori.

Apa higroscopică este apa reținută prin adsorbție pe suprafața particulelor coloidale ale solului, este non-lichidă și puțin mobilă, sub formă de vapori, care deși este inaccesibilă plantelor poate fi utilizată, totuși, la nivel micro, de unele organisme. Cantitatea de apă higroscopică variază invers proporțional cu mărimea particulelor de sol și poate fi separată de sol doar prin încălzire. Pământurile bine texturate conțin o cantitate mai mare de apă higroscopică decât solurile grosiere (Bucur, 2003; Grumeza, 2005).

1.2.4. Calitatea apei de irigație

Apa de irigație trebuie să corespundă unor cerințe de calitate legate de toleranța culturilor față de mineralizarea acesteia. O apă necorespunzătoare poate provoca sărăturarea solului, calitatea apei determinându-se în funcție de temperatură, conținut de săruri minerale, grad de aerare, condiții climatice și natura solului (Doneen, 1999).

Temperatura apei, ca însușire fizico-chimică în aprecierea calității apei de irigat, este indicat a fi apropiată ca valoare de temperatura optimă de dezvoltare a plantelor. O problemă ce poate apărea la irigarea prin picurare o reprezintă colmatarea sau diminuarea capacității de transport a apei prin conducte, cauzată de depunerile pe pereții interiori ai acestora, suspensiile cauzând și înfundarea picurătoarelor (Nicolescu și colab., 2008).

Conținutul de oxigen al apei de irigat este important a fi cunoscut, amintit aici de Mureșan și colab., că o apă bună în practica irigației trebuie să aibă o cantitate de oxigen de minim 4 mg/dm³ iar în cazul proceselor de oxidare bacteriană în 5 zile (CBO₅) de minim 12 mg/dm³.

pH-ul apei corespunzător apei de irigat se admite pentru valori cuprinse între 5,5 și 8,6, plantele tolerând o reacție apropiată de cea neutră. În urma folosirii apelor de irigație alcaline (pH mai mare de 8,5), se poate ajunge la impermeabilitatea solului, care

împiedică dezvoltarea normală a plantelor, prin formarea unei mase noroioase în mediul umed și a unei cruste argiloase într-un mediu uscat. Sărurile din apa de irigație, în anumite concentrații, pot interveni asupra plantelor cu efecte toxice (Botzan, 1959).

Concentrația în săruri solubile. "Efectul sărăturării solului este reducerea cantității de apă accesibilă plantelor" (Botzan, 1959). Formarea solurilor salinizate este determinată atât de cauze naturale, cât și de managementul necorespunzător al apei, sursa de salinizare primară constituind-o alterarea naturală a depozitelor de săruri fosile, activitatea umană fiind cauza salinizării secundare. Acumularea sărurilor în zona radiculară este efectul unui drenaj slab, a unei concentrații locale de săruri și nivelului ridicat al apei freatice.

"Mecanismul principal care determină acumularea sărurilor în solurile agricole irigate îl constituie evapotranspirația, care are ca efect concentrarea sărurilor în apa rămasă în sol" (Corwin și colab., 2007).

Cantitatea admisă de săruri minerale în apa de irigație este de 0,8...1g/L. (Cercasov, 1954), unele plante legumicole având o toleranță mai mare la sărurile din apa de irigație comparativ cu altele. Astfel, varza, morcovul, ceapa, ardeiul și cartoful suportă o concentrație mai mare în Na Cl.

Interpretarea calității apei pentru irigat se face pe baza relației:

$$S.A.R. = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad (1.6)$$

În funcție de mărimea indicelui S.A.R. (capacitatea de adsorbție a sodiului), apele se clasifică în:

- sub 10 (S.A.R. sub 10), sărace în sodiu, putând provoca alcalinizarea slabă a solului;
- între 10 și 18, apele au un conținut mediu în sodiu, pericolul de alcalinizare a solului fiind moderat;
- între 18 și 26, conținut de sodiu bogat, provoacă alcalinizarea puternică a solului;
- peste 26, se consideră că apele au un conținut de sodiu foarte bogat, ceea ce duce la alcalinizarea foarte puternică a solului.

Solurile afectate de salinitate necesită metode de gestionare, ca:

- deplasarea sau transportul sărurilor sub zona radiculară prin aplicarea unor cantități de apă care să depășească necesarul plantei cultivate, având la bază conceptul cerinței de spălare;
- drenajul artificial în condițiile de umiditate a solului combinat cu cerința de spălare;
- acumulare dirijată de săruri, care constă în spălarea sărurilor sau transportul din interiorul zonei radiculare în locații din sol unde nu constituie un potențial pericol.

Solurile salinizate nu suportă administrarea de amendamente chimice,

condiționatori de sol sau fertilizanți. În condiții de irigare, ca rezultat al creșterii nivelului apelor freatice, riscul de salinizare apare în profilul de sol, în special în solurile cu apă freatică situată la mică adâncime și în condiții de secetă (Grumeza, 2005; Botzan, 1959).

Aproximativ 12 milioane ha terenuri agricole, din care circa 80% terenuri arabile, sunt afectate de una sau mai multe limitări, cum sunt: seceta frecventă (7.100.000 ha), exces periodic de apă (3.781.000 ha), eroziunea hidraulică a solului (6.300.000 ha), alunecări de teren (702.000 ha), eroziune eoliană (378.000 ha), soluri saline și alcaline (614.000 ha), aciditate puternică și moderată (3.424.000 ha), conținut redus și foarte redus de humus (7.485.000 ha), conținut mic și foarte mic de fosfor accesibil (6.330.000 ha), conținut mic de azot total (5.110.000 ha), conținut mic de potasiu accesibil (787.000 ha), carențe de zinc (1.500.000 ha), poluare chimică a solului (900.000 ha), poluare cu petrol și apă sărată (50.000 ha), soluri degradate prin diverse lucrări (30.000 ha), ocuparea (acoperirea) cu reziduuri solide (25.000 ha) etc (Raport de cercetare al etapei IV - metodologii de evaluare a riscului la degradare agrofizică).

În România, condițiile locale care favorizează acumularea sărurilor sunt clima, cu o perioadă de uscăciune în timpul verii, asociată cu forme depresionare de relief acumulativ și drenaj deficient al apelor freatice situate la adâncime mică.

Un alt criteriu de recunoaștere a unei ape bune pentru irigații este prezența în aceasta a peștilor de apă dulce, broaștelor sau plantelor ca *Lemna Conferva*, *Veronica*, *Lilium*, *Glyceria*, *Nasturtium*, în timp ce o apă de proastă calitate se recunoaște prin prezența genurilor *Juncus*, *Carex*, *Scirpus*, *Mentha aquatica*, *Nuphar* (Botzan, 1959).

Deși din punct de vedere al conținutului în nisip sau particule fine de argilă, apa din foraje este cea mai indicată, aceasta poate pune probleme din cauza prezenței calciului, care se recomandă a fi anihilat la un conținut mai mare de 2-3 mg/L și la un conținut de fier mai mare de 2 mg/L.

1.2.5. Consumul de apă al culturilor horticole

Deoarece plantele legumicole au un sistem radicular superficial, sunt mari consumatoare de apă, iar în sere și solarii unde apa din precipitații este valorificată parțial, aceasta (apa) este un factor limitativ. Culturile legumicole înființate prin semănat direct formează un sistem radicular profund, dând plantelor o rezistență mai bună la oscilațiile umidității solului (Popescu, 2006).

Aproape 50% din totalul de apă necesară plantelor trebuie să fie aprovizionată prin sistemul de irigare. Normele de udare și norma de irigare variază în dependență de regimul hidrologic și tehnica de udare (Patron, 2002; Balan, 2001; Caraman, 2003; Perstnirov, 2000).

Legumele, fiind mari consumatoare de apă, au cerințe diferite față de apă, în funcție de producția de biomasă realizată la unitatea de suprafață, coeficientul de transpirație, capacitatea de absorbție și de pierdere a apei, gradul de dezvoltare al sistemului radicular și al aparatului foliar (Apahidean, 2004). În funcție de stadiul de vegetație, consumul de apă crește de la faza de germinare până la recoltare. Dacă în fază

incipientă plantele au o nevoie redusă de apă, odată cu creșterea acestora necesarul poate ajunge, în perioada critică, până la 1500 m³/ha (*Indrea, 1992*). Dacă lipsa apei din sol duce la reducerea producției, excesul de apă determină scăderea conținutului de substanță uscată (*Apahidean, 2004*).

Cerințele plantelor legumicole față de apă în diferite perioade de vegetație sunt arătate de *Zaharia Suci* într-o sinteză în care tratează câteva culturi legumicole în faza de vegetație, astfel că, pentru varză, cerința de apă este moderată la plantare și formarea căpățânii, la tomate, cerința de apă este moderată la plantare și formarea fructelor și mare la creșterea fructelor. La castraveți cerința de apă este mare în toată perioada de vegetație, la ceapă, după formarea bulbilor cerința de apă este redusă. În cazul morcovului și pătrunjelului, cerința este mare la semănat, răsărire și îngroșarea rădăcinilor. Un regim de udare corespunzător necesită cunoașterea consumului de apă specific fiecărei culturi. Consumul total de apă reprezintă cantitatea de apă scoasă din sol prin transpirația plantelor, la care se adaugă evaporația directă a apei de la suprafața solului.

"Consumul total de apă al unei culturi agricole sub influența aprovizionării obișnuite cu apă din natură, reprezintă *evapotranspirația reală (ETR)*, *evapotranspirația reală maximă (ETRM)* este consumul total de apă într-o aprovizionare optimă cu apă a solului, iar *evapotranspirația potențială (ETP)* reprezintă consumul total de apă în condițiile aprovizionării optime cu apă al unei culturi încheiate și active, de 15 ... 20 cm înălțime" (*I.Țenu, 2004*).

Relația dintre cele trei tipuri de evapotranspirație este:

$$(ETR) \leq (ETRM) \leq (ETP) \quad (1.7)$$

În perioadele lungi de secetă, în vederea asigurării umidității optime pentru dezvoltarea plantelor, intervalul de udări nu trebuie să depășească 8...10 zile, întreruperea irigației în perioada de consum intens a plantelor putând determina crăparea fructelor și implicit deteriorarea calității fructelor (*Grumeza și colab., 2005*).

Bilanțul apei în sol se stabilește prin diferența dintre consumul total de apă și apa provenită din precipitații (*Bucur, 2003*). În România, după calculul prin metoda Thornthwaite a evapotranspirației și efectuarea bilanțului de apă, s-a ajuns la concluzia că în majoritatea zonelor există un deficit remarcat mai ales în lunile de vară (tabelul 1.1).

Formula Thornthwaite a evapotranspirației:

$$ETp = 1,6 \frac{10t}{I} K \quad (1.8)$$

în care: ETp = evapotranspirația potențială (mm); t = temperatura medie lunară (°C); I = indice termic anual rezultat din suma indicilor termici lunari (i), care se calculează prin formula:

$$i = \frac{t^{1,514}}{5} \quad (1.9)$$

K = coeficient de corecție în funcție de plantă și gradul de acoperire al solului (*Ciofu și colab., 2010*).

**Deficitul de apă din sol față de evapotranspirația potențială, calculată după formula
Thornthwaite (mm)
Groundwater deficiency vs. potential evapotranspiration, calculated from the Thornthwaite
formula (mm)**

Localitatea	Deficitul de apă în lunile					Deficitul total
	iunie	iulie	august	septembrie	octombrie	
Constanța	44	103	48	62	20	327
Turnu Măgurele	16	100	97	51	0	264
Giurgiu	0	87	88	52	6	233
Craiova	0	82	85	50	3	220
Iași	0	71	66	38	5	182
București	0	65	75	44	6	170
Timișoara	0	49	71	34	0	154
Deva	0	35	52	34	0	121
Cluj-Napoca	0	0	3	22	0	25
Brașov	0	0	0	0	0	0

O umiditate rațională în sol avantajează dezvoltarea sistemului radicular și asigură o mai bună rezistență a plantelor la secetă, pe măsura dezvoltării plantelor cerințele variind în funcție de faza de vegetație; cerințele plantelor legumicole față de apă în diferite faze de vegetație sunt prezentate în tabelul 1.2.

Tomatele se dezvoltă în condițiile când plafonul minimal de umiditate a solului este mai jos de 70 ... 80% din capacitatea de câmp pentru apă a solului. Tomatele obținute prin semănare în câmp sunt mai puțin pretențioase față de umiditatea solului, spre deosebire de cele rezultate prin plantare (răsad). La tomate se vor aplica 7-8 udări în perioada de vegetație cu norme de irigare de 300...400 m³/ha. La irigarea prin picurare normele de irigare sunt de 22...55 m³/ha.

Ardeii sunt destul de pretențioși față de regimul hidric al solului și cel aerian. Umiditatea optimă a solului trebuie să constituie 70...75% din capacitatea de câmp pentru apă în sol pentru faza de până la fructificare, și 80...85% în restul perioadei de vegetație a plantelor (*Patron, 2002, Balan, 2001, Caraman, 2003, Perstnirov, 2000*).

Tomatele reprezintă o cultură importantă care se pretează la fertirigare în condiții de câmp și solarii. Conform lui *Alcantar și colab., 1999*, tomatele fertirigate au un randament crescut al producției, un conținut mare de substanță uscată și parametri de calitate mult îmbunătățiți (mărime, fermitate și zaharuri solubile), în comparație cu culturile convenționale irigate și fertilizate.

Pan și colab., în 1999, făcând și ei o comparație între metode, amintesc și relevă faptul că tomatele fertirigate au obținut o producție de 72 t/ha comparativ cu acele culturi irigate și fertilizate convențional, cu o producție obținută de doar 44 t/ha. La fel, numărul de fructe, la cultura de tomate fertirigată, s-a dublat și disponibilitatea nutrienților furnizați s-a îmbunătățit, fertirigarea fiind considerată unul dintre factorii importanți care determină creșterea producției. Fertirigarea prin picurare favorizează păstrarea plantelor libere de apă, astfel că se evită arderea acestora în zilele cu temperaturi ce depășesc 40°C.

Cerințele plantelor legumicole față de apă în diferite faze de vegetație
(Apahidean, 2004)
Vegetables plant requirements for water in different stages of vegetation
(Apahidean, 2004)

Cultura	Faza de vegetație (de la-până la)	Cerința față de apă
Varză, conopidă, gulii	Plantare-formarea căpățânii (îngroșarea tulpinii la gulie)	Moderată
	Formarea căpățânii (îngroșarea tulpinii la gulie)	Mare
Tomate	Plantarea-formarea fructelor	Moderată
	Creșterea fructelor	Mare
Ardei	Udarea după plantare - înrădăcinare	Redusă
	Înrădăcinarea - formarea fructelor	Moderată
	Creșterea fructelor	Mare
Pătlăgele vinete	Plantare-recoltarea fructelor	Mare
Castraveți	În toate perioadele de vegetație	Mare
Pepeni galbeni	Semănat-răsărire	Mare
	Coacerea fructelor	Moderată
Pepeni verzi	Semănat-rsărire	Moderată
	Răsărit-formarea fructelor	Redusă
	Creșterea fructelor	Moderată
	Coacerea fructelor	Redusă
Ceapa de apă	Plantare-formarea bulbilor	Mare
Ceapa de arpagic, usturoi	După formarea bulbilor-recoltare	Redusă
Ceapa ceaclama, Praz	Semănat-răsărire	Mare
	Răsărire-formarea bulbilor	Mare
	După formarea bulbilor-recoltare	Redusă
	Plantare-recoltare	Mare
Morcov, pătrunjel, păstârnac	Semănat-răsărire	Mare
	Răsărire-îngroșarea rădăcinilor	Moderată
	Îngroșarea rădăcinilor	Mare
	Îngroșarea rădăcinilor - recoltare	Moderată
Țelina	Plantare-recoltare	Mare
Ridichi	Semănat-recoltare	Mare
Spanac	Semănat-recoltare	Mare
Salată	Plantare-recoltare	Mare
Fasole păstăi	Semănat-răsărire	Mare
	Răsărire-înflorire	Moderată
	Înflorire-recoltare	Mare
Mazăre boabe verzi	Semănat-formarea păstăilor	Redusă
	Formarea păstăilor	Moderată
	Formarea păstăilor-recoltare	Redusă
Bame	Semănat-răsărire	Moderată
	Răsărire-formarea a 3-4 frunze	Redusă
	Până la maturarea capsulelor	Moderată

1.2.6. Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate

Irigarea prin picurare, ca măsură tehnologică de mare importanță, are ca efecte obținerea de producții mari de legume indiferent de cantitatea de precipitații căzută, deoarece prin aceasta se completează deficitul de apă distribuită în raport cu cerințele plantelor.

Importanța acestui tip de irigare localizată este dată de unele avantaje, dintre care:

- permite dozarea exactă a cantităților de apă și îngrășământ necesare plantelor;
- se reduce consumul de apă cu circa 70%, la fel și cantitatea de îngrășământ utilizată;

- permite automatizarea lucrării;
- permite creșterea suprafețelor irigate prin utilizarea economică a resurselor, având drept consecință scăderea cheltuielilor aferente irigării culturilor;

- se diminuează consumul energetic mai ales față de irigarea prin aspersiune. Instalațiile de udare prin picurare funcționează la o presiune a apei în rețeaua de alimentare de 50.662 ... 81.060 Pa față de cele prin aspersiune care au la duza aspersorului o presiune de 303.975 ... 405.400 Pa;

- permite utilizarea apei cu un grad ridicat de mineralizare;
- preîntâmpină scurgerea apei în straturile adânci ale solului;
- spor de producție cu până la 100 % mai mare;
- timpurietate cu până la 7 ... 10 zile;
- mărirea venitului la unitatea de suprafață prin obținerea de pe aceeași suprafață a două sau mai multe recolte;

- reglarea regimului termic al solului și al stratului inferior al atmosferei, permițând prevenirea înghețurilor;

- limitarea evaporației datorită ariei mici umezite la suprafața solului;
- ameliorarea solurilor saline și alcaline (în asociere cu drenajul);
- nu formează crustă, nu afectează structura și textura solului;
- poate fi folosită pe terenuri cu pante mari, denivelate, pe terenuri cu textura foarte ușoară sau foarte grea;

- nu este necesară nivelarea terenului;
- menținerea umidității în zona rădăcinilor la nivelul capacității de câmp;
- diminuarea eroziunii solului prin localizarea și distribuirea uniformă a apei;
- permite irigarea în orice condiții - de vânt sau temperaturi ridicate;
- reduce apariția bolilor criptogamice în cultură prin menținerea umidității atmosferice la valori scăzute și favorizarea polenizării florilor și legării fructelor;

- se reduce cantitatea de buruieni, implicit numărul lucrărilor în cultură, deoarece între rândurile de plante solul rămâne uscat;

- plantele au o dezvoltare uniformă iar calitatea produsului finit este corespunzătoare;

- reducerea consumului de forță de muncă, având ca urmare imediată o

reducere a cheltuielilor;

- posibilitatea efectuării lucrărilor în cultură chiar în timpul irigației;
- recuperarea investiției într-un timp scurt.

În ciuda beneficiilor potențiale oferite de irigarea prin picurare, aceasta prezintă o anumită limitare, și anume:

- sensibilitatea la înfundare a picurătoarelor;
- risc de salinitate;
- costuri ridicate comparativ cu udarea prin brazdă;
- necesitatea la proiectare, instalare și operare a forței de muncă calificate.

1.3. Concluzii parțiale

- Proprietatea de bază care diferențiază solul de roca pe care s-a format este fertilitatea, humusul reprezentând elementul de bază al solului.
- Fertilitatea efectivă este un rezultat al preocupărilor de producție, specific progresului tehnic și al dezvoltării științei.
- Speciile de plante legumicole au cerințe foarte mari față de elementele nutritive, justificat de realizarea recoltelor mult mai mari față de celelalte plante, necesitând aport suplimentar de substanțe nutritive și apă.
- Irigarea semnifică reprovizionarea rezervei de apă a solului în zona rădăcinilor plantelor prin alte metode decât precipitațiile naturale.
- Irigarea prin picurare modernă s-a dezvoltat în Germania prin utilizarea unui sistem de țevi îngropate pentru sistemele combinate, de drenaj și irigare.
- În perioada de vegetație, plantele legumicole realizează un consum productiv de apă, prin transpirație, și un consum neproductiv, prin evaporare la suprafața solului.
- Capacitatea unui sol de a reține umezeala care este ușor disponibilă pentru creșterea plantelor este un factor important în irigare și planificarea utilizării terenurilor.
- Apa de irigație trebuie să corespundă cerințelor de calitate legate de toleranța culturilor față de mineralizarea acesteia. O apă necorespunzătoare poate provoca sărăturarea solului.
- *pH-ul* apei corespunzător apei de irigat se admite pentru valori cuprinse între 5,5 și 8,6, plantele tolerând o reacție apropiată de cea neutră.
- Solurile salinizate nu suportă administrarea de amendamente chimice sau fertilizanți. În condiții de irigare, riscul de salinizare apare în profilul de sol, în special în solurile cu apă freatică situată la mică adâncime și în condiții de secetă.
- În România, condițiile locale care favorizează acumularea sărurilor sunt clima, cu o perioadă de uscăciune în timpul verii, asociată cu forme depresionare de relief acumulativ și drenaj deficient al apelor freatice situate la adâncime mică.
- O apă bună pentru irigații se identifică după prezența în aceasta a peștilor de apă dulce, a broaștelor sau plantelor ca *Lemna Conferva*, *Veronica*, *Lilium*, *Glyceria*, *Nasturtium*, în timp ce o apă de proastă calitate, prin prezența genurilor *Juncus*, *Carex*,

Scirpus, Mentha aquatica, Nuphar.

- Apa reprezintă un factor limitativ deoarece plantele legumicole sunt mari consumatoare de apă, mai ales în sere și solarii unde apa din precipitații este valorificată parțial.

- Aproape 50% din totalul de apă necesară plantelor trebuie să fie aprovizionată prin sistemul de irigare. Normele de udare și norma de irigare variază în dependență de regimul hidrologic și tehnica de udare.

- O umiditate optimă în sol avantajează dezvoltarea sistemului radicular și asigură o mai bună rezistență a plantelor la secetă.

- Irigarea prin picurare are ca efecte obținerea de producții mari de legume indiferent de cantitatea de precipitații căzută, deoarece se completează deficitul de apă distribuită în raport cu cerințele plantelor.

- Irigarea prin picurare este avantajoasă datorită diminuării consumului energetic, permite dozarea exactă a cantităților de apă și îngrășământ necesare plantelor, preîntâmpină scurgerea apei în straturile adânci ale solului, se realizează o diminuare a eroziunii solului prin localizarea și distribuirea uniformă a apei etc.

- Comparativ cu udarea prin brazdă, irigarea prin picurare prezintă costuri mai ridicate, sensibilitate la înfundarea picurătoarelor, risc de salinitate și necesitate a forței de muncă calificate.

CAPITOLUL II
STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND
TEHNOLOGIILE ȘI ECHIPAMENTELE PENTRU FERTILIZAREA
ȘI IRIGAREA PRIN PICURARE A CULTURILOR LEGUMICOLE

CHAPTER II
THE ACTUAL STAGE OF KNOWLEDGE REGARDING
TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR FERTILIZATION AND
DRIP IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS

2.1. Aspecte generale privind tehnologia de fertilizare a plantelor legumicole

Creșterea și dezvoltarea plantelor legumicole este influențată de prezența elementelor nutritive, aflate într-un procent mare în sol.

Tehnologia de cultivare a plantelor legumicole se diferențiază în funcție de sistemele de cultură, iar în cadrul acestora ea depinde de specificul culturii. Verigile fluxului tehnologic vizează: pregătirea terenului și materialelor necesare înființării culturilor, înființarea propriu-zisă, întreținerea culturilor, recoltarea și valorificarea producției obținute. Sistemele de cultură ale plantelor legumicole se pot deosebi după: locul de cultură, tehnologia aplicată, destinația și eșalonarea producției, natura substratului de cultură (*Drăghici, 2000; Hoza, 2014*).

După locul de cultură, plantele legumicole se regăsesc în câmp sau sunt cultivate în diferite spații special construite și amenajate în acest scop. Caracteristica culturilor în câmp este aceea că plantele cresc și se dezvoltă până la recoltare în câmp deschis, fără protecție. În ce privește cultura în diferite spații, plantele se dezvoltă într-un spațiu special, în care condițiile de microclimat sunt reglate pe tot parcursul epocii de vegetație sau numai în anumite intervale (primăvara devreme sau toamna târziu). Culturile în diferite spații pot fi: culturi forțate, culturi protejate și culturi adăpostite (*Pelaghia, 2010; Florescu și colab., 1980*).

Culturile forțate se realizează în construcții special amenajate acestui scop (sere, solarii încălzite, răsadnițe calde), în care factorii de vegetație sunt conduși pe întreaga perioadă de cultură, iar produsele legumicole se obțin în perioade deficitare ale anului (iarna, primăvara devreme sau toamna).

Culturile protejate se efectuează în construcții nepretențioase (solarii, sere-solar, adăposturi joase din materiale plastice, răsadnițe reci), în care plantele legumicole se bucură doar parțial de un microclimat artificial. În interiorul acestor amenajări se

menține o temperatură cu 2 ... 5°C mai ridicată decât cea prezentă în exterior (*Butnariu și colab., 1992*).

Culturile adăpostite sunt ferite de intemperii prin mijloace sub formă de obstacole împotriva vântului (terenuri adăpostite natural, perdele și culise de protecție etc) sau a frigului (clopote și paravane individuale, folii din materiale plastice așezate direct pe culturi) (*Stan, 2009*).

Culturi optime se obțin ținându-se cont de acțiunea asupra proprietăților fizico-chimice și biologice ale solului, normele de fertilizare, eliberarea terenului de buruieni, nepropagarea unor boli și dăunători comuni, particularitățile sistemului radicular.

Îngrășămintele utilizate în practica legumicolă fac parte din categoria îngrășămintelor organice și chimice. Îngrășămintele organice fac referire la gunoiul de grajd, urina de animale, compost, gunoi de păsări, mranită, turbă, must de grajd. Îngrășămintele simple au în componență doar un element nutritiv, un exemplu fiind îngrășămintele azotate, care conțin azotul sub formă nitrică, sub formă amoniacală sau ambele forme de azot și acele îngrășămintele chimice care conțin doar potasiu sau numai fosfor și îngrășămintele cu microelemente (*I.Ceaușescu, 1984, Chilom, 2002*).

Îngrășămintele complexe se clasifică, după numărul de elemente nutritive pe care le conțin, în îngrășămintele binare, în cazul când au două elemente (N, P; N, K; P, K), ternare, când au în componență trei elemente (N, P, K) și polinutritive (complexe), când pe lângă cele trei elemente conțin și alte elemente nutritive (macro și microelemente).

Pentru culturile din spații protejate, sere și solarii, sunt indicate îngrășămintele complexe de tip cristalin, aplicându-se odată cu apa de udare (fertilizare hidrolizantă), asemenea îngrășămintelor lichide de tip C. Acestea, având proprietatea de a fi solubile, există recomandarea de a fi utilizate ca îngrășămintele de tip cristalin.

Recomandarea privind îngrășămintele complexe extraradiculare, foliare, cere ca acestea să se aplice în 1...4 reprize în 500 L apă/ha odată cu tratamentele fitosanitare, în câmp, sere și solarii, în doze de 5...10 L/ha, sub formă de soluții în concentrații de 0,2 - 1,0 - 1,5%, în funcție de tipul îngrășământului folosit (*Chilom, 2002*).

Îngrășămintele organo-minerale sau ionitice, se administrează la fertilizarea de bază, toamna sau primăvara, în doze de 1600 ... 3200 kg/ha, înlocuind cu bune rezultate gunoiul de grajd. Cantitatea de îngrășămintele care se va aplica în vederea înapoierii solului a elementelor nutritive consumate de către plante va fi în funcție de cantitatea de elemente nutritive extrase din sol odată cu recolta (*Davidescu, 1997*).

Conținutul solului în substanțe nutritive se stabilește pe baza cartării agrochimice a fiecărei sole din asolament, analizele agrochimice determinând: pH-ul, humusul, fosforul solubil, conținutul de azot total, de potasiu solubil și gradul de saturație în baze (*Davidescu, 1975; 1992*).

Doza de îngrășămintele folosită se stabilește ținând seama și de măsura în care cantitatea care s-a încorporat în sol poate fi folosită de către plantele legumicole:

40 ... 70% din azot, 12 ... 40% din fosfor și 48 ... 85% din potasiu.

Calcularea dozelor de îngrășăminte se face cu ajutorul formulei (Stan, 2009):

$$x = \frac{a \cdot b \cdot 100}{c} \quad (2.1)$$

în care: x - doza de îngrășământ la ha, în kg s.a.; a - consumul specific de îngrășăminte, kg s.a./t produs; b - producția planificată, t/ha; c - coeficientul mediu de utilizare a îngrășământului aplicat.

În ce privește solurile slab aprovizionate cu elemente nutritive, dozele de îngrășăminte se vor mări cu 25% pentru solurile ușoare și 10% pentru cele mijlocii.

În cazul în care se asigură elementele nutritive necesare din îngrășăminte organice (gunoi de grajd) și îngrășăminte chimice, se stabilesc mai întâi cantitățile de elemente nutritive asigurate prin gunoiul de grajd și se completează cu elemente fertilizante din îngrășăminte chimice (Drăghici, 2000; Stan, 2009).

2.2. Tipuri de îngrășăminte utilizate în cultura legumelor

Fertilizatorii pot fi clasificați, după natura lor, în:

- *organici-naturali* (composturi, gunoi de grajd, îngrășăminte verzi);
- *sintetici*, produse chimice anorganice și organice.

Îngrășămintele minerale constau din săruri sau amestecuri conținând săruri, care cuprind elemente majore ca *azot*, *fosfor*, *potasiu* și elemente care pot influența calitatea fizică și chimică a solurilor, starea coloidală și fiziologică a plantelor. Cele cu azot sunt indispensabile procesului de fotosinteză, pentru că azotul intră în compoziția clorofilei și a substanțelor proteice.

Îngrășămintele cu fosfor ajută plantele să asimileze mai bine azotul și potasiul, iar îngrășămintele cu potasiu ajută la mărirea rezistenței la ger, boli, secetă, asigurând o colorație mai intensă a fructelor.

Îngrășămintele naturale sunt complete din punct de vedere nutritiv, iar amendamentele au rolul de a corecta aciditatea solului, structura pulverulentă sau compactă a acestuia. Chimizarea agriculturii constituie, împreună cu mecanizarea complexă, una dintre metodele sigure pentru creșterea producției agricole pe cale intensivă (Drimuș, 1969).

2.3. Metode de administrare a îngrășămintelor

Fertilizarea, ca metodă ce pune la dispoziția plantelor principalele elemente nutritive prin intermediul solului, se poate face prin următoarele procedee:

- fertilizarea prin injectare se folosește pentru a încorpora îngrășământ lichid sau gazos (ape amoniacale, amoniacăți, amoniac anhidru) în sol, lângă rădăcinile plantelor, la 10 ... 15 cm adâncime, înainte de semănat sau în perioada de vegetație, în cantități de 50 ... 200 L/ha. Ca avantaj al acestei metode este reducerea pierderilor prin aplicarea precisă a nutrienților iar dezavantajul este dat de procesul lent și costisitor, necesitând echipament specializat;

- împrăștiere pe toată suprafața solului, metodă prin care îngrășământul este aplicat pe întreaga suprafață de lucru. Se folosesc echipamente de capacitate mare care asigură împrăștierea îngrășămintelor organice solide și lichide, îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor. Avantajul este reprezentat de rapiditatea executării, din care rezultă eficacitatea și economia de resurse a metodei. Dezavantajul, în schimb, presupune pierderea mare de substanță și uniformitatea scăzută. Eficiența pe suprafață este de 1/3 din cantitatea materialului utilizat;

- încorporarea în sol reprezintă o metodă eficientă prin care se administrează îngrășăminte organice solide, ca mranita, și îngrășăminte chimice solide granulate, prin arătură sau discuire. Aratul creează o zonă de câțiva centimetri adâncime, favorabilă disponibilității nutrienților pentru rădăcinile plantelor. Comparativ cu împrăștierea pe suprafața solului, încorporarea reduce pierderile de material și îmbunătățește absorbția la nivelul rădăcinilor plantelor. Dezavantajul metodei se referă la procesul lent, aplicarea neuniformă și riscul de eroziune a solului;

- administrarea localizată (pe rând) este cunoscută sub numele de aplicare starter. Îngrășămintele (lichide sau solide) se aplică pe rând, aproape de zona de dezvoltare a rădăcinilor, la care plantele pot ajunge cu ușurință: fie lateral și mai jos de rândurile cu semințe, la o adâncime mică sub semințe, fie între rânduri.

Administrarea îngrășământului se face la 5 cm lateral și 5 cm în adâncime față de semințe sau plante, oferind plantelor o zonă concentrată în nutrienți, îmbunătățind eficacitatea utilizării acestora. Această metodă se poate aplica înainte sau simultan cu plantarea sau însămânțarea;

- fertirigarea reprezintă distribuirea de îngrășăminte prin apa de irigare (a îngrășămintelor solubile și a substanțelor chimice). Metoda este avantajoasă datorită eficacității utilizării îngrășămintelor la nivel maxim. Aspectele negative se referă în principal la echipamentele complexe și scumpe, pierderile de apă cauzate de spălarea instalațiilor și aplicarea neuniformă în condiții de vânt;

- fertilizarea foliară, aplicarea unei cantități mici de îngrășăminte prin pulverizare directă pe frunze, are ca avantaj absorbția rapidă. Dezavantajul îl reprezintă fitotoxicitatea, costul ridicat și aplicările limitate și-n cantități mici;

- fertilizarea odată cu însămânțarea este, de asemenea, cunoscută sub numele de fertilizare starter prin care o cantitate mică de îngrășământ (lichid sau solid), este administrată odată cu semințele sau în timpul plantării. Metoda presupune costuri mai mici pentru echipamente, efect de pornire mare, deși poate fi în același timp fitotoxică dacă se aplică prea mult îngrășământ.

Îngrășămintele necesare dezvoltării plantelor se aplică cu mașini specifice, prin împrăștiere pe suprafața solului sau prin încorporare în sol. Acestea pot fi amendamente, îngrășăminte chimice solide, îngrășăminte organice solide, îngrășăminte chimice lichide și îngrășăminte organice lichide.

Amendamentele se folosesc pentru îmbunătățirea proprietăților fizico-mecanice ale solului și se administrează prin împrăștiere pe suprafața solului, numai înainte de

semănat.

Îngrășămintele organice solide se administrează prin împrăștiere pe suprafața solului, înainte de arat, sau se încorporează în sol, în cazul mranitei, odată cu plantarea.

Îngrășămintele chimice solide, care sunt sub formă de substanțe cu azot, fosfor, potasiu sau complexe, se administrează înainte de semănat, odată cu semanatul sau în timpul perioadei de vegetație.

Îngrășămintele chimice lichide se administrează prin încorporare în sol în timpul perioadei de vegetație.

Îngrășămintele organice lichide se administrează prin împrăștiere la suprafața solului sau încorporare directă în sol, înainte sau după înființarea unei culturi.

2.4. Modalități de fertilizare a culturilor legumicole

Modalitatea prin care se administrează îngrășămintele impune a ține cont de scopul fertilizării, cu precădere de menținerea și creșterea fertilității și de îmbunătățire a condițiilor de nutriție în perioada de vegetație. Cantitățile de îngrășămintele corespunzătoare fiecărei culturi legumicole se gestionează, pentru o eficacitate sporită, prin aplicarea fertilizării de bază, fertilizarea starter (odată cu înființarea culturii) și fertilizarea fazială.

La *fertilizarea de bază* îngrășămintele se încorporează în sol înainte de înființarea culturii. Îngrășămintele organice semidescompuse și îngrășămintele chimice greu solubile (2/3 din doza de P și K) se administrează toamna, înainte de arătura adâncă, iar primăvara se aplică îngrășămintele organice bine descompuse (mranita) și îngrășămintele minerale ușor solubile (jumătate din doză) (Stan, 2009).

Fertilizarea de pornire, denumită și *fertilizarea starter*, se realizează odată cu înființarea culturii, având ca principal scop asigurarea nutriției plantelor legumicole în condiții optime în primele 20 ... 30 zile de la răsărire sau de la plantare.

Atunci când semănatul se face mecanizat, pentru fertilizarea cu îngrășămintele minerale se folosesc echipamente de fertilizare montate pe semănătoare. În cazul semănatului și plantării manuale se utilizează mranita și îngrășămintele chimice.

Fertilizarea fazială aduce o completare a cerințelor plantelor pentru elemente nutritive specifice, pe faze de vegetație. Pentru acest tip de fertilizare, îngrășămintele se pot aplica radicular sau extraradicular (foliar). Scopul fertilizării faziale este de a completa fertilizarea de bază și cea starter și nici într-un caz de a le suplini (Florescu și colab., 1980; Stan, 2009).

Fertilizarea fazială radiculară se poate face cu îngrășămintele organice sau minerale sub formă de soluții sau cu îngrășămintele chimice granulate.

Un alt tip de fertilizare administrat plantelor legumicole îl reprezintă *fertilizarea hidrolizantă* care constă din administrarea îngrășămintelor organice (urina sau mustul de gunoi) sau minerale odată cu apa de irigație (pe rigole sau prin aspersiune) (Stan, 2009).

Fertilizarea cu îngrășămintele lichide se poate face și cu mașini speciale, care introduc soluția în sol. Îngrășămintele minerale solide se aplică odată cu prășitul, pe cultivator fiind montat echipamentul de fertilizare, sau, pe suprafețe mici, acestea se distribuie printre rândurile de plante, la o anumită distanță de acestea, în raport cu

dezvoltarea și dispunerea rădăcinilor. În acest caz administrarea se face după o udare urmată de o prașilă, prin care se încorporează îngrășămintele în sol.

În funcție de produsul folosit și faza de vegetație, pentru fertilizarea extraradiculară (foliară), care se aplică în special culturilor legumicole din sere și solarii, se folosesc soluții de îngrășămintă în concentrații reduse, de la 0,1% până la 1-1,5%. Acestea se administrează de 2 ... 4 ori în timpul perioadei de vegetație, la intervale de 10 ... 15 zile, în perioada de consum maxim a plantelor, folosindu-se 600 ... 800 litri soluție la ha.

Efectul fertilizărilor foliare este mai ridicat dacă se efectuează dimineața pe timp răcoros sau spre seară, după ora 16, putându-se aplica odată cu tratamentele fitosanitare.

Fertilizarea extraradiculară (foliară) prezintă avantajul că, atunci când nutriția minerală a plantelor este insuficientă sau perturbată, acest mod de fertilizare poate constitui o măsură capabilă de a suplimenta nutriția plantelor și de a spori rezistența la boli și dăunători, de a corecta carențele de nutriție apărute în cursul perioadei de vegetație (*Borlan și colab., 1995*).

Fertilizările faziale se fac când plantele sunt în plină creștere, ținându-se seama de dezvoltarea și necesitățile acestora, existând astfel:

- perioade critice, când lipsa unui element poate avea influență dăunătoare asupra producției;
- perioade de consum maxim, când plantele iau din sol cea mai mare cantitate de săruri minerale;
- perioade de eficiență maximă, când aportul unui element este cel mai mare.

Perioadele critice se manifestă, în principal, la începutul vegetației, iar cele ale consumului maxim, în timpul vegetației, perioadă în care necesitățile de hrană ale plantelor sunt asigurate prin fertilizări faziale.

Cantitățile de îngrășămintă administrate în timpul vegetației la culturile din câmp reprezintă aproximativ 1/3 din dozele totale de îngrășămintă cu fosfor și potasiu, respectiv 1/2 din dozele cu azot recomandate pentru speciile respective (*Stan, 2009*).

2.5. Particularitățile fertilizării culturilor legumicole în sere și solarii

În sere și solarii, consumul de substanțe minerale de către plantele de cultură este foarte mare și fertilizarea trebuie să se facă numai pe baza cartogramelor agrochimice, pentru a se evita sărăturarea solului, dezechilibrul între elementele nutritive și în vederea asigurării la nivele optime a elementelor fertilizante (*Stan, 2009*).

În spații acoperite obținerea unor producții ridicate se poate realiza nu numai prin îngrășarea de bază, fiind necesară și fertilizarea suplimentară. Dozele de îngrășămintă care se aplică în sere și solarii vor fi mult mai ridicate decât la culturile din câmp, unele elemente putând crește cantitativ de 5 ... 10 ori, schimbându-se și raportul N:P:K.

Pentru evitarea fenomenului de toxicitate cauzat de cantitățile mari de îngrășămintă aplicate, fertilizarea se face prin administrarea fracționată a îngrășămintelor:

- îngrășămintele fosfatice se aplică 75 ... 100% la fertilizarea de bază;

- îngrășămintele cu potasiu se administrează la fertilizarea de bază în proporție de 20 ... 40%;
- îngrășămintele cu azot se aplică în proporție de 0 ... 20% la fertilizarea de bază, cea mai mare parte revenind în timpul vegetației.

Dozele de îngrășămintele trebuie stabilite astfel încât să corespundă cu consumul de N, P, K, Mg de către plante, fără să se creeze rezerve în sol. În acest scop, se va ține cont de elementele minerale care se eliberează din îngrășămintele organice aplicate, coeficientul de eliberare a elementelor nutritive din îngrășămintele organice fiind mult mai mare în sere decât în condițiile din câmp. Se apreciază că într-un ciclu de vegetație, pentru fiecare 100 t gunoi de grajd, se eliberează în medie: 300 kg azot (N); 125 ... 175 kg fosfor (P_2O_5); 400 ... 500 kg potasiu (K_2O) (Popescu, 2012).

Deoarece în sere și solarii conținutul optim de materie organică este de 6 ... 8% pe solurile lutoase și luto-argiloase și de 4-5% pe solurile nisipoase și nisipo-lutoase, cantitatea totală de gunoi de grajd ce se recomandă a fi administrată anual nu trebuie să depășească 60 ... 100 t/ha.

Modificarea raportului N:P:K în timpul vegetației este un factor de care se va ține seama la calcularea cantității totale de azot, fosfor sau potasiu necesară pentru o anumită producție, în corelare cu raportul de echilibru al elementelor din sol.

Pentru stabilirea necesarului de îngrășămintele în timpul perioadei de vegetație se folosește metoda diagnozei foliare. În funcție de abaterile de la valorile normale ale conținutului frunzelor în substanțe minerale, se stabilește necesitatea fertilizării cu una sau alta din aceste substanțe. De exemplu, valorile normale ale conținutului de N, P, K, Ca, Mg în pețiolul frunzei de castraveți cultivați în seră, exprimat în mg/100g substanță proaspătă, sunt: 70 ... 80 mg N; 100 ... 110 mg P_2O_5 ; 300 ... 450 mg K_2O ; 120 ... 130 mg CaO și 65...80 mg MgO (Butnariu și colab., 1990).

La fertilizarea fazială se vor folosi doar îngrășămintele ușor solubile și cu conținut ridicat în s.a., care se aplică în mai multe etape, corelându-se cu raportul N:P:K ce îl pretinde planta și cu creșterile vegetative (exprimate în s.u.) (Chilom, 1991) .

2.6. Aspecte generale privind tehnologia administrării îngrășămintelor

2.6.1. Tehnologia administrării îngrășămintelor organice solide

Îngrășămintele organice solide, reprezentate de gunoiul de grajd în diverse stadii de fermentare, se aplică vara și toamna, cu încorporare imediată prin arătură. Acesta se administrează 20 ... 80 tone/ha, cantitatea crescând direct proporțional cu starea de sărăcire a solului și pe suprafețele irigate. Efectul gunoiului de grajd asupra plantelor și solului se face cunoscut în proporție de 45% în primul an, 33% în al doilea an și 22% în anii următori.

Conform literaturii de specialitate, o tonă de gunoi de grajd fermentat, estimativ, conține: 0,6% N, 0,4% P_2O_5 și 0,7% K_2O , el contribuind la creșterea substanței organice din sol, îmbunătățirea structurii sale, aerarea și capacitatea de reținere a umidității respectiv de infiltrare a apei. Umiditatea gunoiului de grajd este cuprinsă între

70 ... 85 % la gunoiul proaspăt și 9 ... 15 % la cel uscat. Gunoiul de grajd uscat are un volum specific de 1,5 ... 2,0 m³/t și 4 - 5 % săruri solubile.

Îngrășămintele organice se obțin în cadrul fermelor zootehnice, ele fiind de tipul *îngrășămintelor solide* (gunoi de grajd fermentat, cu o masă volumică de 800 ... 900 kg/m³ și gunoi de grajd semi fermentat, cu o masă volumică de 700 ... 800 kg/m³) și *îngrășămintele lichide* (must de grajd și purin) (Scripnic, 1969; Suditu, 2003; Naghiu, 2010).

Calitatea îngrășămintelor organice, din punct de vedere compozițional, depinde de specia animalului de la care provine, de tipul de așternut utilizat în fermă, precum și de modul de stocare, iar cantitatea depinde de specie, vârstă și grad de întreținere (Naghiu, 2010).

Administrarea presupune încărcarea, transportul gunoiului și împrăștierea acestuia. Procesul de lucru presupune jalonarea fiecărui parcurs cu minimum trei jaloane care vor fi urmărite cu bușonul radiatorului, folosindu-se viteza maximă (Scripnic, 1969).

Mașinile destinate administrării îngrășămintelor organice execută împrăștierea pe suprafața solului a gunoiului de grajd, turbei, compostului, mustului de grajd, urinei, îngrășămintele organice lichide sau semilichide fiind, în unele cazuri, injectate sau încorporate în sol. Mașinilor de administrat îngrășămintele organice solide, prin împrăștiere, în timpul lucrului li se impun cerințe, ca:

- să poată fi folosite atât pentru administrarea gunoiului de grajd semi fermentat sau cu o cantitate mare de paie, cât și a gunoiului fermentat, compact;
- să admită limite largi de reglare a cantității de îngrășământ, pentru realizarea unor norme de 10 ... 100 t/ha;
- împrăștierea îngrășămintelor să se facă uniform, indiferent de cantitatea materialului din bena mașinii;
- abaterea de la norma de îngrășământ reglată la hectar, să nu depășească $\pm 15 \%$;
- particulele de gunoi de grajd împrăștiat, cu dimensiuni până la 5 cm, să reprezinte cel puțin 60 % din total;
- neuniformitatea de distribuție a gunoiului de grajd, pe lățimea de lucru a mașinii, să fie de maximum 30 % (Suditu, 2003).

Indicii calitativi de lucru ai mașinilor pentru administrarea gunoiului de grajd au în vedere:

- *uniformitatea împrăștierii gunoiului de grajd pe lățimea de lucru a mașinii*, U_B , se determină cu relația:

$$U_B = 1 - \left[\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_m - q_i)^2}{n-1}}}{q_m} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (2.2)$$

unde: q_i - cantitatea de îngrășământ colectată în tavă sau cutia de probă, g; cutiile de probă se așază una lângă alta, transversal pe direcția de deplasare a agregatului, lăsându-se două culoare de trecere pentru roțile tractorului (de regulă cu lățimea de 0,5 sau 0,25 m fiecare); cele mai obișnuite tipuri de cutii de probă sunt cele care au dimensiunile de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²) cu marginile înalte de

20 mm; q_m - cantitatea medie de îngrășământ colectat pe o cutie ($q_m = \sum_{i=1}^{i=n} q_i / n$); n - numărul

cutiilor; cutiile din extremități, în care a căzut o cantitate mai mică de 80% din cantitatea medie q_m , se elimină; pentru o bună apreciere a acestui indice se fac trei determinări; pentru o apreciere imediată la măsurarea valorilor q_i , dacă nu există diferențe între aceste cantități q_i mai mari de ± 10 % față de cantitatea medie q_m , se consideră că îngrășământul a fost împrăștiat corespunzător.

- *constanța de debit a îngrășământului*, C_d , se determină cu formula:

$$C_d = 1 - \left[\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (Q_i - Q_m)^2}{n-1}}}{Q_m} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (2.3)$$

în care: Q_i - debitul mașinii calculat cu relația $Q_i = P_i / t_i$ (kg / s) și $Q_m = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i / n$ (kg / s);

P_i - cantitatea de îngrășământ introdusă în bena mașinii, kg; t_i - timpul în care a fost împrăștiat pe sol gunoiul de grajd, s; Q_m - debitul mediu, determinat cu relația

$Q_i = P_i / t_i$ (kg / s) și $Q_m = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i / n$ (kg / s); n - numărul repetițiilor, care se recomandă să

fie de trei (Suditu, 2003).

2.6.2. Tehnologia administrării îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor

Tehnologia administrării îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor este determinată de baza materială existentă, folosirea irigațiilor sau panta terenului și este aceeași indiferent de epoca de aplicare.

Administrarea îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor se face mecanizat, prin împrăștiere sau încorporare, utilizându-se mașini, dispozitive și utilaje speciale sau universale, prezentând caracteristici constructiv-funcționale după cultura căreia le sunt adresate și după modul de aplicare a îngrășămintelor (Marinescu, 1989; Suditu, 2003).

Fertilizarea de bază, la culturile de câmp și legumicole, se face prin împrăștierea îngrășămintelor pe suprafața solului, înainte de semănat sau plantat, cu mașinile de administrat îngrășămintele sau cu mijloace aviatice. Încorporarea lor în sol se face prin arătură, discuire sau cultivație totală. Fertilizarea odată cu semănatul sau plantatul, se face cu ajutorul unor echipamente speciale (Scripnic și colab., 1979; Naghiu, 2010).

Mașinile pentru administrat îngrășămintele chimice solide și amendamente trebuie

să respecte cerințe specifice scopului acestora și anume:

- să aibă universalitate mare pentru a putea fi folosite la administrarea de diverse îngrășăminte și în condiții multiple de lucru;
- să permită reglarea în limite ample a debitului de îngrășămintă și amendamente;
- să asigure distribuția uniformă a îngrășămintelor și amendamentelor, în general, și în condiții de pantă, în principal;
- în timpul fertilizării concomitent cu semănatul, îngrășământul să nu vină în contact cu semințele;
- mașina să poată fi golită complet și ușor de resturile de îngrășământ sau amendament la sfârșitul lucrului;
- mașinile să fie construite dintr-un material rezistent la acțiunea corozivă a îngrășămintelor și amendamentelor;
- mașinile să aibă siguranță mare în exploatare, capacitate mare de lucru și posibilitatea exploatării și întreținerii cât mai facile.

La controlul calității lucrului efectuat de agregatele ce administrează îngrășămintă chimice solide și amendamente, se ține seama de anumiți indici, și anume:

- lățimea efectivă de lucru a mașinii;
- uniformitatea distribuirii materialului pe lățimea efectivă de lucru;
- constanța debitului de material distribuit;
- abaterea de la norma reglată (*Toma și colab., 1987, Naghiu, 2010*).

Determinările se fac în minimum trei repetiții, prin așezarea unor tăvi pătrate, cu suprafața de 0,25 m² fiecare, pe întreaga lățime de administrare a materialului. Tăvile servesc pentru colectarea îngrășământului sau amendamentului distribuit prin trecerea agregatului.

Lățimea efectivă de lucru (Bl, m) se determină cu relația:

$$B_l = n_1 b - n_2 b \quad (m) \quad (2.4)$$

în care: b - lățimea unei tăvi (m); n₁ - numărul de tăvi în care a căzut îngrășământul distribuit; n₂ - numărul de tăvi marginale în care a căzut mai puțin de jumătate din cantitatea medie de îngrășământ ce revine pe o tavă.

Uniformitatea distribuirii materialului pe lățimea efectivă de lucru (U_d, %) se află cu formula:

$$U_d = 1 - \left[\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (g_i - g_m)^2}{n-1}}}{g_m} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (2.5)$$

unde: n - numărul de tăvi cuprinse în lățimea efectivă de lucru; g_m - cantitatea medie de material ce revine pe o tavă, în cadrul lățimii efective de lucru (kg); g_i - cantitatea de material căzută în

fiecare tavă din lăţimea efectivă de lucru (kg).

Uniformitatea de distribuire a materialului trebuie să fie de minimum 80%.
Constanţa debitului de material distribuit (C_d) se determină cu expresia :

$$C_d = 1 - \left[\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (G_i - G_m)^2}{n-1}}}{G_m} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (2.6)$$

unde: n - numărul de repetiţii în care s-au efectuat determinările; G_m - cantitatea medie de material distribuită la cele “ n ” repetiţii (media repetiţiilor), în kg; G_i - cantitatea de material distribuită la fiecare repetiţie (kg).

Valoarea constanţei debitului de material trebuie să fie de cel puţin 90 %.

Abaterea de la norma reglată (A_N , %) se stabileşte pentru mai multe repetiţii şi reprezintă diferenţa dintre norma medie corespunzătoare celor “ n ” repetiţii şi norma reglată, diferenţă care se exprimă procentual:

$$A_N = \frac{N_m - N_r}{N_r} \times 100 \quad (\%) \quad (2.7)$$

în care: N_r - norma de material reglată (kg/ha); N_m - norma medie de material determinată (kg/ha).

Norma medie de material se determină cu formula:

$$N_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{G_i \times 10.000}{B_i \times b} \right)}{n} \quad (\text{kg/ha}) \quad (2.8)$$

unde: n - numărul de repetiţii în care s-au făcut determinările; B_i - lăţimea de lucru a maşinii; b - lăţimea unei tăvi.

Abaterea de la norma reglată nu trebuie să fie mai mare de ± 10 % (*Scripnic şi colab., 1979*).

2.6.3. Tehnologia administrării îngrăşămintelor chimice lichide

Îngrăşămintele chimice lichide, reprezentate de apele amoniacale, amoniacaţi sau amoniacul anhidru, se administrează în cantităţi de 50 ... 100 L/ha prin încorporare în sol la adâncimea de 15 ... 25 cm, înainte de semănat sau în perioada de vegetaţie, sau se pot împrăştia pe suprafaţa solului. Îngrăşămintele minerale uşor solubile se introduc în apa de irigaţie (*Naghiu, 2010*).

Apele amoniacale sunt soluţii cu un conţinut de 20 ... 25 % amoniac. Presiunea

vaporilor de apă amoniacală nu depășește 0,15 MPa, chiar la temperaturi în jur de 40°C. Amoniacul anhidru este volatil, are un conținut de circa 82% azot, în interiorul rezervorului închis ermetic presiunea vaporilor putând ajunge la 1,4 MPa.

Mașinile pentru încorporat îngrășăminte chimice lichide pot fi pentru încorporat ape amoniacale, pentru încorporat amoniac anhidru și pentru introducerea îngrășămintelor în apa de irigație.

Pentru a se reduce numărul de treceri pe unitatea de suprafață, realizându-se o economie la motorină, apele amoniacale se pot aplica odată cu erbicidele, amestecul de soluție realizându-se în ordinea: apă, erbicid, îngrășământ lichid sau îngrășământ lichid, apă, erbicid, această variantă din urmă fiind recomandată. Pe teren plan, în cazul suprafețelor mari, se recomandă folosirea mijloacelor aviatice. Se recomandă ca înălțimea de zbor să fie cea minimă posibilă, realizându-se o capacitate de lucru de circa 15 ... 20 ha/h (*Suditu, 2003, Naghi, 2010*).

2.6.4. Tehnologia administrării îngrășămintelor organice lichide

Îngrășămintele organice lichide, must de grajd, urină, dejecții semifluide, adunate în fose speciale în preajma adăposturilor de animale, sunt transportate cu remorci speciale (cisternă) și administrate prin împrăștiere pe suprafața solului sau prin injectare în sol. Normele de îngrășăminte organice lichide administrate în mod uzual sunt cuprinse între 2,8 și 12,9 t/ha (*Naghiu, 2010; Farcaș și colab., 2003*).

Cisternele speciale realizează absorbția dejecțiilor din fosă, transportul și împrăștierea acestora. În cazul încorporării dejecțiilor în sol, acest proces are loc după o prelucrare prealabilă a solului. Dejecțiile semifluide se aplică folosind un dispersor sub formă de evantai, iar împrăștierea fazei lichide se face cu un aspersor reglabil, care funcționează la presiuni de minimum 0,4 ... 0,6 MPa.

Viteza de deplasare a unei mașini de administrat îngrășăminte organice lichide, v^m , la un debit reglat Q [L/min] și cunoscându-se norma de administrare N [L/ha], se află cu relația:

$$v^m = \frac{10^4 \cdot Q}{60 \cdot N \cdot B_1} \text{ (m/s)} \quad (2.9)$$

unde: B_1 este lățimea de lucru a mașinii (*Suditu, 2003*).

2.7. Clasificarea mașinilor și echipamentelor destinate fertilizării

Mașinile folosite pentru administrarea îngrășămintelor se clasifică după mai multe criterii.

- după natura și starea îngrășămintelor pe care le administrează:
 - mașini de administrat îngrășăminte chimice solide și amendamente;
 - mașini de administrat îngrășăminte organice solide;
 - mașini pentru administrat îngrășăminte chimice și organice lichide.
- după modul de administrare a îngrășămintelor și amendamentelor:
 - mașini de administrat îngrășăminte și amendamente prin împrăștiere;

acestea pot fi cu aparate de distribuție dispuse pe toată lățimea de lucru sau cu aparate de împrăștiere prin centrifugare;

- echipamente și mașini pentru administrat îngrășăminte prin încorporare în sol.

- după sursa energetică folosită:

- mașini cu acționare manuală;
- mașini cu tracțiune animală;
- mașini cu acționare mecanică (tractate sau purtate pe tractor ori purtate pe mijloace aviatice).

- după numărul de lucrări pe care îl execută la o singură trecere:

mașini simple - efectuează doar administrarea îngrășămintelor; mașini combinate

- efectuează concomitent și alte lucrări: arat, afânat solul, semănat, plantat, prășit etc (Naghiu, 2010; Suditu, 2003; Scripnic și colab., 1979).

2.8. Mașini și echipamente utilizate în procesul de fertilizare a culturilor legumicole

În construcția utilajelor folosite pentru fertilizarea solului destinat culturilor legumicole, este necesar a se folosi mașini și echipamente care să răspundă unor cerințe impuse de procesul tehnologic. Acestea se referă, în speță, la distribuirea diferitelor tipuri de îngrășăminte, respectarea normei de îngrășământ impusă de cerințele plantelor, urmărirea realizării uniformității distribuției, cu o abatere maxim admisă de +20%, încorporarea îngrășămintelor la adâncimea optimă, exploatarea utilajelor să fie facilă.

Pentru încorporarea în sol a îngrășămintelor chimice solide granulate, se folosesc echipamente speciale care se pot monta pe pluguri, mașini de afânat solul, mașini de semănat și plantat sau cultivatoare pentru prășit, primind mișcarea de rotație pentru aparatele de distribuție și agitatori de la roțile de sprijin ale mașinii. Prin deplasarea mașinii, echipamentul distribuie și încorporează îngrășămintele în sol.

Un astfel de exemplu aparține firmei producătoare FAZA, reprezentată de modelul de fertilizator subsolier IFS, cu o capacitate cuprinsă între 250 și 500 L și o putere de 30 ... 80 CP (figura 2.1).



Fig.2.1. Fertilizator subsolier Faza model IFS, 250-500L, 30-80 CP
Fig.2.1. Subsoil fertilizer Faza model IFS, 250-500L, 30-80 CP
<http://www.magazialucostica.ro/fertilizator-subsolier-faza-model-ifs-250-500lt-30-80-cp.html>

Acest echipament este special proiectat să încorporeze în sol îngrășământ granulat. Cadrul și buncărul sunt confecționate din metal, echipamentul fiind prevăzut cu reductor acționat de la priza de putere a tractorului pentru mobilizarea îngrășământului din buncăr. Sistemul de prindere la tractor este în trei puncte, ancorele sunt reglabile, fiind mecanic independent pe fiecare parte. În standard este prevăzut cu sistem de dozare cu acționare mecanică direct pe utilaj, având posibilitatea de a acționa simultan sau independent.

Opțional, acest utilaj se poate echipa cu sistem de comandă mecanică de la distanță (din cabina tractorului) pentru dozare, sau cu sistem de comandă hidraulic de la distanță (utilizează un distribuitor hidraulic cu dublu efect de la tractor). Sita de filtrare a acestui echipament nu permite pătrunderea către șnec a bulgărilor de îngrășământ, fiind construită pentru a opri corpurile de dimensiuni mari (<http://www.magazialucostica.ro/fertilizator-subsolier-faza-model-ifs-250-500lt-30-80-cp.html>).

Pentru administrarea îngrășămintelor chimice și a amendamentelor se folosesc mașini terestre cu acționare mecanică, tractate sau purtate.

Din cadrul *echipamentelor pentru administrat îngrășămintele chimice solide prin centrifugare* face parte echipamentul CLEW 1100, cu distribuție centrifugală cu discuri și cântărire continuă (figura 2.2). Acest tip de mașină dispune de prindere pe tractor în 3 puncte, are o lățime de gabarit de 2,2 m, o lățime reglabilă de lucru între 12 și 24 m, înălțime de umplere minim 1,0 m standard, minim 1,19 m sau 1,38 m cu 1-2 extensii, agitator cu turație redusă, dozare normală, fină și debit reglabil. Capacitatea acestei mașini este de 10...320 kg. Împrăștierea îngrășămintelor se face prin centrifugare, cu o pereche de discuri cu 8 palete inegale pe disc. Comanda este electrică, acționarea realizându-se prin cardan cu 6 caneluri. Printre caracteristicile acestei mașini este cuplajul de siguranță, 540/1000 rot/min, masa de 380 kg, (400 sau 425 cu 1-2 extensii) și puterea de minim 75 CP.



Fig.2.2. Mașina de distribuit îngrășămintele solide EXACTA CLEW 1100

Fig.2.2. Solid fertilizer spreaders EXACTA CLEW 1100

<http://www.kvernelanditalia.it/Spandiconcimi/Spandiconcime-a-doppio-disco/Spandiconcime-a-doppio-disco/Kverneland-Exacta-CL-EW>

Echipamentul Exacta CLEW este recomandat pentru fermele mici. Acesta permite autocalibrarea, fiind echipat cu un singur senzor de referință. Nota distinctivă este dată de dispozitivul EasySet, care montat pe fiecare disc de împrăștiere, asigură configurare ușoară și ajustare rapidă. Capacitatea de bază a buncărului KVERNELAND este 1100 litri, volumul său putând crește datorită prezenței a două extensii de aluminiu ușor de

asamblat, care poate ridica capacitatea până la 2000 de litri. Lăţimea standard este 10 ... 24 de metri, dar se poate extinde la 27-28 m, folosind un kit de paleţi de distribuţie opţionale.

Atuurile echipamentului sunt oferite de prezenţa unui sistem de împrăştiere numit CentreFlow, un *sistem de calibrare* continuă cu un singur senzor de referinţă, sistemul *EasySet*, mai sus menţionat, pentru reglarea uşoară şi rapidă şi posibilitatea împrăştierii pe marginea suprafeţelor.

Sistemul de împrăştiere *CentreFlow* are caracteristic sistemul de emisie al staţiei, accelerarea treptată şi forţa centrifugă care amestecă în mod constant îngrăşământul pe disc înainte de contactul cu lamele de distribuţie, nefragmentându-l, 8 lame speciale care asigură o lăţime variabilă de răspândire în funcţie de model, de la 9 la 45 m, un profil plat al discurilor şi distribuţia orizontală optimă, o împrăştiere constantă oferită de dubla suprapunere care permite o acoperire precisă, reducând costurile (figura 2.3) şi împrăştiere constantă pe pante datorită faptului că îngrăşământul este mereu în contact cu lamele şi în acelaşi loc, parcurgând întreaga lungime a acestora, menţinându-se o distribuţie constantă chiar şi pe teren deluros.



Fig.2.3. Schema modului de acoperire dat de sistemul CentreFlow prin suprapunere dublă

Fig.2.3. Schematic of the overlapping layout of the CentreFlow dual system

<https://ien.kverneland.com/Spreading-Equipment/Disc-Spreaders/Disc-Spreaders/Kverneland-Exacta-HL>

Sistemul de calibrare printr-un senzor de referinţă de înaltă tehnologie care corectează şi elimină toate neregularităţile, asigurând o mai mare precizie în aplicare chiar şi pe teren deluros. De asemenea, sistemul de calibrare conţine celule de sarcină şi senzor de referinţă care fac posibil un sistem de calibrare cu auto-cântărire continuă, corecţie automată pe pante, corecţie automată în caz de oscilaţie, accelerare sau decelerare şi / sau pe teren dificil şi neregulat, sistem de dozare automată bazat pe viteză şi care nu necesită test de calibrare.

Sistemul *EasySet* este numele dispozitivului montat pe fiecare disc care simplifică şi mai mult reglarea distribuitorului, asigurând o aplicare uşoară a diverselor tipuri de discuri folosite pentru diferite tipuri de îngrăşăminte. Două vase dozatoare acţionate hidraulic, fiecare cu 3 deschideri de descărcare, asigură un flux uniform de îngrăşământ de la până la discurile de împrăştiere. Pentru reglarea manuală sau hidraulică de deversare pe margine, Kverneland oferă sistemul **ExactLine** sau o serie de carcase. Sistemul *ExactLine* poate fi reglat pentru toate tipurile de îngrăşăminte şi pentru orice lăţime de lucru. Pentru suprafeţele mari, tractorul este ghidat la o distanţă de aproximativ 2 m de marginea câmpului.

Printre sistemele prezente la acest echipament, cu sistemul de urmărire pentru aplicarea pe margini, tractorul se deplasează înainte în prima cursă și distribuie îngrășăminte exact pe margine. Distanța până la margine este exact jumătate din lățime.

Din cadrul echipamentelor pentru administrarea îngrășămintelor chimice lichide, aparatul APG-12 (figura 2.4) este proiectat pentru aplicarea pe suprafața solului a îngrășământului lichid pe bază de azot și alte îngrășăminte complexe (amestec de amoniac-carbamidă, îngrășăminte complexe lichide), precum și pentru fertilizarea foliară a culturilor în timpul vegetației. În construcția echipamentului se aplică un vârf de distribuire a lichidului care asigură uniformitatea fertilizării. Echipamentul se utilizează primăvara, vara și toamna.



Fig.2.4. Echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice lichide APG-12
 Fig.2.4. Equipment for the administration of liquid chemical fertilizers APG-12
<http://agromash.by/en/catalog/topmachines-for-entering-mineral/apg-12>

Capacitatea de încărcare a acestui aparat este de 4,5 t, lățimea de lucru de 12 m, consumul de lichid de lucru 8...30 L/ha, viteza de operare 6...12 km/h, viteză de transport de până la 25 km/h, masă de 6 t, 2,55 m lungime, lățime 2,55 m, înălțime 3,15 m și capacitatea de lucru până la 14 ha /h.

Cisterna pentru suspensii MGU-20 (figura 2.5) este proiectată pentru auto-încărcare, transport și aplicarea de îngrășăminte organice lichide. Tancul poate fi produs pentru administrare pe suprafața solului, pentru aplicare pe suprafața solului cu ajutorul unui furtun la capăt și pentru aplicare cu ajutorul unui injector pentru suspensie.



Fig.2.5. Cisterna pentru suspensii MGU-20
 Fig.2.5. MGU-20 Liquid organic fertilizer tank with suspensions
<http://agromash.by/en/catalog/topmachines-for-the-liquid/mgu-20>

Rezervorul are o capacitate de încărcare de 20 t, o adâncime a consumului de lichide în timpul auto-încărcării de 3,5 m, timp de auto-încărcare cuprins între 10 și 12 minute, 9,6 m lungime, 2,84 m lățime, 3,6 m înălțime, o masă de 7,6 t, norme între 10 și 80 t/ha, capacitate de lucru de până la 65 t/h, bară de tracțiune (MTZ) 5,0, tip de dispozitiv de remorcare (MTZ) TSU-2/TSU-2V (cârlig hidraulic/jug). La acest rezervor se poate adauga agregatul AJU-12, (figura 2.6), proiectat pentru aplicarea suspensiilor în sol.



Fig.2.6. Agregatul AJU-12 pentru aplicarea suspensiilor în sol
 Fig.2.6. Equipment AJU-12 for the incorporation of suspensions into the soil
<http://agromash.by/en/catalog/topmachines-for-the-liquid/mgu-20>

Mașinile de împrăștiat îngrășăminte organice solide realizează transportul și administrarea pe sol a gunoiului de grajd sau a deșeurilor organice.

Mașina pentru împrăștiat îngrășământ organic solid APOLLO (figura 2.7) este realizată dintr-o ladă din oțel de 4 mm grosime (1), echipată cu profile verticale și orizontale întărite, o apărătoare (2), care se ridică în timpul utilizării asigurând protecția pe timpul manevrării, adaptor de acoperire din inox cu două role verticale (3) montate standard care asigură partea din spate a distribuitorului, anvelope mari (4) care protejează structura solului și ușurează munca în timpul lucrului, bară de tracțiune (5) suspendată pe foi de arc reglabile, având ca rezultat absorbția vibrațiilor tractorului, cilindri verticali (6) sau orizontali și un disc adaptor. Mașinile pentru împrăștiat gunoi de grajd APOLLO sunt echipate cu 2 melci rotativi universali, crescând lățimea de împrăștiere cu mai mult de 20 %.



Fig.2.7. Mașină de împrăștiat îngrășăminte organice solide Unia Apollo:
 1 – benă de oțel; 2 – apărătoare; 3 – capac adaptor; 4 – tren de rulare; 5 – bară de tracțiune; 6 – tobe de împrăștiere verticale.

Fig.2.7. Solid organic fertilizer spreader Unia Apollo:
 1 - steel crate; 2 - protector; 3 - cover adapter; 4 - tires; 5 - drawbar; 6 - vertical spreading drums. cylinders.
http://uniagroup.com/ug/vfs/downloads/folders/english%202014/unia_fertilization_eng.pdf

2.9. Aspecte generale privind tehnologia de irigare prin picurare a plantelor legumicole

2.9.1. Tehnologia irigării prin picurare

Termenul de *microirigare* se referă la tehnologii de irigare care utilizează emițătoare de apă cu orificii mici care administrează apă la un debit scăzut și presiune mică.

Irigarea prin picurare se face localizat și cu debite mici, având continuitate în spațiu dar discontinuitate în timp, cele mai folosite la ora actuală fiind irigarea cu

picurătoare și cea cu rampe (Țenu, 2004). Huguet Fourcade, (1980), preciza că înainte de a se amenaja un sistem de irigare prin picurare trebuie cunoscute frecvența și durata udărilor, debitul picurătorului, numărul și poziția picurătoarelor. Bucur, 2003, arată că frecvența și durata udărilor depind de proprietățile solului și de cerințele pentru apă ale plantei. În tehnologia de udare, rata de administrare a apei reprezintă volumul de apă aplicat pe unitatea de suprafață în timpul unei unități de timp. Aceasta este exprimată în $L/m^2/h$, $m^3/ha/h$ sau mm/h . În irigarea localizată apa nu se răspândește uniform pe suprafața solului, astfel că norma de irigare desemnează o valoare virtuală. Cantitatea de apă aplicată pe suprafața irigată este tratată ca și când acoperirea ar fi uniformă, astfel că rata de irigare virtuală pentru un singur emițător va fi cantitatea de apă pe distanțele dintre emițători (Hagin și colab., 2003; *Guide pratique irrigation*, 1990).

Suprafața umezită de către un singur emițător are nivele variabile de umiditate, în funcție de distanța dintre emițători, proprietățile solului și cantitatea de apă. Prin urmare, uniformitatea distribuției apei în microirigare este exprimată diferit decât, de exemplu, în cazul irigații prin aspersiune. Termenul comun folosit este *Uniformitatea Emițitorilor* (UE), care indică variația dintre emițători într-un eșantion reprezentativ. Calculul pentru UE se referă la variația dintre emițători și nu la aplicarea la unitatea de suprafață. Pentru că microirigarea facilitează aplicarea unui volum egal de apă pentru fiecare plantă din terenul irigat, acest lucru necesită o distanță optimă între laterale și emițătoare, precum și un regim de presiune adecvat. O uniformitate de 100% înseamnă că fiecare punct din zona utilizată primește exact aceeași cantitate de apă de irigare. Când uniformitatea este scăzută, anumite zone ale parcelei primesc mai puțină apă decât altele. Pentru ca acele zone să primească cantități suficiente de apă, trebuie să se aplice o valoare suplimentară pentru teren luat ca un întreg. Cu cât uniformitatea aplicării este mai mică, cantitatea necesară de apă suplimentară va fi mai mare. Realizarea uniformității este deosebit de importantă în sistemele de irigare prin picurare datorită naturii cumulative a neuniformității încorporate în factorii care determină debitul picurătorului.

Numărul de picurătoare este în funcție de cantitatea maximă de apă necesară unei plantații mature, o importanță deosebită având-o poziția picurătorului. Deoarece calculul lungimii și diametrului conductei de irigație se bazează pe latura economică, un sistem de irigație ieftin se obține prin reducerea acestora. Debitul la duze este variabil de-a lungul conductei de udare, scăzând din amonte în aval, de aici venind necesitatea dimensionării lungimii rețelei de udare, astfel încât debitul să se mențină constant, cu admiterea unei variații de aproximativ 20% între extremitățile conductei (Grumeza, 1969).

Din punct de vedere al dispunerii sistemului de udare prin picurare, acesta se poate amplasa *la suprafață*, fiind și tehnologia predominantă de irigare prin picurare, unde monitorizarea și controlul performanțelor picurătoarelor sunt convenabile și eficiente. Pe de altă parte, benzile și tuburile sunt predispușe la deteriorări mecanice sau provocate de radiația solară și pot interfera cu activitatea agricolă. În unele plantații (viticole, livezi etc) benzile sunt atârinate pentru a ușura monitorizarea funcției de scurgere și pentru a minimiza daunele mecanice (Akers și colab., 2000; Bucur, 2003).

Udarea subterană presupune îngroparea sistemului de udare la 30 ... 35 cm adâncime, rădăcina plantei având acces ușor și imediat la apă și fertilizantii administrați.

Avantajele udării subterane se referă la interferența neglijabilă cu activitatea agricolă, se micșorează sau se elimină deteriorarea mecanică la benzile de udare, scade gradul de îmburuienare, se elimină scurgerea apei și evaporarea de pe suprafața solului și se îmbunătățește absorbția elementelor nutritive de către rădăcini, în special a fosforului.

Printre *dezavantajele* sistemului subteran de udare prin picurare, important de menționat sunt costurile ridicate de instalare, riscul crescut de înfundare din cauza rădăcinilor plantelor și a particulelor de sol aspirate, posibilitate redusă de a se monitoriza eficacitatea picurătoarelor și necesitatea permanentă de întreținere.

Regimul de irigație, ca noțiune, definește un ansamblu de termeni specifici irigației pentru a indica momentele și cantitățile de apă utilizate, potrivit nevoilor plantelor. Acest ansamblu face referire la: norma de irigare, norma de udare, momentul aplicării udărilor, numărul și durata udărilor (*Wuertz, Schwankl*) .

Norma de irigare

Norma de irigare (M) însumează cantitatea de apă aplicată unei culturi pe întreg sezonul de vegetație și se exprimă în m³/ha sau în mm (*Grumeza, 1983*). Aceasta se află cu relația:

$$M = ET + Ri - Rf - Pv \quad (2.10)$$

unde: ET (m³/ha) este consumul de apă al plantei pe întreaga perioadă de vegetație; Ri (m³/ha) – reprezintă rezerva inițială (rezerva de apă la începutul sezonului de irigat); Rf (m³/ha) – reprezintă rezerva finală (rezerva de apă la sfârșitul sezonului de irigat); Pv (m³/ha) – precipitații căzute în perioada de vegetație.

În cazul irigării prin picurare, norma de irigație rezultă din diferența dintre consumul de apă al plantelor și precipitațiile căzute, înmulțită cu coeficientul de reducere care variază între 0,6 și 0,8. (*Sarnacka, 1980*).

Alți autori arată că norma de udare netă (m_n) trebuie să fie egală cu diferența între rezerva de apă în sol optimă capacității de câmp (R_{CC}) și cea echivalentă plafonului minim (R_{PM}), astfel:

$$m_n = R_{CC} - R_{PM} \text{ (m}^3\text{/ha)} \quad (2.11)$$

Norma de udare

Prin acest termen se înțelege cantitatea de apă folosită la o udare pe un hectar pentru o cultură dată și se calculează după relația:

$$ml = m \times P \quad (2.12)$$

unde: ml – norma de udare pentru irigarea localizată; P – procent de suprafață umezită din suprafața totală; m – norma de udare pentru metodele clasice de irigare, care se calculează:

$$m = 100 \times H \times M_v (C - p) \quad (2.13)$$

în care: H – grosimea straturilor de sol umezite prin irigație, în m; M_v – masa volumică a solului, t/m³; C – capacitatea de câmp pentru apă a solului, % din greutatea solului uscat la 105 °C; p – rezerva de apă existentă în sol înainte de aplicarea udării %, care trebuie să fie egală sau superioară plafonului minim al umidității.

La calculul normei de udare se adaugă pierderile care apar în timpul aplicării udării prin percolare și evaporatie, care în condițiile țării noastre variază între 10 și 15%. În cazul udării zilnice, norma de udare se corelează cu consumul zilnic de apă, menținându-se astfel constantă rezerva de apă din sol, aproape de capacitatea de câmp pantru apă a solului (*Grumeza și colab., 2005, Țenu, 2004*).

Intervalul dintre udări

În cazul irigații prin picurare, intervalul dintre udări depinde de ritmul consumului de apă din sol. Cercetări efectuate de-a lungul timpului relevă importanța udărilor zilnice datorită accesibilității foarte bune a apei pentru plantă, deși această condiție nu se aplică tuturor culturilor și condițiilor climatice.

De exemplu, după *Buks și colab.*, recolta de varză tinde să crească la intervale de 12 și 6 zile față de 3 zile, udarea zilnică având rezultate favorabile asupra cepei, în timp ce la morcov nu se constată rezultate semnificative între cele obținute prin udarea zilnică în comparație cu cele obținute prin irigarea la diferite intervale de timp. La semănat, în condițiile unui anotimp secetos se aplică o udare de răsărire, cu normă de 300 m³/ha. După răsărire, se aplică a doua udare, numită udare de aprovizionare, cu o normă de 300 ... 400 m³/ha. Intervalele dintre udări în funcție de tipul de sol și zona climatică au fost expuse, orientativ, de către *Vermeiren și colab., 1980* (tabelul 2.1).

Tabelul 2.1/Table 2.1

Intervalele dintre udări în funcție de tipul de sol și zona climatică
The interval between watering depending on the type of soil and the climate zone

Clima	Solul		
	cu granulație mare, fără capacitate de reținere a apei	ușor, nisipos	luturi mai grele și soluri argiloase
Aridă, cu temperaturi ridicate și cu transpirație puternică	Irigare cu normă fragmentată în timpul zilei, sau aplicată o dată pe zi atunci când cerința pentru apă a plantelor este cea mai mare	Interval de o zi sau două zile, atunci când solul conține o oarecare cantitate de argilă, material fin	Interval de 2 sau 3 zile în solurile grele care au condiții proaste de aerisire
Moderată	Irigarea cu normă fragmentată în timpul zilei sau aplicată o dată pe zi, atunci când cerința pentru apă a plantelor este cea mai mare	Interval de 2 sau 3 zile	Interval de 3 sau 4 zile
Rece, cu cantități mici de precipitații	Irigare cu norma fragmentată sau aplicată o dată pe zi, atunci când cerința pentru apă a plantelor este maximă	Interval de 3-4 zile (de două ori pe săptămână), atunci când solul dispune de o oarecare capacitate de reținere a apei	Interval de 6 până la 8 zile (o dată pe săptămână)

După unii autori, în perioada caldă, udările se fac la intervale de 10 ... 12 zile cu 300 ... 400 m³/ha iar la intervale de 4 ... 10 zile cu norme de 350 ... 500 m³/ha apă iar în perioada de toamnă udările se fac la intervale mai mari de 10 ... 30 zile și cu norme de 400 ... 500 m³/apă ha. Calculul cantității de apă se face în funcție de suprafața dorită a fi

irigată.

La proiectarea instalației de udare prin picurare se vor avea în vedere și defecțiunile inerente ce pot apărea în funcționarea instalației și a picurătoarelor cât și la aplicarea lucrărilor de întreținere.

Intervalul de udare se calculează cu ecuația:

$$T = \frac{m}{(e + t) - p} \text{ (zile)} \quad (2.14)$$

unde: T - intervalul între udări, în zile; m - norma de udare, m^3/ha ; $e + t$ - consumul mediu zilnic de apă al culturii din luna la care se referă intervalul dintre udări ($m^3/ha/zi$); p - provizia momentană (*I. Tenu, 2004*).

Momentul aplicării udărilor

Momentul aplicării udărilor este condiționat de progresul umidității solului pe perioada de vegetație și cerințele pentru apă ale culturilor. În cadrul irigațiilor localizate, care presupune un proces discontinuu de administrare a apei, momentul aplicării se stabilește pe baza analizei și observației la fața locului asupra umidității solului la un moment dat (*Bucks, 1985*).

Metodele empirice de stabilire a momentului aplicării udărilor țin cont de faza de vegetație a plantelor și de schimbările morfologice survenite, având în vedere că fiecare plantă necesită o cantitate de apă crescută în fazele critice de vegetație. Această metodă, a observației, fără măsurători riguroase, are dezavantajul de a produce o imensă irosire de apă și o ineficiență în procesul de producție, deoarece atunci când se observă schimbări biologice importante (căderea florilor, răsucirea frunzelor etc) în starea plantei, aceasta se va fi deteriorat iremediabil. Pe de altă parte, stabilirea strictă a momentului aplicării udărilor se face pe baza măsurătorilor asupra umidității solului, indicilor fiziologici ai plantelor și asupra consumului de apă specific fiecărei culturi. Astfel, momentul de aplicare al udării în funcție de consumul de apă al culturii se stabilește pe baza bilanțului zilnic al apei din sol:

$$R_i + P_v = ETRO + R_f \quad (2.15)$$

unde: R_i este rezerva de apă în sol la începutul unei zile; pentru prima zi a campaniei de irigație, această valoare se determină prin metoda gravimetrică (m^3/ha); P_v - precipitațiile zilnice utile (> 5 mm) înregistrate la pluviometru (m^3/ha); $ETRO$ - consumul zilnic de apă al culturii considerate, calculat prin metoda Thornthwaite sau folosind datele de la evaporimetre și coeficienții de corecție (m^3/ha); R_f - rezerva de apă în sol la sfârșitul zilei considerate (m^3/ha) (*Bucur, 2010*).

Numărul și durata udărilor

Bucur, 2010, consemnează faptul că numărul de udări în perioada de vegetație (n) reiese din raportul dintre norma de irigație (M) și mărimea normei de udare (m) din perioada de vegetație.

$$n = \frac{M}{m} \quad (2.16)$$

Durata udării reprezintă intervalul necesar pentru aplicarea unei norme de udare, fiind condiționată de tipul de irigație folosit și debit.

Intervalul dintre udări

Intervalul dintre udări, cunoscut și ca timpul de revenire (T_r), este în funcție de timpul de epuizare a apei din sol de către plante și de valoarea precipitațiilor în perioada de vegetație. Prima udare face referire la intervalul de timp dintre răsărire și prima udare:

$$T = \frac{R_i - p_{\min}}{(e + t) - p} \quad (2.17)$$

iar intervalul de revenire (între două udări) reprezintă:

$$T = \frac{m}{(e + t) - p} \quad (2.18)$$

în care: T – reprezintă intervalul de timp în zile; R_i - rezerva inițială a apei din sol; $p_{\min}$ – plafonul minim; p – provizia momentană; $e + t$ – este consumul total zilnic al culturii, în $m^3/ha/zi$ (Grumeza și colab., 2005).

2.9.1.1. Tehnica funcționării picurătoarelor

Picurătoarele reprezintă nucleul sistemului de irigare prin picurare, fiind emițătoare de apă de dimensiuni reduse, din materiale plastice. Condițiile de bază indispensabile unui picurător sunt: debitul redus, (0,5...8 L/h), vulnerabilitate redusă la înfundare, cost redus de producție și durabilitate. Debitul este determinat de modelul și dimensiunile pasajului de apă al picurătorului, precum și de presiunea apei de la intrarea în picurător. Cu cât secțiunea transversală este mai mică, cu atât este mai mic debitul de picurare la o anumită presiune. Cu toate acestea, din cauza pasajului îngust, crește riscul de înfundare cu particule solide în suspensie și cu precipitate chimice. Deoarece presiunea apei disipată pe traseul spre ieșirea picurătorului este un factor determinant pentru determinarea debitului său, s-au dezvoltat modele sofisticate de pasaj pentru disiparea înaltă a presiunii (Schwankl, Hartz, 1995; Biolan, 2010).

Picurătorul preia apa din conducta de udare și o distribuie la plante. Debitul minim pentru o cultură cu udare continuă în perioada de consum maxim este de aproximativ 0,4 L/h și m^2 la valoarea consumului mediu zilnic de 7 mm și de aproximativ 1 L/h și m^2 , considerând variația diurnă corespunzătoare variației acestui consum mediu.

După Drăgănescu, debitele la picurător în funcție de textura solului au valorile prezentate în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2/Table 2.2

Valorile debitelor la picurător în funcție de textura solului
Flow rate values for the dropper depending on the soil texture

Textura solului	Debite (L/h)	
	Nebăltire	Neșiroire-Nepercolare
Nisipoasă	2-3	6-8
Lutoasă	1-2	2-6
Argiloasă	1	1-3

Presiunea minimă de lucru este condiționată de uniformitatea udării (3... 10 mCA), funcție de dimensiunile amenajării, iar *valoarea maximă* este limitată de rezistența

materialelor (mCA = metri coloană de apă).

Relația dintre debit și presiune:

$$q = KH^x \quad (2.19)$$

unde: q - debitul picurătorului (L/h); H - presiunea de lucru (mCA); x - parametrul regimului de funcționare al picurătorului; K - parametru care depinde de caracteristicile constructive ale picurătorului.

2.9.1.2. Tehnologia udării prin picurare a culturilor legumicole

Un sistem de irigare prin picurare a culturilor legumicole este compus din mai multe părți.

Sursa de apă – poate fi din rețeaua centralizată, sursă locală sau din bazine de stocare.

Sistemul de filtrare – pentru separarea suspensiilor minerale sau organice prezente în apă, prevenind pericolul înfundării picurătoarelor. Pentru filtrarea apei se recomandă un filtru cu orificiile de 130 micrometri.

Pompa - trebuie să asigure un debit de min. 10 m³/h.

Manometru - indică presiunea de lucru.

Sistemul de distribuție a apei, format din *conducta principală* de distribuție a apei și *linia de udare*. *Conducta distribuitoare* (magistrala) (figura 2.8) este sursa principală de alimentare a liniilor de picurare, dar care se poate folosi și ca linie propriu-zisă de picurare. Reprezintă partea fixă, confecționată din polietilenă LDPE (Low-density polyethylene) și HDPE (High-density polyethylene) cu rolul de a alimenta cu apă furtunurile de udare. Dimensionarea se face în funcție de necesarul de apă consumat și tipul sursei de apă (țeavă cu diametrul de 25 mm sau 40 mm, în funcție de suprafața irigată). Aceste conducte se amplasează perpendicular pe rândurile de plante (Sne, 2009; Akers și colab., Grumeza, 1983)



Fig.2.8. Sistemul de distribuție a apei
Fig.2.8. Water distribution system
http://www.appropedia.org/Drip_irrigation

Liniile de udare (figura 2.8) reprezintă partea activă a instalației de irigare prin picurare. Acestea sunt confecționate din polietilenă și sunt amplasate pe conductele de transport. Distanța dintre orificiile aflate pe furtunul de udare, este de 10 cm, 20 cm, 30 cm sau 45 cm în funcție de distanța dintre plante pe rând. Distanța dintre furtunurile de udare pe conductele de transport se calculează în funcție de distanța dintre rândurile de

plante. Pentru culturile la care se folosește mulcirea cu folie de polietilenă, furtunurile de udare se amplasează sub folia de polietilenă. Furtunul de udare poate fi tip bandă sau tub și se amplasează la o distanță de 50 ... 60 cm unul de altul (*Shock, 2003; Sne, 2009*)

Pentru legume se recomandă ca banda de picurare să fie cu diametrul de 16 - 17 mm și grosimea peretelui de 25 mil, cu picurătorii amplasați din 10 în 10 cm sau 20 în 20 cm și cu un debit pe picurător de 0,5-2,1L/oră/picurător. Presiunea la care funcționează sistemul de irigații este de 0,05 ... 0,21 Pa, în funcție de grosimea peretelui benzii de udare.

Banda și tubul de irigare (figura 2.9 a și b) se montează la suprafața solului, cu liniile colorate orientate în sus. La unele tuburi, în funcție de modelul constructiv, picurătorul va avea curgerea în jos sau pe lateral. Debitul este calculat la o presiune nominală de 0,08 MPa. Dacă presiunea este mai mare, picurătorii vor descărca un volum mai mare de apă. Mil-ul este o unitate de măsură a grosimii peretelui pentru banda de picurare, 1 mil = 0,025 mm (*Sanders, 2001; Hartz, 1995; Biolan, 2010*).



Fig.2.9. Tipuri de furtunuri de udare:

a - bandă de udare și curgere în partea superioară; *b* - tub de udare și curgere laterală.

Fig.2.9. Types of water hoses:

a - watering and flowing band at the top; *b* - watering and lateral flow tube.

<http://greywaterrecyclingsystems.com/tag/greywater/>

<http://www.mazeproducts.com.au/product/100m-pressure-compensated-drip-line/>

Instalația de fertilizare – asigură aplicarea combinată a apei și a nutrienților. Aceasta se face cu o instalație specială alcătuită dintr-un tanc fertilizator, unde sunt amestecate îngrășăminte solide solubile și lichide, cu ajutorul unui diferențial de presiune sau a unei pompe de suprapresiune. Alt element îl reprezintă injectoarele Venturi, care sunt injectoare de presiune diferențială cu palete de amestecare în interior. Când există o diferență de presiune între părțile interioare și exterioare ale injectorului, se creează un vacuum în interiorul injectorului, care inițiază o absorbție a lichidului sau a gazului printr-un orificiu de absorbție (*Hagin și colab., Broner, 2003; Biolan, 2010*).

Fertilizarea poate fi continuă sau periodică, în funcție de cultură și cerințele acesteia pentru nutrienți cât și de EC-ul (EC = conductivitatea electrică) solului. Fertilizarea este de preferat să se facă cât mai des și în porții cât mai mici, astfel, doza recomandată săptămânal se va aplica zilnic în porții egale cu numărul aplicărilor efectuate.

De exemplu, dacă este recomandat să aplicăm 5 kg de un anumit îngrășământ pe săptămână și în acea săptămână se vor face 5 irigații, la fiecare irigare se va aplica 1 kg de

îngrășământ ($5 \times 1 = 5 \text{ kg}$). Astfel, planta va utiliza tot îngrășământul și nu va suferi din cauza șocului salin cauzat de aplicarea instantanee a unei cantități mari de îngrășămintă. Despre tehnologia de udare prin picurare a culturilor legumicole se poate vorbi și în funcție de amplasarea acestora.

Udarea prin picurare a legumelor cultivate în câmp, cu amplasarea magistralei paralel cu rândurile de plante și perpendicular pe linia de udare, pe mijlocul solei (figura 2.10), și magistrala situată perpendicular pe rândurile de plante și linia de udare, situată la capătul solei (figura 2.11) (Hanson, 2003, Sne, 2009).



Fig.2.10. **Magistrala situată pe mijlocul solei:**

1- sursa de apă; 2 - hidrociclon; 3 - filtru nisip; 4 - tanc fertilizator; 5- filtru disc; 6 - supapă; 7 - magistrală; 8 - linie de udare.

Fig.2.10. **The mainline located on the middle of the plot:**

1- water source; 2-hydrocyclone; 3- sand filter; 4 - fertilizer tank; 5- filter disk; 6 - valve; 7 - mainline; 8 - watering line.

<https://www.youtube.com/watch?v=fPdAsZtuw34>

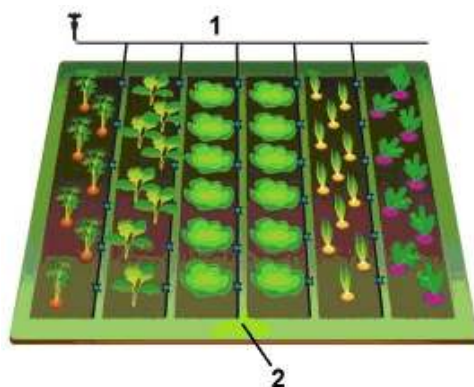


Fig.2.11. **Magistrala situată la capătul solei:**

1 - magistrala; 2 - linia de udare

Fig.2.11. **The mainline at the end of the field:**

1 - mainline; 2 - the watering line.

<https://ro.pinterest.com/pin/481040803926014280/>

Amplasarea magistralei paralel cu rândurile de plante și perpendicular cu linia de udare se utilizează în special în cazul rândurilor lungi și a spațiilor mari cultivate.

Udarea prin picurare pentru paturile înălțate presupune un cap de control, ansamblu de adaptoare și tuburi conectoare și linia de udare (figura 2.12).



Fig.2.12. **Pat înălțat cu linie de udare:**

a – cap de control; *b* – ansamblu conectori.

Fig.2.12. **Raised layers with watering Line:**

a - control head; *b* - connector assembly

<http://www.irrigationdirect.ca/Using-Netafim-Techline-for-Vegetable-Gardens-and-Raised-Bed-Gardens.html>

<https://thehomesteadsurvival.com/how-to-install-raised-bed-garden-watering-irrigation/>

Capul de control al unei instalații de udare prin picurare pentru paturile înălțate (figura 2.12 a) cuprinde un *adaptor Y* conectat la robinetul care deservește sursa de apă, putându-se astfel atașa furtunuri de grădină standard. *Programatorul* are rolul de a automatiza procesul, fără alte intervenții ulterioare iar *supapa de reținere* evită reîntoarcerea apei, posibil contaminată. *Regulatorul de presiune* menține un flux constant de apă, *filtrul* înlătură eventualele reziduuri care pot încetini sistemul prin înfundarea picurătoarelor, pe când un *adaptor cu filet* face posibilă legătura cu un furtun de 1/2" (inch), elementul liant între capul de control și capul liniei de picurare. Toate aceste elemente sunt conectate în linie, astfel încât regulatorul de presiune să fie pe aceeași linie cu supapa de reținere (<https://thehomesteadsurvival.com>).

Pornind de la capul de control, un furtun care va constitui conducta principală de distribuție a apei, se va amplasa astfel încât să poată deservi, printr-un ansamblu de conectori și tuburi, toate paturile. Astfel, în dreptul fiecărui pat, se vor conecta adaptoare T care fac legătura cu un tub de alimentare. Acestuia i se va atașa un cot care va asigura trecerea apei la 90° și un alt tub de înălțimea patului. O clemă C de 1/2" are rolul de a susține tubulatura ajutătoare, de pat. La capătul tubulaturii se va mai amplasa un cot care va face legătura cu linia de udare (figura 2.12 b).

La capătul patului înălțat, tubul de 1/2 inch amplasat perpendicular pe liniile de udare, se va prinde în clame pentru o mai bună stabilitate, după care se va perfora în funcție de lățimea dorită a fi introdusă linia de udare.

După perforare, se introduce linia de udare, în acest caz de 1/4", și se rulează până la capătul patului. La capătul tubului de udare se introduce un dop de capăt de tipul micro-ghimpe pentru a se evita scurgerea apei (<https://thehomesteadsurvival.com>).

Linia de udare, în funcție de cultura folosită și de desimea acesteia, poate fi tip

bandă, tub sau furtun absorbant, cu picurătoare încorporate manual, integrate sau microtuburi (figura 2.13) (<https://thehomesteadsurvival>).



Fig.2.13. Pregătirea liniei de udare:

a - perforarea tubului de distribuție a apei; *b* - introducerea liniei de udare; *c* - capătul liniei de udare.

Fig.2.13. Preparing the watering line:

a - perforation of the water distribution tube; *b* - insertion of the watering line; *c* - the end of the watering line.

<https://www.youtube.com/watch?v=kHffGHKF-4A>

Udarea prin picurare a legumelor cultivate în spațiu protejat

Culturile din *sere* și *solarii* necesită cantități mari de apă deoarece în spațiile acoperite plantele nu au acces la apa din precipitații. Cu atât mai mult, apa trebuie să fie permanentă și să prezinte o calitate corespunzătoare din punct de vedere al sărurilor și a temperaturii (Băisan, 2016, Popescu, 2010).

În cazul *culturii în substrat*, este necesară irigarea frecventă a substratului superficial (între 10 și 20 cm), existând două metode tradiționale de cultivare în substrat, care sunt prezentate în continuare.

Stratificarea, utilizată pentru creșterea legumelor și a florilor pe straturi, având ca și criterii de selectare și proiectare a produselor pentru sistemul de picurare debite de: 1,0, 1,6, 2,0 L/oră (PC – *conceptul de presiune compensată anti-sifon* sau obișnuit), distanța dintre picurătoare să fie de 15 ... 30 cm (în funcție de distanța dintre plante sau atunci când este necesară udarea în permanență a unei porțiuni), diametrul lateral de 16 sau 17 mm, numărul de laterale (numărul de benzi) să fie unu pe rând sau unu pe două rânduri pentru cultivarea densă a florilor sau ierburilor, iar pe măsură ce numărul lateralelor crește iar distanța dintre picurătoare se reduce, se selectează un picurător cu un debit mai redus pentru a menține o rată a umidității scăzută (*Tehnologii de irigare în sere, solarii și pepiniere. NaanDainJain Irrigation*).

Stratificarea (figura 2.14) se poate face sub formă de *strat îngust* (figura 2.14 a) care cuprinde 2 rânduri și 2 laterale de picurare. Exemplificarea în acest caz o reprezintă straturile folosite la cultura de tomate și flori. Un alt tip de stratificare este cel tip *strat lat* (figura 2.14 b), cu 4 sau 6 rânduri, 2 sau 3 laterale de picurare. Acest tip de strat se folosește la cultura de salată, garioafe, etc ((*Tehnologii de irigare în sere, solarii și pepiniere. NaanDainJain Irrigation*)).

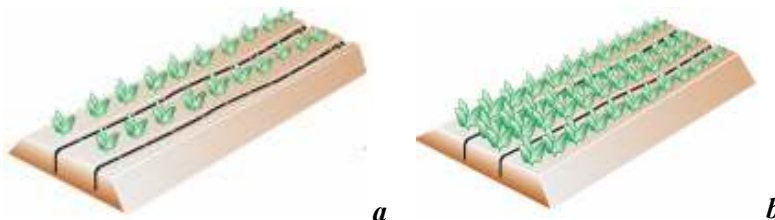


Fig.2.14. **Stratificarea:** *a* – strat îngust; *b* – strat lat.

Fig.2.14. **Stratification:** *a* – narrow layer; *b* – wide layer.

<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>

În cazul serelor și solarilor unde se folosesc sisteme în *substrat și saci de cultură sau jgheaburi* (figura 2.15), pentru udare localizată, se folosesc ca metode principale picurătoare tip buton cu evacuare singulară (sau 2 evacuări pentru substrat figura 2.16), un picurător pe plantă, linii de picurare integrate (ex. Naan PC sau NaanTIF), care pot fi utilizate pentru irigarea ghivecelor sau a sacilor de cultură în pepinierele cu scop comercial (figura 2.17). CNL (*conceptul de presiune compensată antiscurgere*) este recomandat pentru un sistem care funcționează cel puțin 4 ore pe zi (*Tehnologii de irigare în sere, solarii și pepiniere. NaanDainJain Irrigation*).



Fig.2.15. **Irigarea în jgheaburi**

Fig.2.15. **Irrigation in the gutters**

<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>

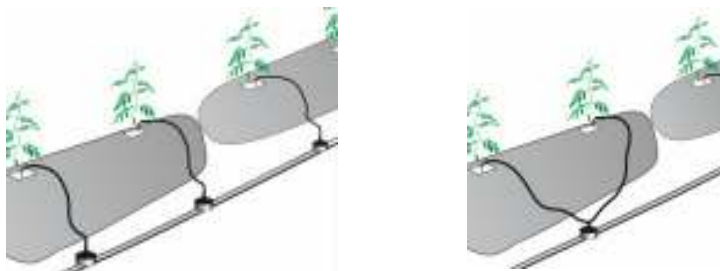


Fig.2.16. **Irigarea în substrat**

Fig.2.16. **Irrigation in the substrate**

<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>



Fig.2.17. Saci de cultură cu linie de picurare integrată
 Fig.2.17. Cultured bags with integrated drip line
<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>

2.9.1.3. Tehnica fertilizării

Fertilizarea este asociată de obicei irigației localizate, deși practic poate fi asociată oricărei metode de irigație. Prin fertilizare se obține un efect sinergetic, apa îmbunătățind absorbția fertilizantului, în același timp aceasta eficientizând consumul de apă. Pentru a se putea realiza fertilizarea, acest sistem trebuie să conțină un rezervor pentru îngrășăminte, injector Venturi, pompe de injecție și programatoare automate (*Hagin și colab, 2003; Biolan, 2010; Sne, 2009*).

Pentru prepararea soluției fertilizante se utilizează îngrășământ lichid sau îngrășământ solide solubile. Condiția de bază a îngrășământului utilizat este ca acesta să fie ușor solubil în apă pentru a preveni înfundarea picurătoarelor. Deși teoretic se poate utiliza orice tip de fertilizant solubil sau lichid, îngrășămintele pe bază de calciu nu sunt compatibile cu acest tip de fertilizare deoarece nu trebuie amestecate cu cele pe bază de fosfat sau sulfat. În vederea verificării compatibilității nutrienților se amestecă soluțiile de îngrășământ cu apă de irigare și se lasă să stea timp de una până la două ore. În caz de incompatibilitate a produselor, soluția va deveni tulbure. O altă măsură de verificare a incompatibilității produselor este măsurarea acidității (cu un pH-metru) sau a salinității soluției înainte de utilizare. Pentru rezultate corespunzătoare concentrația de îngrășământ trebuie să fie de 1-2% din volumul total de apă iar depășirea concentrației de 5% nu este recomandată. Din momentul când este pregătită, soluția nutritivă este introdusă în sistemul de irigare cu ajutorul unui injector pentru îngrășământ. Pentru a se preveni înfundarea picurătoarelor se instalează filtre pentru curățarea apei înaintea sistemului de injecție a îngrășământului. În funcție de aplicare, metodele de fertilizare se clasifică după cum urmează (*Hagin și colab, 2003; Biolan, 2010; Sne, 2009*).

a) *Aplicare continuă.* În acest caz, îngrășămintele se aplică la o viteză constantă de la începutul până la sfârșitul irigației. Cantitatea totală de îngrășămintă este injectată indiferent de cantitatea de apă eliberată.

b) *Aplicare în trei etape.* Irigarea începe fără îngrășămintă. Injectarea îngrășământului începe atunci când solul este umed. Injectarea este întreruptă înainte ca ciclul de irigare să se finalizeze. Restul ciclului de irigare permite îngrășământului să fie eliminat din sistem.

c) *Aplicare proporțională.* Cantitatea de îngrășământ injectată este proporțională cu cantitatea de apă eliberată, de exemplu, un litru de soluție la 1000 de litri de apă pentru irigații. Această metodă are avantajul de a fi extrem de simplă și permite sporirea fertilizării în perioadele cu cerere mare de apă, atunci când cerința de substanțe nutritive este mai mare.

d) *Aplicare cantitativă*. Soluția nutritivă este aplicată într-o cantitate calculată pentru fiecare bloc de irigare, de exemplu, 20 litri pentru blocul A, 40 litri pentru blocul B. Această metodă este potrivită pentru automatizare și permite ca introducerea substanțelor nutritive să fie controlată cu precizie (Biolan și colab., 2010; Mahajan; Singh, 2006).

2.10. Echipamente destinate irigații prin picurare

Udarea semifixă, cu picurătoare, asigură udarea liberă prin orificii orientate spre plantă, cu un debit de 2 L/oră. La acest tip de amenajare se folosesc debite mici de apă încărcată cu îngrășăminte, și pesticide, distribuită prin materiale rezistente la coroziune. Pentru udarea prin picurare se folosesc conducte din polietilenă extrudate, polietilenă cu o fâșie poroasă pe generatoare, asphaleu sau cu pereți dubli și perforați.

Instalațiile de udare prin picurare (figura 2.18) sunt alcătuite din:

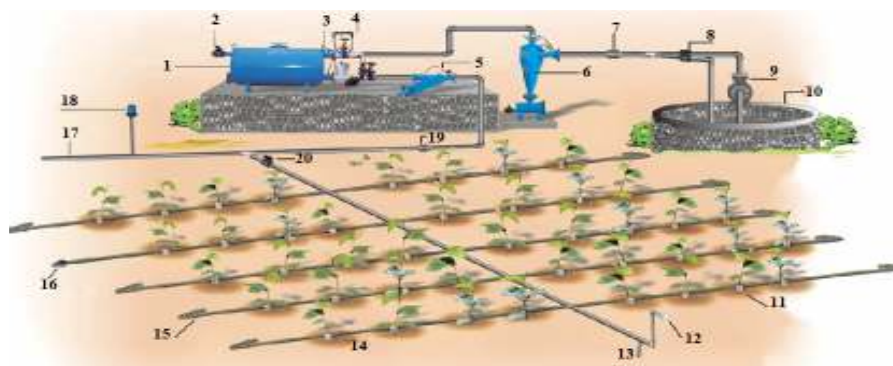


Fig.2.18. Instalație pentru irigația prin picurare:

1- filtru; 2 - supapă; 3 - manometru; 4 - tub Venturi; 5 - filtru de ecran; 6 - separator de nisip tip Hidrocyclon; 7- supapă; 8- supapă de derivație; 9- pompă; 10- sursă de apă; 11- picurător; 12- ventil de spălare; 13- linie secundară; 14- tub lateral; 15- opritor final; 16- ventil de spălare lateral; 17- linie principală; 18- supapă de aer; 19 - supapă; 20 - robinet.

Fig.2.18. Drip irrigation installation:

1- filter; 2 - valve; 3 - manometer; 4 - Venturi tube; 5 - screen filter 6 - Hydrocyclone sand separator; 7- valve; 8 - bypass valve; 9-pump; 10- water source; 11- dropper; 12-flush valve; 13th sub-line; 14-side tube; 15- final stop; 16-side flush valve; 17 - main line; 18 - air valve; 19 - valve; 20 - tap.

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/optimisation-water-use-agriculture/drip-irrigation>

- *grupul de pregătire a apei* asigură racordarea la sursa de apă, filtrarea apei, administrarea îngrășămintelor în apa de irigare, reglarea și măsurarea debitului și presiunii apei;

- *echipamentul de udare* este format din conductele de transport, conductele de udare și dispozitivele de picurare;

- *echipamentul de monitorizare a instalației*.

Irigarea prin rampe perforate este o variantă a microirigației, doar că folosește debite de distribuție a apei mult mai mari decât la microirigare. Presiunea apei în rampa perforată variază de la 0,12 la 0,03 MPa, diametrul orificiilor fiind de la 1,6 mm la 2,1 mm, iar debitele variază de la 0,2 la 0,4 L/h. Instalația de udare prin rampe perforate este alcătuită din:

- *agregat de pompare, filtru, recipient de îngrășămintă, vană debitmetru, injector volumetric de îngrășămintă;*
- *rețeaua de conducte* formată din conducte de transport, conducte de distribuție și rampe perforate cu elemente de distribuție de tip ajutor cu manșon spargejet în fața fiecărei perforații (Biolan și colab., 2010; Sne, 2009).

2.10.1. Grupul de pregătire a apei

Are rolul de a asigura calitatea apei, fertilizarea, contorizarea apei, reglarea presiunii de lucru, controlul distribuției apei în rețea, filtrarea apei cu diverse filtre. Instalațiile moderne de irigare prin picurare sunt prevăzute cu limitatoare de debit, care mențin în avalul secțiunii de amplasare a lor o presiune și un debit de mărimi aproape constante.

Filtrele de alge rețin partea organică a impurităților, iar filtrele fine cu lamele separă particulele fine, prevenind astfel pericolul de înfundare a picurătoarelor (Cârciu & colab; Sne, 2009).

Echipamentul de filtrare a apei

Pentru separarea suspensiilor se folosesc echipamente de filtrare a apei care, în funcție de natura materialului solid, folosesc *filtre cu pietriș, cu sită sau separator de nisip*. Prefiltrarea apei este o metodă folosită pentru ape cu concentrații mari de particule solide, dispozitivele folosite fiind de tip *grătare* cu ochiuri sau secțiuni de trecere late de 3 ... 10 mm (curățare fină), 10 ... 25 mm (curățare medie), 50 ... 100 mm (precurățare), *bazine de decantare*, folosite pentru sedimentarea aluviunilor în suspensie sau eliminarea fierului din apele subterane.

Separatoarele de nisip au rol de prefiltrare, sunt dispozitive care se instalează în aval de priză dacă apa are concentrație mare de nisip și permit reținerea și eliminarea particulelor de peste 100 micrometri în proporție de 98%, mai utilizate fiind hidrociocloanele și separatoarele de nisip.

Hidrocioclonul este alcătuit dintr-o parte cilindrică unde se realizează mișcarea de rotație a apei, partea conică unde are loc separarea particulelor și o intrare tangențială a apei, un tub de colectare și ieșire a apei curate și o secțiune de descărcare a nisipului colectat în partea inferioară a aparatului. În figura 2.19 este prezentat hidrocioclonul OM (Biolan, 2010; Sne, 2009; Hagin, 2003; Grumeza, 2005).



Fig.2.19. **Hidrocioclon OM**
 Fig.2.19. **Hydrocyclone OM**
<http://www.omirritech.com/hydrocyclone-filter.html>

Hidrociclonul OM este conceput hidrodinamic pentru a crea efect centrifugal maxim pentru particulele separate, mai grele decât apa, elimină eficient particulele fine de nisip și nămolul cu dimensiuni mai mari de 75 micrometri și masă volumică mai mare de $2,65 \text{ kg/m}^3$. Filtrarea se produce prin forța centrifugă, apa intră tangențial și duce la coliziunea particulelor cu pereții, care apoi cad într-un rezervor de depozitare situat în partea de jos a filtrului. Curățarea rezervorului se face manual, dar poate fi automatizată (Sne, 2009; Luca, 1988; Keller, 1984).

Filtrele sunt folosite la tratarea apei pentru irigarea localizată în scopul reținerii vegetației și fracțiunilor minerale și constau dintr-un rezervor metallic sau din material plastic ranforsat, rezistent la presiunile statice și dinamice din rețea (Drăgănescu, 1975; Haman, 1989).

În figura 2.20 este prezentat un filtru cu carcasă din PE cu element filtrant cu sită inox + ventil curățare sau cu discuri.

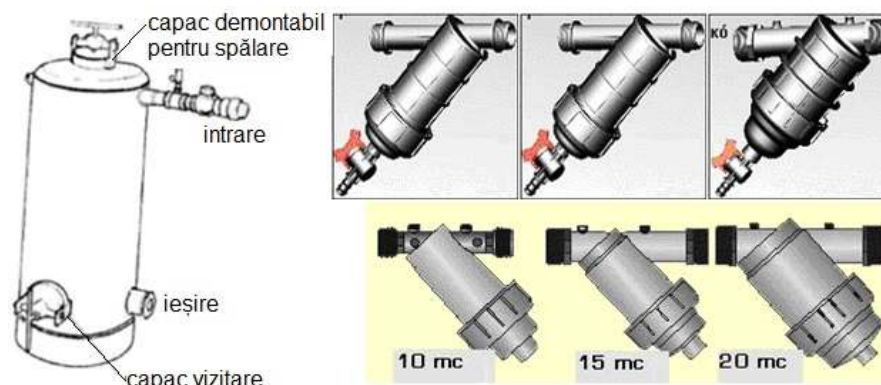


Fig.2.20. Filtre cu elemente filtrante cu sită inox+ventil curățare sau cu discuri
 Fig.2.20. Filters with filter elements with stainless steel sieve + cleaning valve or discs
<https://www.scribd.com/doc/72076935/IRIGARE-PRIN-PICURARE#download>

Filtrele cu carcasă din PE asigură alimentarea sistemelor de irigații cu apă numai din puțuri forate.

Echipamente pentru programare și automatizare

Valva GPR (figura 2.21) cu acționare electrică pentru controlul automat al sistemelor de irigare prin linii de picurare, microaspersie și aspersie se folosește pentru aplicații în câmpuri deschise, livezi, sere și amenajări peisagistice (Hagin, 2003; Haman, 2003).



Fig.2.21. Valva GPR cu acționare electrică NaanDanJain
 Fig.2.21. NaanDanJain GPR valve with electric drive
<http://www.naandanjain.ro/produs/valva-gpr>

Caracteristic acesteia este electrovalva de 3/4" ... 2" (3/4 ... 2 inch), solenoizi integrali cu performanță înaltă, pierdere de presiune redusă la debite mari, gamă amplă de presiuni de lucru, funcționarea fără întreruperi a valvei minimizează undele de presiune, permite ajustarea debitului, reglarea manuală a electromagnetului, curent continuu (c.c.) în varianta standard, acționare pulsatorie (clichet) furnizată la cerere. Presiunea de lucru maximă este de 0,1 MPa, curent continuu: 24 V c.c., degajare: 0,4 A, reținere: 0,2 A, tensiune de impuls c.a. (curent alternativ): 9 ... 12 V c.a. clichet, temperatură maximă a apei: 60°C.

Hidrometrul *Ultraf* (figura 2.22) combină un element ultrasonic de măsurare a apei și o diafragmă a supapei de control, putând fi complet deschis sau închis, reglează presiunea apei, debitul sau nivelul acesteia în rezervor. Elementul de măsurare ultrasonic este destinat să acționeze de la distanță pe o zonă de irigare pentru o dozare precisă a apei.



Fig.2.22. **Hidrometrul Ultraf**

Fig.2.22. **Ultraf Hydrometer**

(<http://www.jainsusa.com/wp-content/downloads/2015/Brochures/Ultraf.pdf>)

Este proiectat pentru debit mare și pierderi de presiune mici, caroseria și capacul sunt acoperite cu fier, întreținerea este ușoară iar funcțiile valvelor pot fi ușor schimbate.

Programatoarele de irigare sunt computere care asigură udarea exact la momentul oportun, prin setarea duratei și intervalului dorit de udare.

Un astfel de exemplu, programatorul de irigare *Galcon* (figura 2.23) include 8 stații, având caracteristici principale funcționarea a 2 ... 8 valve + valva principală sau pompă, dispune de trei programe A, B, C, cu buton de alegere a programului, fiecare valvă poate fi legată la toate cele trei programe, are trei moduri de lucru: săptămânal, pe zile, ciclic de la 1 zi la 30 de zile, impar pe zilele lunii, activarea la calculator este operată de un singur program sau o supapă – manual, valva principală se deschide ca oricare valvă, necesarul de apă se poate modifica în timpul irigației (în procente), începând cu 10% până la 190%, pe vreme cu ploaie există opțiunea de oprire de la 1 zi până la 240 zile, verificarea se poate face separat pentru fiecare valvă, deține suport special pentru program adițional de fântână, luminare grădină și posibilitate de reținere a programelor pe parcursul a mai multor ani.



Fig.2.23. **Programator de irigare Galcon**

Fig.2.23. **Galcon irrigation programmer**

<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/produse-accesorii-naandanjain-programatoare-irigare-profesional-galcon.pdf>

2.10.2. Echipamentul de udare – este partea terminală a instalației, fiind alcătuit din conducte de transport și de udare, prevăzute cu dispozitive de distribuire a apei la plantă.

Conductele de transport sunt flexibile, de medie și joasă presiune, și au diametre de 30 ... 90 mm. Acestea pornesc perpendicular pe rândurile de plante și au un filtru în capătul din amonte, presiunea fiind redusă în interiorul lor cu ajutorul unor reducătoare de presiune.

Conductele cu picurătoare sunt paralele cu rândurile de plante, au pereți simpli, lungimea conductei nu depășește 60 m.

Conductele de udare constituie subansambluri ale instalației de udare care au rolul de transport-distribuție a apei. Acestea sunt compuse din piese de distribuție a apei la plantă, tuburi și piese accesorii pe conductă.

Picurătoarele preiau apa din conducta de udare și o distribuie la plantă. Acestea pot fi:

- *picurătoare cu traseu lung*, unde pierderea de sarcină necesară asigurării distribuției unui debit cât mai redus apare în timpul transportului pe o porțiune de 0,7 ... 1,2 mm² și pe o lungime de cel puțin 50 ori diametrul secțiunii. Din această categorie fac parte *microtuburile*, *picurătoarele cu transport pe traseu elicoidal (cilindrice sau plate)* și *cele cu traseu șicanat*, regimul de curgere fiind laminar. Fixarea acestora la tub se face axial sau lateral. Ieșirea din picurător poate fi *unică* sau *multiplă* (Drăgănescu și colab., 1986; Cazacu, 1989);

- *picurătoare cu traseu scurt*, unde pierderea de sarcină se realizează prin trecerea printr-o secțiune foarte redusă, sub 0,2 mm² și 1,0 ... 2,5 mm² la tuburi perforate, curgerea se face parțial turbulent;

- *picurătoare cu autoreglare* pot fi cu traseu lung și traseu scurt, auto-reglarea debitului putând fi asigurată prin:

- modificarea formei și mărimii orificiului, datorată diferenței de presiune amonte-aval;
- presarea traseului imprimat (elicoidal sau șicanat) pe o membrană clasică;
- astuparea temporară a orificiului de ieșire, durata închiderii fiind proporțională cu durata de anulare a diferenței de presiune dintre intrarea în picurător și ieșirea din acesta;

- presarea pe orificiul de ieșire elastic a unei bile având la bază tipul de picurător cu traseu scurt;

- *picurătoarele ciclonice* au un gabarit redus, debitele acestora fiind mai mari sau egale cu 4 L/h – cu diametre de intrare și ieșire mai mari sau egale cu 0,6 mm – distribuția apei în câmp făcându-se la picurător sau în mai multe puncte;

- *picurătoarele cu impuls* (curgere în regim nepermanent), sunt de tipul unui dispozitiv de suprapresiune, deschiderea se face la o presiune maximă și închiderea la o presiune redusă, perioadă în care se consumă un debit acumulat local.

Firma israeliană *NaanDanJain Irrigation* specializată în tehnologia de irigație, propune o linie de picurare inovatoare, cu presiune compensată (PC), cu modele anti-sifon (AS) și compensare protecție antiscurgere (CNL), pe baza conceptului de Labirint

Cascadă (figura 2.24). Linia de picurare are numeroase aplicații, fiind versatilă și multifuncțională: irigare pulsatorie a serelor, culturilor de legume și livezilor; irigare prin picurare subterană (SDI); reduce timpul de umplere pentru câmpurile mari, cu rânduri lungi.



Fig.2.24. **Modele speciale ale liniei de picurare NaanDanJain Irrigation**
 Fig.2.24. **Special models of the NaanDanJain Irrigation drip line**
 (<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/produse-linii-de-picurare-naandanjain-amnondrip-specificatii-tehnice.pdf>)

Datele tehnice arată un debit de 1,1; 1,6; 2,2; 3,8 L/h, CNL cu o presiune de deschidere de 0,1 MPa și presiune de închidere de 0,025 MPa, iar filtrarea recomandată, de 130 micrometri (130 micrometri la sită). Această linie are o presiune compensată (PC) pentru o precizie maximă în irigarea terenurilor cu diferențe de nivel și laterale lungi, labirintul cascadă asigură o curgere turbulentă puternică pentru auto-curățare, concept hidrodinamic al picurătorului care asigură curgerea continuă a sedimentelor și a particulelor de noroi mici, coeficient de variație (CV) redus pentru uniformitate maximă, structură tip baraj care împiedică pătrunderea rădăcinilor și a nisipului. Structura orificiului lateral de admisie a apei îmbunătățește rezistența la înfundare.

Conceptul de *Labirint Cascadă* reprezintă un concept de picurare cu volum redus, structura picurătoarelor ușurând și intensificând auto-curățarea, prevenind colmatarea și îmbunătățind durata de viață (figura 2.25).

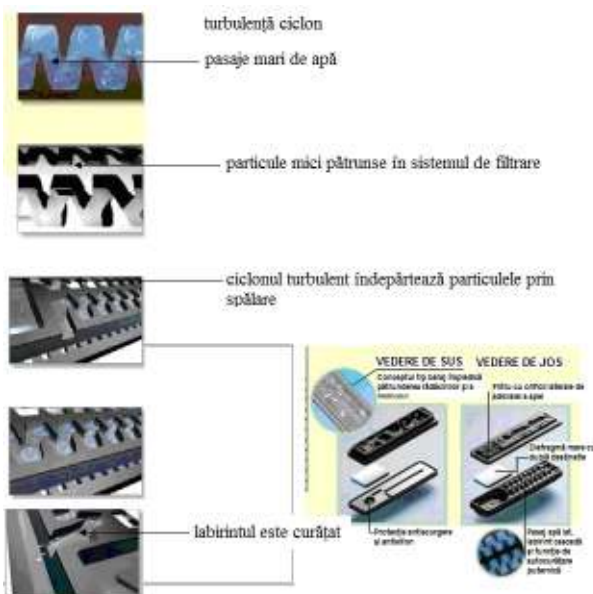


Fig.2.25. **Prezentarea conceptului de Labirint Cascadă**
 Fig.2.25. **Introducing the concept of Labyrinth Cascade**

Dinții labirintului creează un regim de flux dublu care combină rapiditatea acestuia cu turbulența ciclonului, facilitând curățarea constantă și spălarea. Acest lucru previne înfundarea și mărește durabilitatea. În timpul procesului de autocurățare, particulele mici și particulele de nisip care au penetrat sistemul de filtrare sunt spălate, prevenind sedimentarea și înfundarea. Modele speciale de picurare includ concepte ca *CNL*, un concept de presiune compensată antiscurgere care reduce timpul de umplere laterală și înlesnește irigarea pulsatorie și *PC AS* conceptul de presiune compensată anti-sifon care previne aspirația în etapa de drenaj, fiind adecvat pentru irigarea prin picurare subterană.

Linia de picurare cu presiune compensată (PC) și anti-sifon (PC AS) Top Dri are pereți subțiri până la grosime medie pentru o uniformitate maximă a irigației (uniformitatea irigației, 95 %). Această linie de picurare are aplicații la culturi de câmp și legume, irigarea prin picurare subterană (SDI), teren cu diferențe de nivel, irigarea rândurilor lungi de plante cu uniformitate ridicată. Structura și caracteristicile acestei linii arată un picurător precis, cu presiune compensată, CV (coeficient de variație) redus: 3,0%, labirint cascadă integrat pentru rezistență maximă la înfundare, protecție împotriva pătrunderii rădăcinilor, mecanism unic dublu de autocurățare, pasaje de apă mari pentru o durabilitate optimă la debite mici, admisie de apă prevăzută cu multiple canale pentru a funcționa cu un volum mare de noroi, spațiul strâns al picurătorului creează o fâșie umedă continuă.

În figura 2.26 este prezentată *linia de picurare cu presiune compensată (PC) și antisifon (PC AS)*. Modelul special *PC AS* previne aspirația în etapa de drenaj și este recomandat pentru irigarea prin picurare subterană.

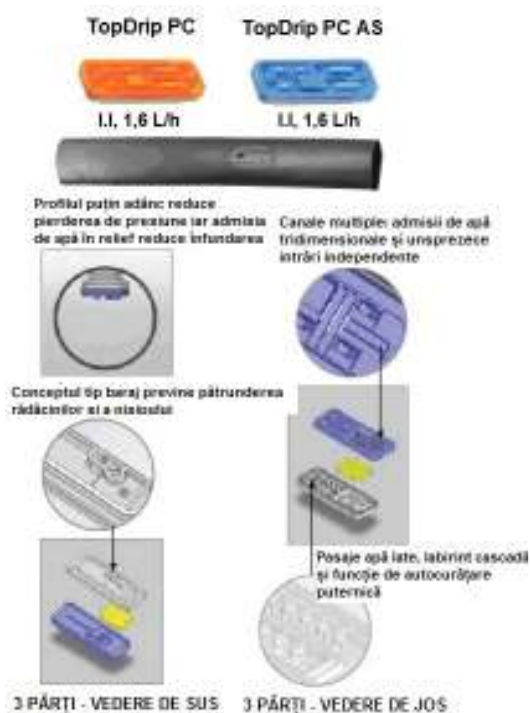


Fig.2.26. Linie de picurare cu presiune compensată (PC) și antisifon (PC AS)
Fig.2.26. Compensated pressure (PC) and antisiphon (PC AS) drip line

<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Debitul acestei linii, la picurător, este cuprins între 1,1 și 1,6 L/h, unde grosimea peretelui este între 0,33 și 0,63 mm, presiunea de lucru este între 0,04 și 0,25 MPa, în funcție de grosimea peretelui, iar filtrarea recomandată este de 130 micrometri (120 micrometri la sită).

Picurătorul cilindric de 16 mm Tif Drip, figura 2.27, este un picurător de lungă durată și înaltă performanță, ce încorporează avantajele unice ale conceptului labirint cascădă cu aplicații în liniile de picurare pentru toate tipurile de culturi, ideal pentru sere, culturi de legume și flori, recomandat fiind în cazul în care sunt necesare un debit scăzut de apă și o distanță mică. Această linie prezintă design cilindric compact, prevăzut cu două orificii, de admisie și de evacuare a apei, ce asigură o rezistență înaltă la înfundare și o durabilitate ridicată, gamă variată de grosimi ale peretelui, între 0,65 și 1,15 mm, pasaje largi care facilitează îndepărtarea constantă a particulelor de nisip sau pământ, contribuind la o autocurățare eficientă, un coeficient de variație scăzut care asigură un debit precis și fiabil, ceea ce conduce la o economie semnificativă de apă și îngrășămintă.



Fig.2.27. **Picurător cilindric de 16 mm**

Fig.2.27. **16 mm cylindrical dripper**

<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

J-Turbo Line – 12 mm, figura 2.28, este o linie de picurare pentru toate categoriile de culturi, pentru irigarea rândurilor scurte de plante și a serelor, realizată din polietilenă de înaltă performanță. Filtrele multiple de admisie asigură o zonă mare de filtrare, forma cilindrică înlesnește trecerea amplă a apei. Această linie de picurare este caracterizată printr-o trecere turbulentă a apei. CV (coeficientul de variație) asigură uniformitatea optimă de emisie în câmp. J-Turbo Line poate fi fabricată cu diferite distanțe între picurătoare, filtrarea recomandată fiind 130 micrometri (120 micrometri la sită).



Fig.2.28. **J-Turbo Line, 12 mm**

Fig.2.28. **J-Turbo Line, 12 mm**

<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Tal Drip, figura 2.29, este o linie de picurare cu pereți de grosime mică/medie, ideală pentru culturi de trestie de zahăr și biocombustibili, legume, flori și alte culturi ce necesită un volum redus de apă și distanțe mici între picurătoare. Linie de picurare este utilizabilă pe parcursul germinării semințelor și pentru răsad. Instalare SDI (irigare subterană) și irigare supraterană. Dispune de picurătoare tip „Labirint Cascadă”, prezintă rezistență la înfundare pentru liniile de picurare cu pereți subțiri, are regim dublu de curgere pentru a asigura o autocurățare eficientă, admisie tridimensională de apă care triplează capacitatea de manevrare a noroiului, conceptul suprafeței canelate asigură performanța sigură atunci când suprafața este acoperită cu materiale de înfundare, conceptul spațial minimizează pătrunderea rădăcinilor și a nisipului, distanța mică dintre picurătoare (de la 10 cm) asigură o germinație excelentă și îmbunătățirea managementului irigațiilor; recomandare de filtrare: 130 de micrometri (120 micrometri la sită).



Fig.2.29. **Picurătoare cu pereți de grosime mică/medie**
 Fig.2.29. **Dropper with thick / medium wall thickness**
<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Linia de picurare tip bandă Chapin (figura 2.30) este recomandată pentru irigarea culturilor de tomate, porumb, bumbac și sfeclă.



Fig.2.30. **Linia de picurare tip bandă Chapin**
 Fig.2.30. **Chapin drop line**
<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Este fabricată din polietilenă de calitate superioară, prezintă rezistență sporită la deteriorările produse de insecte și la frecarea cu solul, traiectorie de curgere turbulentă, cu secțiune transversală largă ce facilitează rezistența la înfundare, peliculă din material extrudat care asigură secțiuni rotunde, oferind o rezistență mare la mușcăturile de insecte, structura orificiului de evacuare reduce pătrunderea rădăcinilor, iar tensiunea joasă de

înfășurare reduce rețracția în câmp și previne buclarea și încolăcirea. Recomandarea de filtrare: 130 micrometri (120 micrometri la sită), la o presiune de lucru recomandată de 0,07 MPa.

Linia de picurare Aqua-Traxx cu avantaj PBX (Proportionally Balanced Cross-Section) (figura 2.31) este recomandată pentru irigarea culturilor care, din punct de vedere fitosanitar, beneficiază de pe urma unui sistem de irigare ce implică ca frunzele plantelor să nu ajungă în contact cu apa.

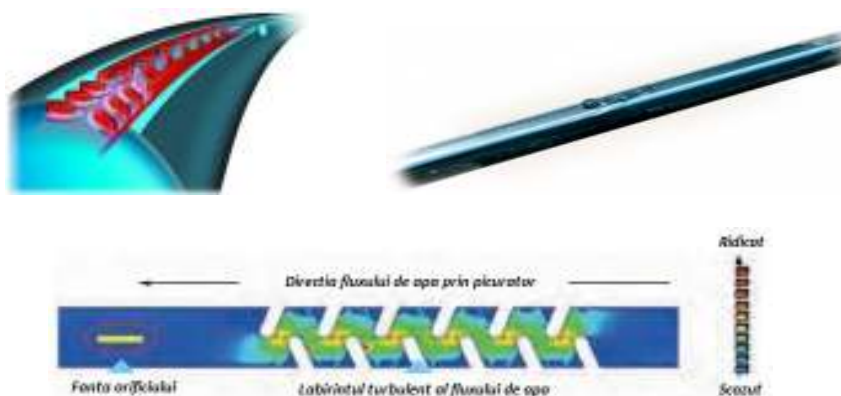


Fig.2.31. Aqua-Traxx cu avantaj PBX
Fig.2.31. Aqua Traxx with PBX advantage

<http://www.toro.com/en-us/agriculture/drip-tape-dripline/drip-tape/Pages/Model.aspx?pid=Aqua-Traxx-FC>

Caracteristic acestei linii este rezistența și flexibilitatea, o instalare ușoară și riscuri scăzute de deteriorare a produsului în timpul instalării, este construită cu un singur proces de extrudare, fără cusături, bavuri sau suduri, foarte rezistentă la înfundare. Orificiul de evacuare este realizat cu ajutorul laserului. Găurile de intrare ale fiecărui picurător asigură o evacuare constantă și regulată a apei, acuratețea design-ului labirintului de acces al apei determină un coeficient de variație excelent și o curgere turbulentă eficientă a apei. Acest sistem oferă creșterea vitezei apei, creșterea turbulenței, îmbunătățirea rezistenței la înfundare, creșterea utilizării labirintului turbulent, picurătoare cu debit scăzut și cu distanțe mici între acestea.

Banda de picurare T-TAPE (figura 2.32) poate fi întinsă atât pe suprafața solului cât și subteran. Conductele de picurare sunt confecționate din material plastic UV stabil, ceea ce conferă o durată de funcționare multianuală și în condiții de insolație ridicată. Normarea debitului de apă, respectiv uniformitatea de udare, este asigurată de un labirint, precedat de o zonă de intrare a apei, cu mai multe intrări per labirint, pentru o siguranță sporită. Ieșirea la suprafață a apei este realizată printr-o creștătură laser lungă care permite ieșirea apei, totodată împiedică intrarea pământului și a gândacilor, ceea ce în timp ar duce la înfundarea picurătoarelor. Conducta de picurare este de tip T-TAPE, proiectată din mai multe straturi de folie, cea interioară având rolul de a egala debitul de apă pe orificiul de picurare pe toată lungimea conductei (95% uniformitate). Sub folie există o porțiune de filtrare a apei de tip labirint care normalizează cantitatea de apă, după care iese la suprafață

printr-un orificiu de picurare. Orificiile de picurare permit amplasarea conductei și subteran la o adâncime de maxim 30 cm, cu condiția ca după amplasare să fie ținută sub presiune 24 h.

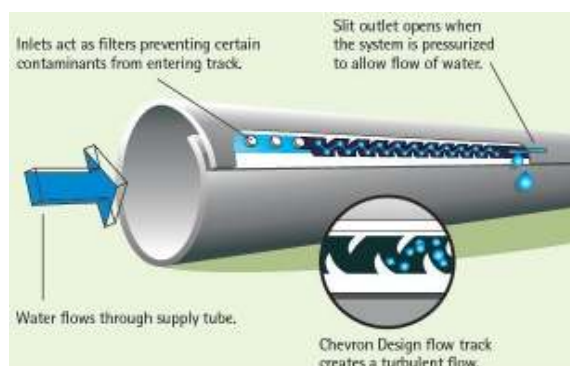


Fig.2.32. Bandă de picurare T-TAPE

Fig.2.32. T-TAPE drip line

http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/conducte_de_picurare/en

Picurătorul tip buton cu presiune compensată (PC) și compensare antiscurgere (CNL) are aplicabilitate în livezi și plantații viticole, sere, pepiniere și spații peisagistice, pentru irigare pulsatorie și la rădăcină. Previne surplusul de drenaj în locurile joase (model CNL), instalarea subterană protejează picurătorul împotriva daunelor produse de animale, putând fi utilizat și pentru irigarea plantelor de ghiveci.

În figura 2.33 sunt prezentate picurătoarele tip buton cu presiune compensată (PC) și compensatoare de antiscurgere (CNL) Click Tif.



Fig.2.33. Picurătoare tip buton cu presiune compensată (PC) și compensare antiscurgere (CNL)

Click Tif

Fig.2.33. Compensated Pressure Button (PC) Button and anti-leakage Compensation (CNL)

Click Tif

(<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>)

Picurător tip buton cu presiune compensată (PC) și posibilitate de deschidere. Picurătorul tip buton cu presiune compensată (PC) și posibilitatea de deschidere J-SC-PC-Plus este prezentat în figura 2.34. Este recomandat pentru livezi, culturi pentru fructe,

plantații și răsaduri, pentru teren denivelat și pante abrupte. Picurătorul poate fi deschis pentru a înlesni curățarea, orificiul de admisie este îngust, în formă de cruce, acționează ca un filtru, este prevăzut cu capac antiinsecte, conceptul de autocurățare asigură curățarea permanentă în timpul funcționării, intervalul amplu de presiune compensată de lucru permite o lungime mai mare a lateralelor. CV (coeficientul de variație) $\leq 5\%$, interval de presiune: 100 ... 300 kPa, cerință de filtrare: 130 micrometri (120 micrometri la sită) și debit de evacuare cuprins între 2,2 și 8,2 L/h.



Fig.2.34. **Picurător tip buton cu presiune compensată (PC) J-SC-PC-Plus**

Fig.2.34. **J-SC-PC-Plus compensated pressure button dropper**

(PC)<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Picurătorul intermediar tip buton pentru instalare tip buclă facilitează instalarea tip buclă, traiectoria pentru debit turbulent cu zonă transversală largă asigură rezistența la înfundare, orificiul de admisie îngust, în formă de cruce, acționează ca un filtru, baza colorată facilitează identificarea debitului, conectorii de 4 mm prezenți pe ambele părți laterale facilitează asamblarea picurătorului în jurul trunchiului de copac, coeficientul de variație din fabricație (CV) $\leq 3\%$ asigură uniformitatea emisiei în teren (EU). Presiunea de lucru recomandată: 0,05 ... 0,25 MPa, cerință de filtrare: 30 micrometri (120 micrometri la sită), diametrul de perforare necesar: 2,9 mm și un debit de evacuare: 2 ... 8 L/h.

În figura 2.35 este prezentat picurătorul intermediar tip buton pentru instalare tip buclă Mini in Line.



Fig.2.35. **Picurător intermediar tip buton pentru instalare tip buclă Mini in Line**

Fig.2.35. **Intermediate button dropper for mini-line loop installation**
<http://test.jainirrigationinc.com/emission-devices/non-pc-emitters/mini-inline-ghn>

Picurătorul reglabil tip buton este recomandat pentru soluri nisipoase și condiții de deșert, fiind realizat din material plastic nereciclat durabil, are debit reglabil în funcție de cerința de apă și de faza de creștere, opțiune de oprire completă, presiune de lucru nominală de 0,1 MPa însă poate fi utilizat și la presiuni joase, fiind conceput pentru a preveni blocajul picurătorului în condiții de deșert;

În figura 2.36 este prezentat picurătorul reglabil tip buton Vari Flow.

Microtubul spaghetti, figura 2.37, este destinat transportului apei pentru irigații. Se poate amplasa la suprafață și sub pământ. Poate fi utilizat ca picurător independent sau pentru a stabili debitul la orificii multiple de evacuare. Datorită flexibilității este recomandat pentru montarea ciupercilor picurătoare și a aspersoarelor de microstropire,

iar varianta subțire se poate folosi independent doar perforând tubul de polietilenă moale, de joasă presiune. Se poate folosi la transportul apei cu îngrășământ, nu are nevoie de altă protecție a tubului.



Fig.2.36. Picurător reglabil tip buton Vari Flow

Fig.2.36. Vari Flow adjustable button dropper

<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>



Fig.2.37. Microtub spaghetti

Fig.2.37. Microtub spaghetti

<http://www.utilul.ro/gradina/irigat-gradina/microaspersie-si-picuratori/microtub-pvc-5-mm--lungime-50-cm-30525050.html>

Tije de ghidaj sunt accesorii folosite pentru fixarea microtubului în pământ cât mai aproape de plantă. În figura 2.38 sunt prezentate tije de ghidaj Click Tif.

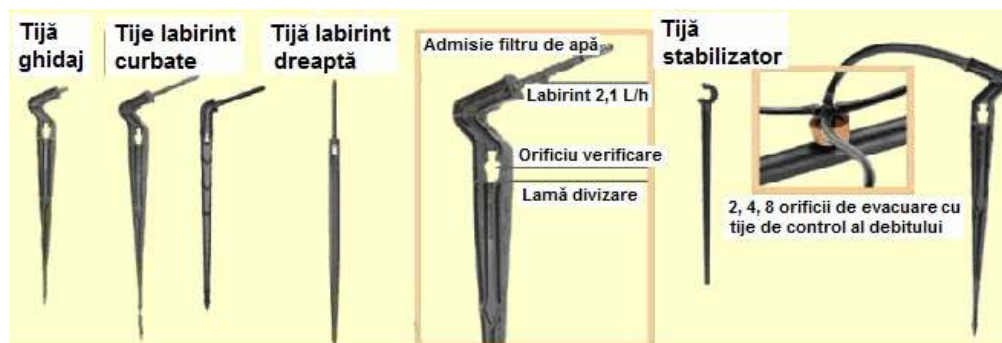


Fig.2.38. Tije de ghidaj Click Tif

Fig.2.38. Clicktif guides

<http://www.agrimarket.ro/cumpara/stick-picurator-labirint-unghi-5358485>

<http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>

Pentru îmbunătățirea uniformității se folosesc tije labirint, presiunea de lucru minimă recomandată fiind de 0,1 MPa, debit maxim recomandat per orificiu de evacuare 2,0 L/h, debit minim recomandat per orificiu de evacuare: pentru suprafață plată și lungime uniformă a tubului 0,5 L/h iar în pantă sau pe teren cu diferențe de nivel, 1,0 L/h. Tija labirint poate fi utilizată ca picurător independent sau pentru a stabili debitul la orificii multiple de evacuare.

Alt tip de accesoriu se referă la dispozitivele speciale (figura 2.39) pentru perforarea și introducerea simplă a picurătoarelor (ClickTif - NaanDanJain). Acestea pot fi cu dispozitiv de perforare de 8 mm pentru start conectori.



Fig.2.39. Dispozitive speciale pentru perforarea și introducerea picurătoarelor

Fig.2.39. Special devices for punching and inserting drippers
<http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>

Conductele de udare reprezintă linia de distribuție a apei și sunt folosite în zonele cu o vegetație densă unde sursa de udare nu trebuie aliniată perfect la rădăcina plantelor. Au funcție dublă, de udare și transport, distribuția în câmp făcându-se prin porii peretelui țevii, realizată din ceramică, material plastic expandat sau printr-un sistem de orificii realizate prin perforarea unor tuburi cu pereți dubli, în fabricație mai utilizate fiind cele concentrice, duble excentrice și poroase.

Tuburile concentrice au peretele interior riflat și spiralat iar cel exterior neted, fiind asemănătoare, funcțional și dimensional, picurătoarelor cu traseu lung. Traseul unei distribuții este cuprins între o perforație a tubului riflat spre interior și o perforație a tubului neted spre exterior, traseele fiind izolate între ele. Produsul este realizat în Germania, prezintă rezistență la înfundare, secțiune $> 1\text{mm}^2$, debitul de 2,7 L/h, are dezavantajul fragilității la nivelul orificiului.

Tuburile duble excentrice se folosesc un sezon de irigație, pentru cultura legumelor, fiind realizate din folie de PE sau PVC plastifiat cu grosimea de 0,3 ... 0,4 cm; tubul principal are rol de transport și distribuție în tubul secundar.

Peretele de separare are un orificiu de primire cu diametrul de 0,5 ... 0,6 mm, tubul secundar distribuie apa în câmp prin orificii – 4 ... 10 orificii de udare la un orificiu de distribuție - orificiul de udare având același diametru cu cel de distribuție. În funcție de varianta constructivă, distanța dintre orificii este de 0,3 ... 0,6 m. Avantajele acestor tuburi constau în prețul relativ scăzut al conductelor, sunt ușor de instalat și rezistente la înfundare dacă sunt protejate de vânt și precipitații, fiind sensibile la radiațiile ultraviolete.

Tuburile poroase (conducte netede), au o presiune de lucru = 0,005 ... 0,02 MPa, debit = 0,35 ... 10 L/h, exponent de debit (x) = 0,88, iar secțiunea porilor = $6 \times 10^{-7} \text{ mm}^2$. Debitul și uniformitatea de distribuție sunt influențate de temperatură.

Tuburi pentru conductele de udare. Aceste tuburi, în funcție de modul de folosire, îngropate sau la suprafață, sunt din *PE* sau *PVC* și folosite pentru presiuni de 0,25 și 0,46 MPa. Folosirea tuburilor pentru conductele de udare este condiționată de rezistența acestora la acțiunea factorilor de mediu, factorilor chimici și regimului de presiune.

Conducta de irigare prin picurare „Aqua-Traxx” prezintă mai multe avantaje: aduce un spor mare de producție, este fabricată prin extrudare, nu are lipiri, injectări, ceea ce îi conferă o siguranță mai mare, reduce consumul de apă cu circa 50 % în comparație cu irigarea clasică, crește calitatea producției, uniformitate ridicată de distribuire a apei, reduce costurile cu energia folosită la pomparea apei, sistemul foliar al plantelor rămâne uscat (neumectat) în timpul irigației, ceea ce duce la un consum redus de pesticide, posibilitatea de automatizare, orificiile tubului de picurare și sistemul de labirinturi nu permit pătrunderea insectelor sau înfundarea, se poate îngropa în pământ, determinând aplicarea precisă a îngrășămintelor la nivelul rădăcinilor. Prezintă diferite modele, în funcție de distanța între picurătoare și cultura la care se folosesc. De ex., la *Aqua Traxx 6 mil, 10 cm*, distanța între găuri este de 10 cm, se recomandă pentru spanac, morcov, pătrunjel, ceapă, garoafe, crizanteme, flori în sol ușor, alte utilizări care necesită cantități mari de apă în timp scurt; consum la presiunea de 0,075 MPa, 14,10 L/h; lungimea maximă a rândurilor recomandată în teren plan: 80...100 m. *Aqua Traxx 6 mil, 20 cm*, distanța între găuri de 20 cm, se recomandă pentru ardei gras, tomate, castraveți, gogoșari, pepeni; consum la presiunea de 0,075 MPa: 7,05 L/h; lungimea maximă a rândurilor recomandată în teren plan: 130...150 m. *Aqua Traxx 6 mil, 30 cm* (figura 2.40), distanța între găuri: 30 cm, se recomandă pentru tomate, castraveți, varză, pepeni, pomi fructiferi; se recomandă utilizarea lor la rânduri lungi; consum la presiunea de 0,075 MPa: 4,70 L/h; lungimea maximă a rândurilor recomandată în teren plan: 200 m.



Fig.2.40. Conducta de irigare Aqua-Traxx 6 mil, 30 cm

Fig.2.40. Aqua Traxx 6 mil, 30 cm irrigation pipeline

http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/conducte_de_picurare/aqua-traxx/ro

2.10.3. Echipamente destinate fertirigației culturilor legumicole

Aplicarea combinată a apei și a îngrășămintelor prin sistemul de irigare crește producția și minimizează poluarea mediului cauzată de excesul utilizării fertilizanților.

Rezervoarele pentru îngrășăminte funcționează prin diferență de presiune între racordurile de intrare și ieșire, creând curgerea în rezervor și eliberând chimicalele din rezervor prin orificiul de evacuare în rețeaua de alimentare. Diferența de presiune este creată prin reducerea debitului de apă în capul de control și devierea unei fracțiuni de apă printr-un rezervor care conține soluția de îngrășământ. Pentru a redirecționa un flux adecvat de apă prin tubul de conectare cu diametrul de 9 ... 12 mm, este necesar precum de 0,01- 0,02 MPa. Rezervorul destinat fertirigării este realizat din fontă rezistentă la coroziune sau din fontă galvanizată, oțel inoxidabil sau fibră de sticlă, astfel încât să reziste la presiunea de lucru a rețelei. Apa deviată este amestecată cu îngrășăminte solide solubile sau lichide. La utilizarea îngrășămintelor solide, concentrația de nutrienți rămâne mai mult sau mai puțin constantă, atâta timp cât o parte din îngrășământul solid rămâne în rezervor. Odată ce îngrășământul solid a fost complet dizolvat, diluția continuă cu apă scade treptat concentrația soluției injectate. Dispozitivul este ieftin și simplu. Se obține un raport de diluție larg, fără a fi necesară o sursă externă de energie.

Un *tanc fertilizator* (figura 2.41) se compune dintr-un rezervor de presiune, pentru dizolvarea îngrășămintelor, tuburi de racord la rețeaua principală de transport a apei de irigație, piesă cu armătură pentru crearea unei pierderi de sarcină (constantă sau variabilă – diafragmă sau robinet reglabil) pe traseul rețelei de transport (*Grumeza, 1969*).

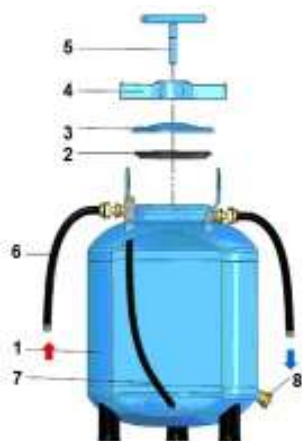


Fig.2.41. **Tanc fertilizator:**

1 - corp; 2 - garnitură; 3 - capac; 4 - oblon; 5 - mâner; 6 - furtun;
7 - furtun interior; 8 - conector activ.

Fig.2.41. **Fertilizer tank:**

1 - body; 2 - gasket; 3 - cover; 4 - oblon; 5 - handle; 6 - hose; 7 - inner hose; 8 - active connector.

<http://www.yamitf.com/english/Product.aspx?Product=132&Category=20&SubCategory=648>

Dezavantajele rezervoarelor de îngrășăminte implică concentrația nutrienților în apa de irigare, care nu poate fi reglată cu precizie, înainte de fiecare aplicare rezervorul trebuie reumplut cu îngrășământ, funcționarea supapei generează pierderi de presiune iar sistemul nu poate fi pre- automatizat.

Capul de control cu injector Venturi (figura 2.42) este confecționat din componente din PVC de înaltă presiune, fiind o structură integrată care conține atât sistemul de filtrare, cât și sistemul de fertirigare, permite un control total al debitului, poate fi adaptat pentru mai multe tipuri de diametre și debite, iar racordarea la conducta magistrală se face prin doi adaptori de compresiune. Injectorul nu se află la nivelul solului, motiv pentru care este diminuat riscul de înfundare al acestuia. Permite un control total al debitului tranzitat.



Fig.2.42. **Cap de control cu injector Venturi**

Fig.2.42. **Venturi injector control head**

<http://www.agri-shop.ro/Cap-Control-PE-50mm-Injector-Venturi>

Venturi este un tub scurt, cu diametru interior mic, folosit la măsurarea debitului lichidelor și ca pompă. Lichidul care trece prin tub își mărește viteza când trece prin gâtul mai îngust al tubului. În același timp, presiunea lichidului scade. Aspirarea soluției de îngrășământ este generată de fluxul de apă printr-un pasaj îngustat. Viteza mare de curgere a apei în gâtul mai îngust al tubului reduce presiunea apei sub presiunea atmosferică, astfel încât soluția de îngrășământ este aspirată dintr-un rezervor deschis, în constricție, printr-un tub cu diametru mic. Dispozitivele Venturi sunt fabricate din materiale rezistente la coroziune, cum ar fi cuprul, alama, plasticul și oțelul inoxidabil. Procentul de injectare depinde de pierderea de presiune, care variază de la 10% la 75% din presiunea sistemului și este controlată de tipul injectorului și de condițiile de funcționare. Dispozitivele Venturi necesită o presiune mare pentru a permite o pierdere de presiune necesară. Menținerea unei presiuni constante în sistemul de irigare garantează o concentrație uniformă de nutrienți pe termen lung. Pierderile obișnuite ale capului sistemului sunt de peste 33% din presiunea de admisie. Injectoarele cu două trepte Venturi au pierderi de presiune până la 10 %, iar viteza de aspirație depinde de presiunea de intrare, de pierderea de presiune și de diametrul conductei. Aceasta poate fi ajustată prin supape și regulatoare. Ratele de aspirație variază de la 0,1 L/h la 2000 L/h. Injectoarele Venturi sunt instalate în linie sau lateral. În serie, debitul de apă din lateral poate fi amplificat de o pompă auxiliară.

Avantajele injectoarelor Venturi: gamă largă de rate de aspirație, operare simplă și uzură scăzută, instalare ușoară și mobilitate, compatibilitate cu automatizarea, concentrație uniformă a nutrienților, rezistență la coroziune. Ca dezavantaje se poate vorbi de pierderi semnificative de presiune și viteze de injecție influențate de fluctuațiile de presiune.

Dozatoarele de îngrășământ *Venturi Alfa* (figura 2.43) nu necesită adaos de energie externă, nu are părți mobile, neavând nevoie de întreținere. Injectoarele au o rezistență bună la amestecuri diverse de soluții, funcționează cu o diferență minimă de presiune, absorbția soluției de îngrășământ depinzând de tipul de îngrășământ, de presiunea de intrare și de debitul apei.

Injectorul Mazzei (figura 2.44) este un alt exemplu de injector, de tip Venturi, care realizează injectarea îngrășămintelor și altor substanțe chimice într-un sistem cu apă sub presiune. Injectoarele Mazzei folosesc presiunea diferențiată pentru a crea o zonă de presiune joasă, care atrage substanțele chimice într-o linie cu apă sub presiune.



Fig.2.43. Dozator de îngrășămint Venturi Alfa

Fig.2.43. Alfa Venturi fertilizer spreader

http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/venturi/ro



Fig.2.44. Injector Mazzei

Fig.2.44. Mazzei Injector

<http://www.morami.ro/produse-seminte-si-rasaduri/injector-mazzei-reg-p3843.html>

Funcționarea acestuia are la bază apa aflată sub presiune care intră în orificiul de intrare a injectorului, este forțată să intre în camera de injectare și să se transforme într-un flux de jet de mare viteză. Creșterea vitezei prin camera de injectare determină scăderea presiunii, permițând substanței chimice să fie absorbită prin porul de aspirare și antrenată în fluxul de apă. Pe măsură ce jetul este răspândit către ieșirea din camera de injectare, viteza sa se reduce și este convertit în energie motrică (dar la o presiune mai mică decât cea de intrare în injector). Caracteristicile injectorului Mazzei se traduc prin economie de muncă, siguranță în utilizare în cazul substanțelor chimice sub vid, nu sub presiune, asigură distribuirea substanțelor chimice, nu este necesară o sursă externă de energie pentru majoritatea sistemelor, mentenanța este redusă iar substanțele chimice nu pot fi injectate atunci când sistemul de irigare este oprit. Injectorul este disponibil, fabricat din polipropilenă sau PVDF (Kynar - este extrem de rezistent la majoritatea substanțelor chimice, inclusiv acizi) și conexiuni BSPT (filet). Instalarea unui injector Mazzei se poate observa în figura 2.45.

Pompele de injecție sunt acționate de motoare electrice, motoare cu ardere internă, sau hidraulic prin presiunea a apei din sistemul de irigare. *Pompele hidraulice* (figura 2.46) sunt versatile, fiabile și prezintă costuri scăzute de operare și întreținere. O mișcare a diafragmei sau a pistonului injectează soluția de îngrășămint în sistemul de irigare. Pompele cu diafragmă și pompa de apă cu piston combină precizia, fiabilitatea și costurile reduse de întreținere (figura 2.46 a, b, c). Pompele hidraulice utilizate în fertirigare pot fi automatizate. Un transmițător de impuls este montat pe pompă iar mișcarea pistonului sau a diafragmei trimite semnale electrice către controlerul care măsoară volumul livrat. Măsurarea poate fi efectuată și cu contoare pentru îngrășămint mici instalate pe tubul de injecție.

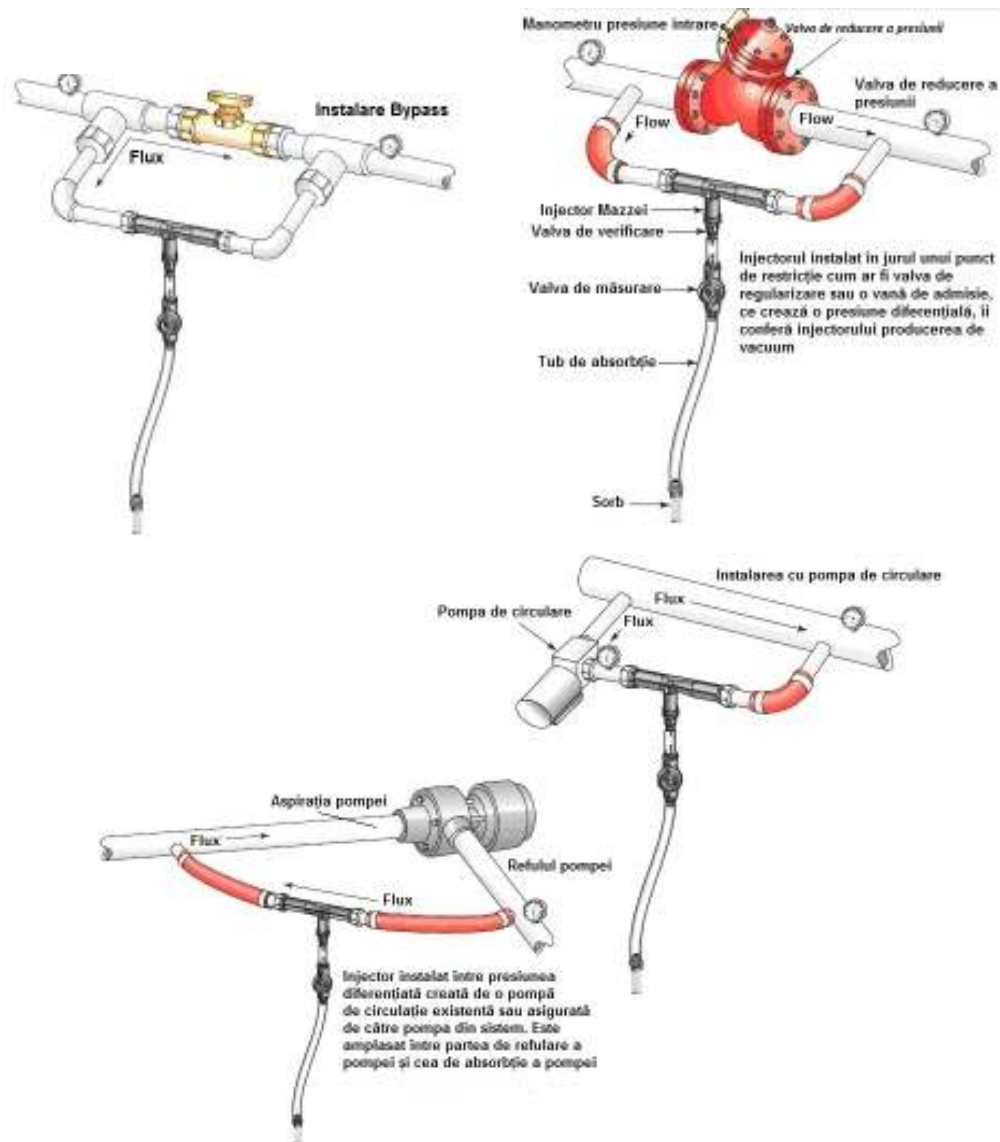


Fig.2.45. Instalare injector Mazzei

Fig.2.45. Install Mazzei injector

<http://www.morami.ro/produse-seminte-si-rasaduri/injector-mazzei-reg-p3843.html>

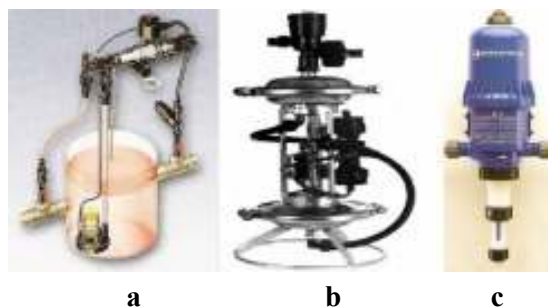


Fig.2.46. Pompe hidraulice:

a - cu piston; *b* - cu diafragmă; *c* - fără scurgere.

Fig.2.46. Hydraulic pumps:

a - with piston; *b* - diaphragm; *c* - no leakage
<https://www.scribd.com/doc/20157961/Micro-Irrigation-Technology-and-Applications>

Controlerul repartizează soluția de îngrășământ în conformitate cu un program prestabilit. În serie, aplicarea simultană a unei soluții cu mai mulți nutrienți este procedeul cel mai folosit. Atunci când compușii chimici diferiți din îngrășămintele sunt incompatibili și nu pot fi combinați într-o soluție concentrată din cauza riscului de descompunere sau precipitare, se instalează în capul de control două sau trei injectoare în linie, unul după celălalt. Raportul de aplicare între injectoare este coordonat de controlerul de recirculare. În serie, apa de irigare este amestecată cu îngrășămintele într-o cameră de amestecare (mixer) (figura 2.47).

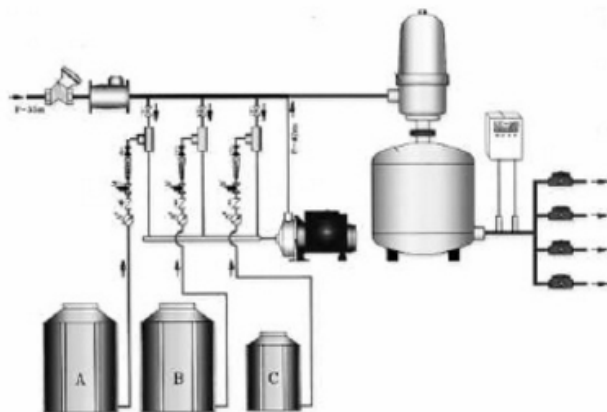


Fig.2.47. Cameră de amestecare (mixer)

Fig.2.47. Mixing chamber (mixer)

<https://www.scribd.com/doc/20157961/Micro-Irrigation-Technology-and-Applications>

Pompele dozatoare (figura 2.48) sunt destinate amestecării fertilizanților cu apa, automat și fără utilizarea energiei, în vederea irigației. Pompa dozatoare este folosită pentru aplicarea precisă a fertilizanților. O pompă dozatoare poate fi acționată hidraulic sau electric, cele acționate hidraulic fiind de preferat datorită diversității punctelor unde trebuie aplicat tratamentul. Pentru acționarea hidraulică, apa este preluată din rețea și folosită ca forță motrică, apoi este evacuată în câmp.

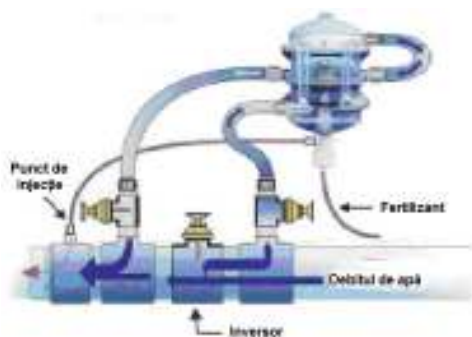


Fig.2.48. Pompă dozatoare

Fig.2.48. Dosing pump

http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/dosatron/ro

După modul de realizare a presiunii, pompele folosite sunt volumice și centrifugale, putând asigura concentrații ale soluției de 2 ... 5% pentru limite de debit de 4 ... 1000 m³/s.

Tipuri de pompe (figura 2.49).



Fig.2.49. **Tipuri de pompe - pompe centrifugale:**

A – motoare pe benzină; **B** – motor electric; **C** – motor hidraulic; **D** – pompă submersibilă.

Fig.2.49. **Pump types - centrifugal pumps:**

A – based on petrol; **B** – electric motor; **C** – hydraulic motor; **D** – submersible pump.

http://www.haifagroup.com/knowledge_center/articles/haifa_articles/fertilizer_dissolving_aids_preparing_fertilizer_solution_easily.aspx

Pompele de dozare hidraulice (figura 2.50) sunt unități de dozare deosebit de precise, independente de presiune. Capacitatea de dozare variază proporțional cu lungimea cursei și poate fi setată la cele mai mici cantități repetabile.

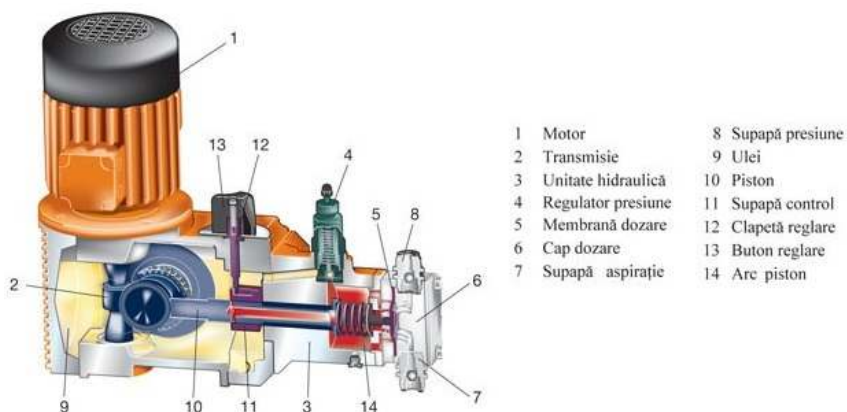


Fig.2.50. **Pompă dozatoare cu acționare hidraulică**

Fig.2.50. **Hydraulic displacement dispensing pump**

<http://www.pompadozare.ro/pompe-de-dozare/prominent/de-proces/cu-membrana-hidraulica/hydro>

Pompele dozatoare cu motor (figura 2.51) au intervale de întreținere reduse, control hidraulic exact, membrane durabile, dozare permanentă, sigură și precisă. Acestea



Fig.2.51. **Pompe dozatoare cu motor Hydro2/ Hydro3**

Fig.2.51. **Hydro2 / Hydro 3 engine dispensing pumps**

<http://www.pompadozare.ro/pompe-de-dozare/prominent/de-proces/cu-membrana-hidraulica/hydro>

prezintă o înaltă siguranță: regulatorul de presiune din unitatea hidraulică asigură protecție la suprasarcină, membrana multistrat cu dispozitiv de semnalizare la identificarea erorilor membranei – previne amestecarea agentului dozat cu uleiul hidraulic. Acestea dispun de o siguranță a pompelor garantată până la 6,4 MPa iar dozarea este exactă indiferent de proces. Mecanismul de acționare, pistonul mobil și membrana de dozare a pompelor Hydro alcătuiesc un ansamblu de motoare. Puterea motorului este transmisă la pistonul cu cap concav printr-un ax excentric. Cuplaje hidraulice sunt disponibile între piston și membrană.

Orificiile pentru distribuție din piston se închid în funcție de setările supapei de control. Cu ajutorul acestei supape, volumul lichidului hidraulic vehiculat de piston – implicit cursa de dozare – poate fi ajustat constant și cu liniaritate între 0 și 100 %. La finalul cursei de comprimare, arcul readuce pistonul în poziția sa inițială, declanșând cursa de aspirație. Dispozitivul integrat de reglare a presiunii asigură protecția pompei la suprasarcină, prevenind crearea suprapresiunii.

Pompa dozatoare cu membrană și acționare cu electromagnet (figura 2.52) este proiectată pentru aplicații variate și exactitate maximă. Are un interval de capacitate cuprins între 7,5 și 75 L/h, 2,5 – 0,1 MPa, prezintă reductoare de pulsații și defectoscoape și adaptabilitate la aplicațiile de dozare și precizie maximă. Unitatea de monitorizare a sistemului de injectare prin dozare contribuie la identificarea rapidă a erorilor din sistemul hidraulic, raportate cu ajutorul releelor. Sistemul de comandă este disponibil cu opțiuni versatile, compatibile cu majoritatea aplicațiilor. Conectarea se face direct la unitatea principală de comandă prin interfața PROFIBUS DP sau CAN BUS. Este posibilă utilizarea ca unitate centrală de comandă, asigurată de opțiunea “Process Timer-Temporizator proces”, care transformă PLC-ul într-un echipament programabil de control. *Datele tehnice* ale acestui tip de pompă includ o presiune cuprinsă între 0,1 și 2,5 MPa, viteză de pompare maximă (L/h): 7,5-75, volum cursă (ml/impuls): 0,62 - 62,5 și număr de curse (impulsuri/min): 200.



Fig.2.52. **Pompa dozatoare cu membrană și acționare cu electromagnet**

Fig.2.52. **Diaphragm dosing pump and solenoid actuator**
<http://www.pompadozare.ro/pompe-dedozare/prominent/solenoid/delta>

Dozarea cantitativă a îngrășământului dorit a fi injectat în sistemul de irigare în timpul fiecărei aplicări cu apă, se face automat sau manual.

Dozarea proporțională menține un raport prestabilit, constant, între apa de irigație și soluția de îngrășământ. Pompele injectează soluția de îngrășământ într-o structură pulsatorie, iar injectoarele Venturi aplică îngrășămintele continuu și în concentrație constantă. Pentru a se evita daunele cauzate de eroziunea soluțiilor de îngrășămintă,

accesoriile expuse la soluțiile injectate trebuie să fie rezistente la acest factor. Dispozitivul de injectare și sistemul de irigare trebuie să fie spălate după injectarea îngrășămintelor. La fiecare conectare a sistemului de irigare la o rețea de alimentare cu apă potabilă, trebuie luate măsuri de precauție stricte pentru a se evita refluxul îngrășămintelor care conțin apă de irigare.

Refluxul apare atunci când presiunea scăzută din conducta de alimentare este generată de un gradient hidraulic auxiliar în conductele subdimensionate din conducta de alimentare, o întrerupere a liniei de alimentare, defecțiunea pompei sau o întrerupere a alimentării. Suprapresiunea apare când presiunea din sistemul de irigare este mai mare decât în rețeaua de alimentare cu apă. Acest lucru se întâmplă atunci când pompele sunt utilizate pentru irigare sau atunci când zona irigată este topografic superioară unui rezervor de alimentare cu apă. Un întrerupător cu vid atmosferic instalat dincolo de ultima supapă permite aerului să curgă în momentul coborârii presiunii. Un întrerupător de vid sub presiune are o supapă atmosferică care este încărcată intern de un arc. Această supapă nu este potrivită pentru sistemele de fertirigare operate de o sursă externă de energie. Întrerupătoarele de vid sunt eficiente numai împotriva refluxului și nu împiedică apariția presiunii inverse.

Pentru evitarea refluxului și suprapresiunii se folosește un set de două valve în tandem, încărcate cu un arc sau greutate, dispozitivul fiind instalat în amonte de sistemul de injecție. Un dispozitiv de prevenire a refluxului de presiune redusă constă din două valve de sarcină încărcate intern, separate printr-o zonă de presiune redusă. Când presiunea în aval este mai mare decât presiunea în amonte, apa este eliberată în atmosferă și nu curge înapoi. Acolo unde fertirigarea se folosește în mod constant, umiditatea solului și conținutul de nutrienți sunt monitorizate în mod automat, iar apa și îngrășămintele sunt reumplute la valori predefinite.

Sistemele pentru automatizarea fertirigării sunt reprezentate de echipamente automate (calculatoare) de injectare a fertilizanților în apa folosită la irigația prin picurare, permițând un control foarte exact asupra procesului de fertilizare, și totodată asupra creșterii plantelor. Firma *Hanna Instruments* vine cu conceptul controloarelor pentru fertirigare avansată din seria *HI 8000* (figura 2.53), care asigură: disponibilitatea de a controla aciditatea apei pentru irigație prin citirea continuă a valorilor de pH prin intermediul electrozilor instalați pe linia de fertirigare și posibilitatea de a doza 4 fertilizanți grație controlului valorilor de conductivitate, angrenarea a 4 electrovalve independente, citirea corectă dată de dublul control al valorilor de pH și EC (conductivitatea electrică a apei), atât la intrare cât și la ieșire, 10 programe de fertirigare, fiecare din acestea fiind independent și autonom atât pentru valorile de pH/EC cât și în ce privește numărul de sectoare asupra cărora acționează. Activarea oricărui program poate fi făcută manual, cu temporizare, prin intermediul radiației solare sau cu activare externă, permite curățarea filtrelor și controlul complet automat al pompei principale. Toate modelele sunt dotate cu port de comunicare RS232 pentru conectare la computer sau pentru control la distanță printr-o rețea GSM (HI 504901).



Fig.2.53. Controlor fertirigare Hanna

Fig.2.53. Hanna fertilizer controller

<http://www.hannainst.ro/Sisteme-de-fertirigare/Controlere-pentru-fertirigare-avansat%C4%83--cID1374--pID1553.html>

Sistemele integrate automate de fertirigare FERTIJET (Bypass System) (figura 2.54) injectează îngrășăminte lichide în linia principală. Deoarece acest aparat injectează din exterior, este numit sistem by-pass. Prezintă monitor pentru conductivitatea electrică/pH și ejectoare electronice, conectate la controler. Fiind un sistem în linie, apa și fertilizantii sunt amestecați în tanc, după care soluția este eliberată în câmp. Modelele standard disponibile au o capacitate de 9, 25, 35 și 60 metri cubi/oră, la 0,25 ... 0,3 MPa.



Fig.2.54. Sistem integrat FERTIJET (Bypass System)

Fig.2.54. Integrated FERTIJET System (Bypass System)

<http://www.jains.com/irrigation/automation%20systems/Fertigation%20solutions.htm>

2.11. Concluzii parțiale

- După locul de cultură, plantele legumicole se regăsesc în câmp și cele cultivate în diferite spații special construite și amenajate în acest scop.
- Culturi optime se obțin ținându-se cont de acțiunea asupra proprietăților fizico-chimice și biologice ale solului, de normele de fertilizare și particularitățile sistemului radicular.
- Doza de îngrășămintă folosită se stabilește ținând seama de măsura în care cantitatea care s-a încorporat în sol poate fi folosită de către plantele legumicole.
- Fertilizarea, se poate face prin injectare în sol, împrăștiere pe toată suprafața solului, încorporare în sol, administrare localizată, prin apa de irigare, fertilizare foliară sau odată cu însămânțarea.
- Pentru fertilizarea solului se folosesc îngrășămintă organice solide și lichide, îngrășămintă chimice solide și lichide.
- Culturile legumicole au parte de fertilizări de bază (înainte de înființarea culturii), fertilizări faziale (pe faze de vegetație) și hidrolizante (odată cu apa de irigație).
- Culturile din spațiile acoperite condiționează obținerea unor producții ridicate doar prin fertilizarea suplimentară.

- Îngrășămintele organice solide sunt reprezentate de gunoiul de grajd în diverse stadii de fermentare, iar mașinile destinate administrării îngrășămintelor organice execută împrăștierea acestora pe suprafața solului.
- Îngrășămintele organice lichide se introduc în remorci speciale (cisternă), fiind administrate prin împrăștiere pe suprafața solului sau prin injectare în sol.
- Administrarea îngrășămintelor chimice solide și amendamentelor se face mecanizat, prin împrăștiere sau încorporare în sol, cu mașini de administrat îngrășămintele prin centrifugare sau pe cale pneumatică.
- Îngrășămintele chimice lichide, reprezentate de apele amoniacale, amoniacați sau amoniacul anhidru, se administrează cu mașini speciale tip cisternă.
- Irigarea prin picurare se face localizat și cu debite mici, având continuitate în spațiu dar discontinuitate în timp.
- Udarea prin picurare se poate face la suprafață sau subteran, regimul de irigație cuprinzând norma de irigare, norma de udare, intervalul dintre udări, momentul aplicării udării, numărul și durata udărilor, intervalul de timp dintre udări.
- Un sistem de irigare prin picurare a culturilor legumicole este compus din grupul de pregătire a apei, echipamentul de udare și echipamentul de monitorizare a instalației.
- Grupul de pregătire a apei asigură racordarea la sursa de apă, filtrarea apei, administrarea îngrășămintelor în apa de irigare, reglarea și măsurarea debitului și presiunii apei.
- Echipamentul de udare este format din conductele de transport, conductele de udare și dispozitivele de picurare. Picurătoarele reprezintă nucleul sistemului de irigare prin picurare, fiind emițătoare de apă de dimensiuni reduse, care preiau apa din conducta de udare și o distribuie la plante.
- Programatoarele de irigare sunt computere care asigură udarea exact la momentul oportun, prin setarea duratei și intervalului dorit de udare.
- Instalația de fertirigare asigură aplicarea combinată a apei și a nutrienților. Pentru prepararea soluției fertilizante se utilizează îngrășământ lichid sau îngrășămintele solide solubile.
- Echipamentul de fertirigare este alcătuit din rezervor pentru îngrășămintele, cap de control cu injector Venturi, pompe de injecție și programatoare.

PARTEA A II-A
CONTRIBUȚII PROPRII

PART II
OWN RESEARCHES

CAPITOLUL III
SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT
CHAPTER III
AIM AND GOALS OF PHD THESIS

3.1. Scopul tezei de doctorat

Din totalul resurselor de apă de pe glob, numai 3% au apă proaspătă (nesărată) din care aproape 1% din total, nu sunt accesibile. Restul de 2% din resursele totale de apă dulce sunt neuniform distribuite. În multe zone resursele de apă sunt contaminate continuu cu reziduuri menajere, cu ape poluate din industrie sau din agricultură. Potrivit analizelor FAO, în următorii 25 ani circa 25 % din terenurile agricole din lume vor fi neproductive din cauza salinizării, iar în anul 2050 acestea vor crește la 50%. Comisia Internațională pentru Irigații și Drenaje (ICID) pentru Europa atrage atenția asupra necesității elaborării de strategii care să cuprindă direcții prioritare de cercetare a sistemelor adecvate de utilizare a terenurilor, management performant al apei la nivel local și regional. În ultimul secol, managementul apei din mediul rural în Europa s-a axat exclusiv pe domeniul irigațiilor și drenajului, fără a avea în vedere necesitățile ecologice. La nivel global, pentru producerea hranei, se consumă o cantitate de apă de 7130 miliarde m³/an din care 1570 miliarde m³/an prin irigare, iar restul provine din precipitații.

Aceeași hrană care va trebui să fie produsă pentru un număr tot mai mare de oameni, se va obține tot mai mult cu ajutorul suplimentar al îngrășămintelor. Este știut faptul că legumele, baza alimentației umane, din cauza perioadei lungi de vegetație și a recoltelor mari rezultate, au cerințe mari față de apă și elemente nutritive. În vederea asigurării acestor două elemente, intervine cultivatorul prin aportul de apă și substanțe fertilizante. Datele de specialitate arată că, pe plan mondial, 60% din soluri au o fertilitate redusă sau foarte redusă, 29% din soluri au o fertilitate moderată și doar 11% au o fertilitate ridicată. Pesticidele, erbicidele și fertilizanții au un efect nociv asupra solului prin nimicirea faunei.

Irigarea prin picurare se face localizat și cu debite mici. Caracteristicile utilizării irigării prin picurare și/sau a fertirigării implică satisfacerea nevoilor prezentului fără a compromite posibilitățile viitoare. Caracterul conservativ al metodei este oferit de reducerea cantității de îngrășămintă și produse chimice necesare, reducerea consumului de apă datorită creșterii capacității rădăcinilor de a reține și stoca apa, reducerea riscului de înmulțire a bolilor și dăunătorilor, micșorându-se sau evitându-se unele tratamente

chimice, diminuând poluarea, scurgerea redusă de produse chimice în rezerva de apă dulce, eliminarea eroziunii solului, aplicarea nutrienților poate fi controlată la momentul precis în care aceștia sunt necesari și în cantitatea dorită, costuri reduse.

În întâmpinarea problemelor actuale îndelung dezbătute și păstrând nota de îngrijorare la nivel mondial, se înscriu și cercetările realizate în această teză de doctorat.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de fertilizare și udare prin picurare prin optimizarea echipamentelor specifice, utilizate în cadrul culturilor legumicole, în vederea obținerii de recolte corespunzătoare din punct de vedere calitativ prin mijloace care implică o utilizare rațională și judicioasă a apei și substanțelor nutritive.

Având ca punct de plecare urmărirea și analiza stadiului actual al tehnologiei și conceptului privind echipamentele și aparatele utilizate pentru desfășurarea procesului de fertilizare și udare prin picurare, s-a recomandat optimizarea exploatarei unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare. Ambele echipamente au fost proiectate și realizate la „Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară” din Iași.

3.2. Obiectivele tezei de doctorat

Pentru atingerea scopului vizat, acela de a optimiza exploatarea unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare, s-au propus obiective ca:

- studierea importanței și utilității fertilizării solului;
- studierea importanței și necesității udării prin picurare și a fertirigării;
- cercetarea și studierea literaturii de specialitate cu scopul informării asupra efectului asupra solului și a culturilor legumicole a substanțelor nutritive suplimentare și a apei din irigații;
- studierea literaturii de specialitate în vederea informării asupra impactului irigării prin picurare odată cu administrarea substanțelor nutritive;
- studierea literaturii de specialitate în vederea informării asupra stadiului actual și a tendințelor în ce privește tehnologia de mecanizare a fertilizării solurilor destinate culturilor legumicole;
- studierea literaturii de specialitate în vederea informării asupra stadiului actual și a tendințelor în domeniul tehnologiei irigării prin picurare și fertirigării;
- proiectarea și realizarea unui instalații de irigare prin picurare și fertirigare a unor culturi de tomate și ardei în spații protejate;
- încercări experimentale în condiții de laborator pentru determinarea parametrilor de lucru ai instalațiilor de irigare;
- înființarea unei culturi de tomate și a unei culturi de ardei în spațiu protejat care vor beneficia de aportul fertilizării prin intermediul apei de irigare prin picurare, fertilizării chimice și fertilizării cu microorganisme;
- încercări experimentale în condiții de câmp pentru determinarea gradului de

eficiență a instalației de fertirigare comparativ cu metodele clasice de fertilizare a culturilor legumicole realizate în spații protejate;

- executarea unui stand de udare prin picurare în vederea determinării debitului și uniformității udării în funcție de valoarea presiunii;

- optimizarea instalației de fertirigare în vederea obținerii de rezultate care să pună în evidență avantajele metodei în fața celor clasice de fertilizare, în cadrul culturilor legumicole;

- realizarea unui echipament de fertilizare prin împrăștiere gravitațională (prin folosirea unui dispozitiv tip placă) și centrifugală (dispozitiv tip disc) pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate, montat pe motocultorul VALDAPANA, utilizat pentru fertilizarea solului în cadrul culturilor legumicole;

- stabilirea cantității de îngrășământ împrăștiată gravitațional, utilizând diferite rapoarte de transmisie, în urma utilizării echipamentului, prin efectuarea de încercări experimentale în condiții de laborator;

- stabilirea gradului de acoperire cu îngrășămintă a solului în urma utilizării echipamentului de fertilizare cu dispozitivele de împrăștiere gravitațională și centrifugală, prin efectuarea de încercări experimentale în condiții de câmp;

- analiza statistică a datelor obținute;

- prelucrarea și interpretarea datelor experimentale pentru o concluzionare finală.

CAPITOLUL IV MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

CHAPTER IV MATERIAL AND RESEARCH METHOD

4.1. Caracterizarea cadrului general în care s-au efectuat experiențele

4.1.1. Așezarea în teritoriu

Cercetările experimentale în spațiu protejat care au vizat optimizarea echipamentului de udare prin picurare, fertilizare prin intermediul apei de irigare și fertilizare prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Ferma Horticola nr.3 "Vasile Adamachi" a Stațiunii Didactice din Iași. Cercetările experimentale privind optimizarea echipamentului de udare prin picurare și fertilizare prin intermediul apei de irigare, s-au efectuat în Sectorul Legumicol al fermei (figura 4.1), iar cele care au vizat fertilizarea prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Sectorul Pomicol al aceleiași ferme (figura 4.2).



Fig.4.1. Sectorul Legumicol al Fermei "Vasile Adamachi"

Fig.4.1. Vegetable sector of "Vasile Adamachi" Farm
<https://www.google.ro/maps/@47.1953761,27.5469511,1315m/data=!3m1!1e3?hl=ro>



Fig.4.2. Sectorul Pomicol al Fermei "Vasile Adamachi"

Fig.4.2. Orchard sector of "Vasile Adamachi" Farm
<https://www.google.ro/maps/@47.1953761,27.5469511,1315m/data=!3m1!1e3?hl=ro>

Ferma didactică „V. Adamachi” este amplasată în nord-vestul municipiului Iași, fiind încadrată în coordonatele geografice: 47°10' și 47°15' latitudine nordică și 27°30'

longitudine estică. Din punct de vedere teritorial-administrativ, ferma face parte din teritoriul cadastral al municipiului Iași, fiind delimitată la nord de sediul S.C. VINIFRUCT-COPOU S.A. și intravilanul orașului Iași din Aleea Mihail Sadoveanu, la est de perimetrul construit al U.Ș.A.M.V. Iași, la sud-vest și vest de terenurile fermei viticole a S.C. VINIFRUCT-COPOU S.A., iar la nord-vest de strada Viticultorilor din vecinătatea Colegiului Agricol și de Industrie Alimentară „V. Adamachi” Iași.

Ferma horticola se situează pe versantul dinspre vest și sud, adiacent dealului Copou, integrându-se în zona de silvostepă a Podișului Central al Moldovei. Teritoriul fermei este străbătut de două talveguri secundare, cu orientare sudică și sud-vestică, care se unesc la bază înspre sud, formând valea ce face legătură cu șesul Bahluiului.

4.1.2. Condițiile geomorfologice

Relieful este variat, cu versanți situați pe curbe de nivel variind între 170 și 90 m altitudine și cu panta de 12 ... 21% iar în partea de S-V se află zona de platou cu pante de 5 ... 8 %. Microrelieful și relieful terenului se diferențiază prin forme pozitive și negative, din platourile largi cu pante de 2 - 3%, versantul cu panta de 10 ... 25 % cu înălțimi înguste cuprinse între 80 m și 180 m. Gruparea terenului agricol pe principalele forme de relief și categorii de pantă evidențiază următoarea distribuție: 22 ha sunt situate pe platouri, versanți și văi, 21 ha pe versanți cu panta de 10 ... 15 % și 11 ha pe versanți cu panta de 15 ... 25 % .

În cadrul fermei horticole „V.Adamachi” Iași predomină cernoziomul cambic ce ocupă circa 80% din suprafața stațiunii. Cernoziomul cambic are o textură luto-argilooasă, cu un conținut al fracțiunii granulometrice de argilă ce variază între 33,3 și 38,2 %, structura este granulară, respectiv poliedrică subangulată mijlocie. Frecvența cea mai mare a macroporilor, coprolitelor și cervotocinelor se înregistrează la înierbarea de durată, unde activitatea rămelor (*Lumbricus terrestris*) este mai intensă. Numărul mare de macropori rezultați în urma activității rămelor, a descompunerii rădăcinilor de plante și continuitatea porilor, măresc permeabilitatea solului și viteza de infiltrare a apei provenite din precipitații.

Reacția solului este slab alcalină, valorile pH-ului fiind cuprinse între 7,5 și 8,2. Valoarea maximă a pH-ului se înregistrează la nivelul orizontului de acumulare a carbonatului de calciu.

Humusul este prezent în sol în proporție de 0,54 ... 5,6 % la înierbarea de durată și de 0,86 ... 2,90 % la ogorul negru. Valorile mai mari înregistrate la înierbarea de durată, în special pe adâncimea de 0 ... 19 cm, se datorează aportului însemnat de materie organică reprezentat de sistemul radicular al plantelor perene, precum și a părților aeriene ce rămân la suprafața solului după cosire, cu rol de mulci. Valorile conținutului în azot total s-au corelat cu cele ale humusului. Distribuția pe profil a azotului total la înierbarea de durată evidențiază rolul plantelor perene în fixarea azotului, contribuind la diminuarea pierderilor prin levigare.

Conținutul de potasiu mobil se încadrează în intervalul 173 ... 405 ppm, în timp ce fosforul mobil are valori de 6 ... 37 ppm. Din punct de vedere chimic, raportul C/N oscilează între 11 și 14, iar reacția chimică are valori în jur de neutru, pH-ul având valori

cuprinse între 6,5 și 8,3. Solul conține azot total între 0,16 și 0,26 %, fosfor mobil în cantități ce variază de la 1 la 4,2 % și potasiu mobil în jur de 20 ... 25 %.

4.1.3. Hidrografia

Relieful, destul de accidentat, și predominarea suprafețelor în pantă, fac ca apa de ploaie și aceea provenită din topirea zăpezilor să se scurgă repede pe o serie de suprafețe de scurgere îndreptate către văile apropiate și transportate apoi mai departe în Valea Cârligului, Valea Rufenilor și Valea Rediului. Conținutul mare de argilă al solului ajută la îmbibarea lui cu mai multă apă, dar și la uscarea rapidă a acestuia. Alternanța scurtă și repetată a zilelor liniștite și a celor cu vânt, face ca uscarea solului primăvara să se facă în scurt timp. Apele subterane ies la suprafață în izvoare de coastă și în izvoare de văi, cu un debit variabil. Izvoarele de coastă alimentate din pânzele de apă freatică de deasupra păturilor de marnă, mai impermeabile, provoacă, la schimbările mai abrupte de pantă, denivelări de teren, alunecarea, fragmentarea și vâlurirea coastelor.

Apele din izvoarele de coastă și de vale au un conținut de cloruri și sulfati destul de ridicat, astfel încât, cu timpul, straturile de sol de la suprafață se salinizează prin concentrarea apei în săruri datorită evaporării. Aceste ape au provocat și întreținut salinitatea locală a coastelor și salinizarea solului din văi. Se recomandă captarea apei din izvoarele de coastă, spre a opri și preîntâmpina alunecările de teren.

4.1.4. Factorii climatici

Clima are un caracter temperat continental cu nuanțe excesive, cu ierni geroase și veri călduroase, uneori cu perioade de secetă în lunile iunie ... august. Climatul se caracterizează prin alternanțe de zile calde și liniștite, cu zile înnorate și vânt, în perioadele de trecere de la iarnă la primăvară și de la toamnă la iarnă. Se constată frecvența gerurilor târzii în luna aprilie și a brumelor timpurii începând cu jumătatea lunii octombrie, cu o frecvență a anilor secetoși de la 3 la 4 ani.

4.1.4.1. Regimul termic

Valoarea medie anuală a temperaturii multianuale în Podișul Moldovei este de 9,6⁰C, luna cea mai rece a anului fiind ianuarie cu media multianuală de (-) 3,6⁰C, iar cea mai călduroasă lună este iulie, cu media multianuală de 21,3⁰C. La suprafața solului minima absolută coboară până la (-) 35⁰ C. Brumele timpurii de toamnă apar după 15 octombrie, când de multe ori survin și înghețuri. Numărul zilelor cu temperaturi mai mici de 0⁰C este în jur de 40, iar numărul celor cu temperaturi de peste 10⁰C este de 186.

4.1.4.2. Regimul precipitațiilor

În cea mai mare parte a anului precipitațiile cad sub formă de ploaie, cu excepția intervalului cuprins între datele medii de 23 noiembrie și 21 martie, când se înregistrează 31 ... 42 zile cu ninsoare. Regimul pluviometric exprimat prin media pluviometrică multianuală a precipitațiilor în ecosistemul horticola Iași este de 542,5 mm, față de 638 mm media pe țară.

Distribuția precipitațiilor în timpul anului este neuniformă, pe anotimpuri

repartiția fiind astfel: în primăvară precipitațiile sunt în proporție de 24,3%, vara procentul este de 37,6%, în toamnă poate ajunge până la aproximativ 19,7%, pentru ca în iarnă ponderea precipitațiilor să fie de 18,4%. Umiditatea naturală a solului și cea a aerului influențează într-o mică măsură producția, conținutul de apă al solului trebuie să fie menținut la nivel constant prin udări periodice, în funcție de cerințele plantației viticole sau a celei pomicole. Primăvara, la topirea zăpezii se produc mari revărsări, mai ales atunci când solul este înghețat sau îmbibat cu apă, făcând ca infiltrația apei în sol să fie foarte mică. Lunile cele mai bogate în precipitații sunt iulie, octombrie, când se înregistrează 90,4 mm lunar. Un fenomen specific îl constituie ploile cu caracter torențial, sub formă de averse, în sezonul cald. În cursul unui an se înregistrează în medie 191 zile fără precipitații, iar gruparea lor în perioade mari are repercusiuni mici asupra producției.

4.1.4.3. Umiditatea relativă a aerului

Umiditatea relativă a aerului are o medie anuală cuprinsă între 50 % și 80 %. Umiditatea relativă a aerului prezintă variații mari de la un an la altul. În lunile de iarnă, umiditatea relativă a aerului are valori cuprinse între 70 și 93 %, datorită căderilor de zăpadă. Vara, umiditatea relativă a aerului prezintă valori de circa 69 %, datorându-se temperaturilor ridicate.

4.1.4.4. Regimul eolian

Viteza medie a vânturilor nu este uniformă. În peste 50 de zile pe an viteza vântului depășește 16 m/s, iar în 5 zile pe an viteza acestuia este de cel puțin 22 m/s.

Iarna, deși frecvența vânturilor este mai mică, se manifestă destul de activ crivățul care bate din nord-estul Europei, producând frig și viscole puternice. Vânturile din sectorul vestic (NV, V, SV) și sudic au maximul de frecvență în sezonul cald, favorizând insolația și temperatura de care beneficiază terenurile cu expoziție nordică și estică. Vânturile din sectorul estic (NE, E, SE) sunt mai active în sezonul rece, inclusiv sub forma crivățului geros și însoțit de viscole. Prin carența lor în vapori de apă, contribuie în perioada de vară-toamnă la aridizarea climatului și creșterea deficitului de apă.

4.1.4.5. Lumina și nebulozitatea

Prin poziția sa geografică județul Iași beneficiază de condiții bune din punctul de vedere al radiațiilor solare. Cantitatea de radiații care ajunge la nivelul solului depinde atât de durata de strălucire a soarelui cât și de nebulozitatea specifică acestei zone. Distribuția radiației globale este neuniformă în cursul anului și are valori medii de 82 ... 84 kcal/cm², în timp ce iarna se reduce mult (ianuarie -2,2 kcal/cm²). Gradul de luminozitate se apreciază prin suma orelor de strălucire a soarelui. Numărul mediu anual de zile cu cer senin la Iași este de 107, cel al zilelor cu cer noros ajunge la 114, iar cel cu cer acoperit, la 224 zile. Nebulozitatea are valori ridicate începând cu luna septembrie, continuând în ritm crescător până în luna decembrie, când începe să scadă. În timpul rece al anului, nebulozitatea reduce aprovizionarea solului cu apă, favorizând acumularea acesteia.

4.1.5. Vegetația spontană și cultivată

Teritoriul fermei face parte din zona de silvostepă, iar locul pe care îl ocupă în

cadrul Podișului Moldovei și amplasarea între stepa de pe luncile zvântate și pădurile din unitățile înalte din vest și sud, îi conferă mai mult calitatea de etaj, decât de zonă fitopedoclimatică. Cu toate că biotopul natural a suferit modificări prin intervenția factorului antropic, vegetația spontană întâlnită la ora actuală pe suprafețe izolate, improprie pentru agricultură, constituie o caracteristică importantă a peisajului, corelațiile morfofitopedoclimatice fiind evidente.

Vegetația de silvostepă se caracterizează prin asociații de ierburi xeromezofile și xerofile, ce alternează pe arii restrânse cu păduri. Pe versanții însoriți, vegetația pajiștilor primare este reprezentată prin asociații ca *Medicagini-Festucetum valesiacae*, *Stipetumlessingianae*, *Festucetum pseudovinae*, *Botriochloetum ischaemii* ș.a. La baza versanților și pe văile principale se întâlnesc asociații ca *Lolietum perenis*, *Agrostemum stoloniferae*, *Festucetum pratensis*, *Agropyretum repentis* ș.a. Vegetația terenurilor înmlăștinate și a bălților este constituită din asociații ca: *Scirpo-Phragmidietum arundinaceae*, *Catabrosetum aquaticae*, *Glicerio-Sparganietum*, *Scirpetum maritimi*, *Lemnetum minoris* ș.a. Terenurile sărăturoase sunt ocupate de o vegetație halofită, reprezentată prin asociații de tipul: *Puccinelieta distantis*, *Juncetum gerardii*, *Suaedeto-Kochietum hirsutae*, *Salicornietum herbaceae* ș.a. Pe suprafețele agricole se întâlnesc, alături de plantele cultivate, și specii de plante spontane a căror combatere constituie o măsură importantă, de care depinde cantitatea și calitatea producției speciilor cultivate.

Vegetația lemnoasă spontană este reprezentată prin arbori din genurile *Tilia*, *Acer*, *Prunus* și *Quercus* și arbuști, predominant din speciile *Cotinus coggigria*, *Crataegus monogina*, *Sambucus nigra*, *Cornus mass* și *Rosa canina*. Vegetația lemnoasă cultivată este reprezentată de măr, păr, cireș, vișin, prun, cais, piersic, zmeur și viță de vie.

4.1.6. Tehnologia de cultură a speciilor legumicole luate în studiu

Pentru realizarea experiențelor din spațiul protejat din cadrul Sectorului Legumicol al Fermei „Vasile Adamachi”, s-a ales o cultură de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) și una de ardei (*Capsicum annuum* L.). S-a folosit hibridul de tomate *Minaret* și hibridul de ardei *Brillant FI*. Pentru fiecare dintre acestea s-a respectat tehnologia de cultură specifică.

Înființarea culturilor s-a realizat într-un solar tip tunel, cu lățimea de 5,4 m și lungimea de 25 m, cu o densitate a plantelor de 31.740 plante/ha.

Minaret FI este un hibrid timpuriu de tomate, cu creștere rapidă, semideterminată și fructe uniforme, fiind recomandat pentru cultivare în sere și solarii sau în câmp deschis. Hibridul prezintă rezistență ridicată la uscarea și ofilirea vasculară. Fructul prezintă o culoare roșu intens, uniform, cu o masă cuprinsă între 180 și 200 g. Planta prezintă o creștere rapidă, echilibru vegetativ-generativ stabil și toleranță la nematozi.

Brillant FI este un hibrid de ardei gras tip blocky, de la firma ZKI, generativ, pentru culturi libere extensive și intensive. Fructul este cubic, de culoare galben-verzui, prezintă 3-4 lobi, are o masă medie de 130...160 g, este cărnos, cu gust foarte plăcut, rezistent la păstrare și manipulare, care la maturitate este roșu. Coronamentul plantei este foarte puternic și nu necesită sistem de susținere.

În vederea înființării culturii din solar, *pregătirea terenului* s-a făcut din toamnă prin defrișarea culturii anterioare și scoaterea resturilor vegetale.

Fertilizarea de bază s-a realizat cu 30 t/ha compost, aplicat o dată la 2-3 ani (Stoleru, 2013). Mobilizarea adâncă a solului s-a realizat mecanic la adâncimea de 25 ... 28 cm cu un plug cultivator, completată cu o lucrare manuală.

Răsadurile au fost produse în sera înmulțitor, în palete alveolare, folosindu-se, în cazul tomatelor, circa 250 g sămânță pentru 1 ha, iar pentru ardei 500 g de sămânță. Răsadurile au fost repicate în ghivece din plastic de 8 cm la apariția primei frunze adevărate. Cu 10 ... 12 zile înainte de plantare s-a realizat călirea plantelor.

Plantarea s-a efectuat, în funcție de fiecare an al experienței, când temperatura solului s-a menținut constantă la 14-15°C. Plantarea a fost realizată manual, sub formă de benzi. Distanța de plantare a fost de 80 cm între benzi, 60 cm între rândurile de pe bandă și 45 cm între plante pe rând.

Lucrările de îngrijire au vizat completarea golurilor cu răsad din aceiași hibrizi în primele 10 zile de la plantare, în vederea realizării unei culturi omogene, menținerea solului afânat și liber de buruieni prin prașile repetate aplicate manual, la intervale de 10 ... 15 zile. *Afânarea solului* s-a efectuat manual, ori de câte ori a fost necesar, pe intervalul dintre rânduri și între plante pe rând. Prelucrarea solului are rolul de a distruge buruienile și a favoriza pătrunderea aerului la nivelul rădăcinilor și încorporarea îngrășămintelor aplicate fazial. Se execută la adâncime mică, de 8 ... 10 cm, pentru a nu fi afectate rădăcinile (Hoza, 2011).

Fertilizarea are rolul de a asigura necesarul de hrană pe întreaga perioadă de vegetație (Hoza, 2011). În cadrul experienței s-a realizat diferențiat, în funcție de varianta experimentală, existând 3 tipuri de fertilizări, fiecare pentru o variantă experimentală: fertilizarea concomitent cu irigarea prin picurare, fertilizarea clasică și fertilizarea cu produse pe bază de microorganisme.

Astfel, în cazul plantelor care au fost fertilizate concomitent cu irigarea prin picurare, nutriția s-a făcut de două ori pe săptămână, fertirigarea realizându-se dimineața. S-a folosit îngrășământ Nutrispore® - NPK (MgO) 30-10-10 - 300 kg/ha, Nutrispore® NPK (MgO) 15-10-30 - 425 kg/ha și Nutrispore® NPK 12-48-8 - 400 kg/ha. Cantitatea de îngrășământ per plantă a fost de 2 g. În vederea unei bune fertirigări, nutriția plantelor s-a efectuat între două udări consecutive.

La varianta supusă fertilizării chimice (metoda clasică), prin împrăștierea îngrășământului în zona fiecărei plante, s-au folosit îngrășămintele în echivalent de 200 kg/ha Cristaland® NPK 20-20-20, aplicat la fertilizarea de bază, 250 kg/ha Cristaland® NP 15-50 + 2MgO, aplicat în faza de buton floral (prima inflorescență) și 200 kg/ha de Cristaland® NPK 9-18-27+ 2 MgO, aplicat în fenofaza de formare a primelor fructe.

Plantele care au fost fertilizate cu îngrășământ pe bază de microorganisme au primit îngrășământ din gama Micoseed® MB, prin împrăștiere, în zona fiecărei plante, în echivalent de 60 kg/ha, aplicat la pregătirea terenului, cu 2-3 zile înainte de plantare. Conform datelor din literatura de specialitate, Micoseed® MB este un îngrășământ pe bază

de *Glomus sp.*, *Beauveria sp.*, *Metarhizium sp.* și *Trichoderma sp.* (Stoleru și colab., 2014). Tot la această variantă, în perioada de vegetație au fost aplicate 2 fertilizări cu Nutryaction® în cantitate de 5 L/ha, pentru a dinamiza activitatea biologică a plantelor.

Irigarea s-a realizat prin picurare, o dată la două zile, cu norme, în funcție de temperatura aerului și cea a solului, între 200 și 300 m³/ha.

Susținerea și palisarea plantelor. Palisarea s-a executat săptămânal, prin răsucirea plantelor pe sfori. Susținerea și palisarea plantelor este obligatorie pentru culturile din spații protejate, unde, datorită condițiilor de microclimat, plantele cresc mult în înălțime, iar din cauza greutății proprii nu se pot menține în poziție verticală. Această lucrare se aplică la speciile legumicole cu tulpina înaltă, în acest caz la tomate și ardei. Susținerea plantelor se face pe sfori care, cu un capăt se leagă de baza plantei prin intermediul unui clips, iar cu celălalt capăt de sârmă, și pe măsură ce plantele cresc, se răsucesc în jurul sforii. În cadrul culturii folosite la experiență, susținerea s-a realizat la 20 de zile de la plantare cu sfori lungi susținute de sârme fixate pe scheletul solarului (Ciofu și colab., 2004, Hoza, 2011).

Aerisirea este necesară în solarii deoarece se reglează temperatura, umiditatea și conținutul în CO₂. Se realizează prin deschiderea ușilor, durata aerisirii fiind influențată de condițiile de mediu din interior, dar și de cele atmosferice exterioare.

Combaterea bolilor și a dăunătorilor reprezintă o lucrare vitală în spațiile protejate, deoarece din cauza condițiilor optime se dezvoltă dăunători și agenți patogeni. Datorită faptului că în sectorul legumicol se practică un sistem integrat de protecție a plantelor, lucrarea de combatere s-a efectuat o dată la 10 ... 14 zile, folosind produse specifice în mod alternativ câte 1 ... 2, pentru a nu crea rezistența unor agenți patogeni la anumite produse (Ciofu și colab., 2004, Hoza, 2011).

Copilitul constă în suprimarea lăstarilor laterali (copili) de pe tulpina principală, care cresc la axila frunzelor, sau a celor crescuți la baza plantei (Ciofu și colab., 2004, Hoza, 2011). Copilitul s-a realizat săptămânal când copilii au ajuns la 5 cm lungime.

Defolierea s-a realizat, la tomate, după prinderea răsadurilor, când s-au îndepărtat 2 frunze de la bază. Operațiunea de defoliere s-a repetat pe măsură ce frunzele de la bază s-au îngălbenit.

Recoltarea fructelor s-a efectuat manual, eşalonat, pe măsură ce acestea au ajuns la maturitate. La tomate, recoltarea s-a făcut atunci când nuanța roșie a acoperit fructul în întregime. La ardei, recoltarea s-a efectuat când fructele au ajuns la maturitatea tehnică.

4.2. Materialul și metoda utilizate în efectuarea cercetărilor experimentale

4.2.1. Echipamentul utilizat în cadrul experiențelor pentru fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole

4.2.1.1. Echipamentul utilizat în cadrul experiențelor pentru fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole în condiții de câmp

Aplicarea suplimentară a îngrășămintelor chimice odată cu apa de irigație poartă denumirea de irigație de fertilizare, irigație fertilizantă sau fertirigație. Este o metodă de

fertilizare practică de multă vreme în Franța de către legumicultori, care introduc îngrășămintele chimice în saci pe care îi așază în canalul de irigație. Acest procedeu se folosește curent în California (S.U.A.) pentru aplicarea îngrășămintelor cu azot la legume, sub formă de soluții amoniacale foarte diluate, care se introduc în apa de irigație.

Aplicarea îngrășămintelor sub formă de soluții foarte diluate introduse în apa de irigație prezintă mai multe avantaje:

- eficacitatea îngrășămintelor crește prin vehicularea lor de către apă la nivelul rădăcinilor plantelor;
- se obține o repartiție mai uniformă a îngrășămintelor la suprafața solului și în adâncime;
- soluția de îngrășământ realizată prezintă o concentrație constantă, care nu are efecte defavorabile asupra plantelor;
- repartiția îngrășămintelor se face numai în stratul activ de sol, deoarece acestea intră într-o cantitate de apă care umectează acest strat;
- fertirigația are avantaje economice prin eliminarea cheltuielilor ce le comportă alte metode de aplicare a îngrășămintelor.

În cazul fertirigației se pot utiliza îngrășăminte solide în stare cristalizată sau granulat și îngrășăminte lichide. Din îngrășămintele solide se preferă cele cu solubilitate mare, mai ales cele cu azot cu folosire imediată (ureea, azotatul de amoniu și azotatul de potasiu). Pentru completarea cu celelalte elemente nutritive necesare plantelor se aplică și îngrășăminte cu fosfor și potasiu. În S.U.A. îngrășămintele de bază folosite sunt amoniacul anhidru și apele amoniacale.

La aplicarea îngrășămintelor solubilizate în apa de irigație este necesar să se țină seama de vârsta plantelor și de concentrația soluției ce o pot suporta plantele.

Îngrășămintele solide nu au toate aceleași putere de solubilizare, aceasta fiind diferită în funcție de natura îngrășământului:

- 100 kg azotat de amoniu în 90 L apă;
- 100 kg superfosfat în 100 L apă;
- 100 kg sare potasică în 100 L apă.

Metoda de aplicare a îngrășămintelor suplimentare solubilizate în apa de irigație comportă formarea inițial a unei soluții concentrate prin dizolvarea îngrășământului într-o cantitate cât mai mică de apă, care apoi este diluată cu apa de irigație până la concentrația necesară. Concentrația soluției se exprimă în g/L, în g/100 mL sau în procente.

Fertilizarea concomitent cu irigarea prin picurare este obligatorie în zonele aride sau semiaride și eficientă economic în zonele umede. Cercetările efectuate evidențiază o economie de forță de muncă (de 25 ... 40 lei/ha), de combustibil (6 ... 10 L/ha motorină) și de energie înglobată în produsele de fertilizare. La aceasta se adaugă sporuri de producție (de 6 ... 10 %) și protecția solului prin reducerea numărului de treceri ale utilajelor. Pentru protecția instalației de irigare prin picurare trebuie ca operația de fertilizare să înceteze cu minim o oră înainte de întreruperea udării, dar nu mai mult de 3 ore, pentru evitarea spălării îngrășămintelor aplicate. În cazul fertilizării odată cu irigarea prin picurare se

impun o serie de condiții:

- fazele de vegetație cu cerințe de hrană minerală să coincidă cu fazele de vegetație cu cerințe față de apă;
- utilizarea cu precădere a îngrășămintelor cu azot, având în vedere că în cursul vegetației plantele reacționează mai bine la dozele suplimentare de azot decât la cele de fosfor și potasiu. Aplicarea îngrășămintelor cu microelemente odată cu apa de irigație aspersată pe frunzele plantelor, constituie o metodă foarte eficientă;
- alegerea din sortimentul de îngrășămintele numai a celor cu solubilitate ridicată. Îngrășămintele greu sau parțial solubile produc perturbări în cursul procesului de fertilizație, prin obstruarea circuitelor de apă și în special prin înfundarea duzelor;
- asigurarea unei bune uniformități de distribuție, condiționată de uniformitatea de distribuție a apei de irigație. În cazul fertilizației prin aspersie se cere folosirea schemelor corecte de udare și evitarea fertilizației la viteze ale vântului riscante (maximum 3 m/s pentru aspersoarele tip ASJ 1);
- durată scurtă a administrării îngrășămintelor, în vederea asigurării controlului fertilizației. Se consideră suficientă durata de 30 ... 60 minute;
- administrarea îngrășămintelor trebuie să aibă loc spre sfârșitul udării, pentru evitarea pierderilor prin levigare, dar înainte de terminarea udării în scopul clătirii instalației cu apă curată (soluția de îngrășămintele are efecte de coroziune).

Cercetările experimentale pentru fertilizarea prin picurare a culturilor legumicole, s-au realizat într-un solar tunel de tip semicircular, cu lungimea de 25 m și lățimea de 5,4 m (figura 4.3).



Fig.4.3. Solar tunel de tip semicircular
(poză originală)

Fig.4.3. Semicircular Solar tunnel type
(original photo)

Experiențele au fost posibile cu ajutorul unei instalații de irigare prin picurare și fertilizare proiectate și realizate în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, catedra Mecanizarea Agriculturii. (figura 4.4).

Această instalație este alcătuită din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei (Corduneanu și colab., 2015).

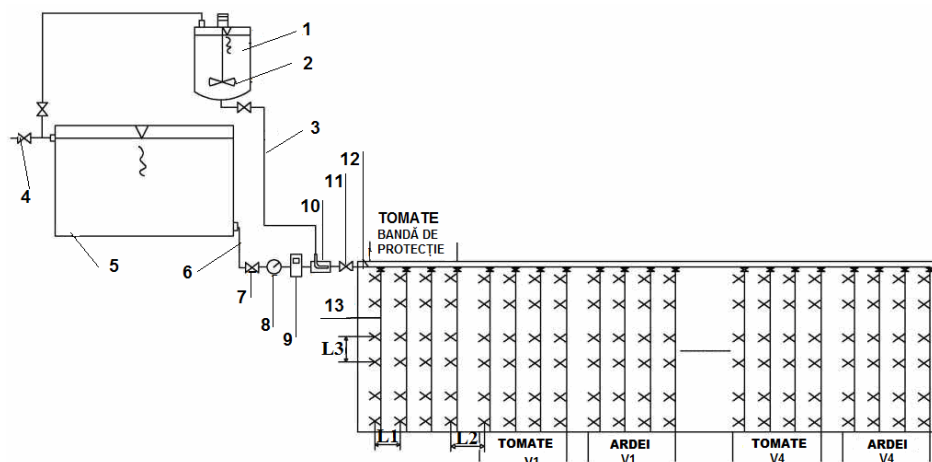


Fig.4.4. Schema instalației de irigare prin picurare și fertilizare:

1 – rezervor pentru îngrășământ; 2 – agitator; 3 – conductă; 4 – racord pentru alimentare cu apă a rezervorului; 5 – rezervor pentru apă; 6 – racord pentru alimentarea instalației de irigație; 7 și 11 – robineti; 8 – debitmetru; 9 – programator; 10 – ejector pentru amestec apă-soluție de îngrășământ; 12 – conducta principală; 13 – conducta cu picurătoare; L1 – distanța între rânduri pe bandă (60 cm); L2 – distanța între benzi (80 cm); L3 – distanța între plante pe rând (45 cm).

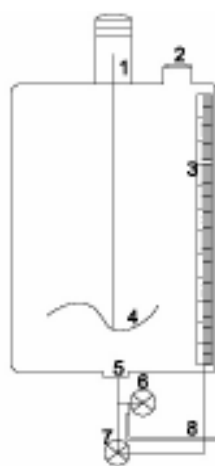
Fig.4.4. Scheme of drip irrigation and fertilization:

1- water buffer tank; 2- tank for the preparation of the watering fertilizer solution; 3- agitator; 4 - connection for the buffer tank water supply; 5 - connection for supplying the fertilizer solution; 6 - supply pipe for irrigation facility; 7:11 - valves; 8 - watermeter; 9 - programmer; 10 - ejector for mixing the water-fertilizer solution; 12 - main pipe; 13 - dropping pipeline; L1 - spacing between rows on tape; L2 - distance between tapes; L3 - distance between plants in a row.

Rezervorul fertilizator (figura 4.5 a) utilizat la instalația de fertirigare din cadrul experienței are o capacitate de 300 L, este confecționat din metal, rezistent atât la șocurile mecanice cât și la cele chimice. La exterior, tancul a fost gradat din 10 în 10 L, citirea făcându-se cu ajutorul unui furtun transparent montat lateral, funcționând pe principiul capilarității. La partea superioară, rezervorul este prevăzut cu o gură de alimentare prin care se introduce apa pentru amestecul de apă cu fertilizanți.



a



b

Fig.4.5. Rezervorul fertilizator
(poză originală)

a. vedere generală; b. schema general-constructivă. 1 - motor electric; 2 - gură de alimentare; 3 - furtun pentru citirea cantității de apă; 4 - paletă rotativă pentru amestecare; 5 - gură de evacuare; 6, 7 - robineti de trecere; 8 - furtun soluție fertilizantă.

Fig.4.5. Fertilizer reservoir
(original photo):

a. general view; b. general-constructive scheme. 1 - electric motor; 2 - feeding mouth; 3 - Hose for reading the quantity of water; 4 - rotary blade for mixing; 5 - outlet; 6, 7 - passage valves; 8 - fertilizer solution hose.

Amestecarea soluției, în interiorul rezervorului, este realizată de către un agitator (figura 4.5 b) pus în mișcare de un motor electric. La partea inferioară se află gura de evacuare a soluției, prevăzută cu un robinet de deschidere și un furtun de evacuare a acesteia. Soluția fertilizantă, trece printr-un furtun de 1/2" în magistrala liniei de udare.

Elementul de care depinde o administrare de calitate a apei la plantele legumicole îl reprezintă filtrarea. Filtrele sunt folosite la tratarea apei în scopul reținerii vegetației și fracțiunilor minerale și constau dintr-un rezervor confecționat din metal sau material plastic ranforsat, rezistent la presiunile statice și dinamice din rețea (Drăgănescu, 1983).

În cadrul instalației de fertilizare realizată la USAMV Iași, s-a utilizat *filtrul TORO* (figura 4.6) de tip Y, de 1". Realizat din material plastic, asigură durabilitatea și rezistența la coroziune. Acesta prezintă un capac care permite curățarea ușoară și rapidă; filtrul este detașabil, de tip cu discuri, 120 mesh, legătura cu bazinul de apă făcându-se cu filet exterior de 3/4". Debitul este de 7 m³/h, cu o pierdere a presiunii de 0,001 MPa.



Fig.4.6. **Filtrul TORO:**

1, 3 – carcasa filtrului; 2 – filtru tip cu discuri; 4 – supapă de evacuare.

Fig.4.6. **TORO filter:**

1, 3 – the filter housing; 2 – disc type filter; 4 – exhaust valve.

(<http://www.toro.com/en-us/agriculture/filtration/disc/pages/model.aspx?pid=f%20series%20plastic%20filter>).

Sistemul de distribuție a apei este alcătuit din conducte principale (magistrale), conducte secundare de distribuire a apei și echipamentul de udare.

Conducta principală (figura 4.7) de distribuire a apei este confecționată din polietilenă, are diametrul de 1" și 55 m lungime, face legătura cu o *conductă secundară* de distribuire a apei, situată în solar, componentă a liniei de udare. Conducta principală este racordată printr-un ansamblu de fittinguri și accesorii la un bazin de apă care alimentează sistemul.



Fig.4.7. **Conducta principală de distribuire a apei**

Fig.4.7. **Main pipeline for water distribution**

(<http://www.secpralpro.ro/Tevi-din-PE-polietilena/Teava-polietilena-pID524-bclD0.html> bclD0.html bclD0.html



Conducta secundară de distribuire a apei (figura 4.8) este plasată perpendicular pe rândurile de plante și are rolul de a alimenta benzile de udare care reprezintă partea activă a instalației de irigare prin picurare.



Fig.4.8. **Conducta secundară de distribuire a apei** (*poză originală*):
1- țevă secundară de distribuire a apei;
2 - bandă de udare cu picurătoare.
Fig.4.8. **Secondary water distribution pipeline** (*original photo*)
1- secondary water distribution pipe;
2 - dripping band.

Echipamentul de udare (linia de udare) (figura 4.9) este partea terminală a instalației, fiind formată din conducte de transport și de udare prevăzute cu dispozitive de distribuire a apei la plantă. Legătura între conducta de apă și banda cu picurătoare se face prin *robinete* (figura 4.9 a) care pot fi folosite și ca start conectori. Distanța dintre orificiile aflate pe *banda de udare* utilizată în cadrul experienței (figura 4.9 b) este de 10 cm, diametrul acestora este de 16 mm și grosimea peretelui de 0,15 mm (6 mil).

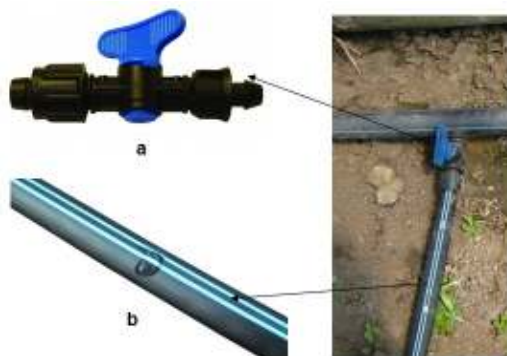


Fig.4.9. **Linia de udare:**
a. conector Jolly tape; b. bandă picurare cu picurătoare.
Fig.4.9. **Watering line:**
a. Jolly tape connector; b. dripping band
(<http://www.sereimd.solariisereirate.ro/banda-de-picurare.php#prod>; <http://www.agricomag.ro/banda-de-picurare-aqua-traxx-10-mil-picuratori-la-20-cm-diam-22-mm-debit-1-14-l-h.html>)

Sistemul automat de programare a udării (figura 4.10) cuprinde un *computer programator* pentru irigații și un *apometru* pentru măsurarea debitului circulat. Sistemul a fost amplasat la intrarea în solar, fiind racordat la țeava secundară de distribuție a apei și soluției fertilizante. Programatoarele de irigare sunt computere care asigură udarea exact la momentul oportun, prin setarea duratei și intervalului dorit de udare. În cadrul instalației s-a utilizat *programatorul FLORABEST* (figura 4.10C), care prezintă caracteristicile (Corduneanu și colab., 2015).

- posibilitate de reglare a 2 intervale zilnice de udare, durată de irigare reglabilă între 1 minut și 23 h 59 min;
- ritm selectabil de irigare între zilnic și o dată pe săptămână;
- captare manuală a apei prin apăsarea unui buton;
- carcasă protejată împotriva picăturilor de apă (IPX₄), cu capac transparent de protecție;
- utilizare pentru robinete standard cu filet de 33,3 mm (G1"), include adaptor pentru filet de 26,5 mm (G3/4");
- cuprinde un robinet de deschidere și un furtun de circulare a soluției fertilizante, racordat la tancul fertilizator și conducta secundară de distribuire a apei.

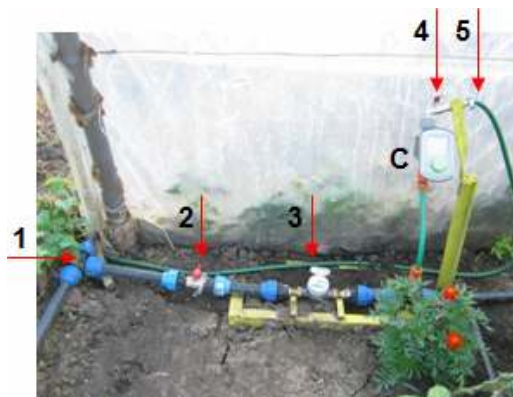


Fig.4.10. **Sistemul automat de programare a udării** (poză originală):

1 – alimentarea cu apă; 2 – robinet pentru apă;
3 – apometru; 4 – robinet pentru soluția fertilizantă;
5 – furtun pentru soluția fertilizantă; C – programator.

Fig.4.10. **Automatic programming system a watering** (original photo):

1 – water supply; 2 – water valve; 3 – water meter;
4 – valve for fertilizer solution; 5 – hose for fertilizing solution; C – programmer.

Măsurarea debitului s-a realizat cu ajutorul unui *apometru* (figura 4.11) amplasat înaintea programatorului, prin care se face înregistrarea cantității de apă administrate prin magistrale.



Fig.4.11. **Apometru** (poză originală)

Fig.4.11. **Water meter** (original photo)

Fructele de tomate și ardei obținute au fost cântărite cu o *balanță electronică de precizie* (figura 4.12). Balanța electronică KERN prezintă o precizie de 0,001 g, capacitate de cântărire până la 420 g, ecran LCD mare, capac detașabil cu orificiu pipetă, înălțimea cifrelor de 17 mm și dimensiunea plăcii de cântărire 118 mm (diametru).



Fig.4.12. **Cântar electronic KERN**

Fig.4.12. **KERN electronic scale**

(<http://www.cantare.com.ro/RO/Produse/cantare-laborator/balante-precizie/brosura-Kern-ew-n-eg-n.pdf>)

Măsurătorile biometrice pentru fiecare fruct au fost efectuate cu ajutorul unui *șubler electronic-Proma* (figura 4.13). Ca specificații, acesta are un domeniu de măsurare de 0 ... 500 mm (0 ... 20 inch), citire: 0,01 mm (0,0005 inch), fălci de 150 mm și dimensiuni ale tijei de 24 x 5,5 mm.



Fig.4.13. Șubler electronic Proma (poză originală)

Fig.4.13. Electronic caliper Proma (poză originală)

4.2.1.2. Metoda de efectuare a cercetărilor în vederea determinării influenței fertilizării concomitent cu irigarea prin picurare

Plantele legumicole luate în studiu fac parte din cultivarul de tomate *Minaret F1* și de ardei *Brillant F1*, grupate în cinci variante experimentale (tabelul 4.1).

Tabelul 4.1/Table 4.1

Variantele experimentale pentru cultura de tomate și ardei
Experimental variants for tomato and pepper culture

Variantele experimentale	Metoda de fertilizare ș.a.	Metoda de irigare
V ₁	Prin apa de irigare - (707 kg)	Picurare
V ₂	Împrăștiere - (447 kg)	
V ₃	Microorganisme - (60 kg)	
V ₄	Nefertilizat	
V ₅	Nefertilizat	Rigole

În cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară ”Ion Ionescu de la Brad” din Iași, la disciplinele de mecanizare a agriculturii, s-a conceput, proiectat, realizat și experimentat o instalație de fertirigație, pentru asigurarea necesarului de elemente nutritive culturilor legumicole din spațiile protejate prin introducerea soluției fertilizante în apa de irigație.

Experiența s-a înființat într-un solar de tip semicircular de 135 m². S-au folosit două specii de legume, tomate și ardei, dispuse alternativ în același număr de variante. Plantele luate în studiu aparțin cultivarului de ardei *Brillant F1* și cultivarului de tomate *Minaret F1*, grupate în cinci variante experimentale, în benzi cu distanța de 80 cm între acestea. Distanța între rândurile din cadrul benzii a fost de 60 cm, iar distanța între plante pe rând, de 45 cm, rezultând o densitate de 31.740 plante/ha. În vederea protecției, s-a înființat o bandă cu plante din aceiași hibrizi (*Corduneanu și colab., 2015*).

Organizarea experienței. Experiența a fost de tip unifactorială, cu următorii factori de influență:

- factorul A – regimul de fertilizare, cu patru graduări:
 - a₁ – fertilizare prin apa de irigare;
 - a₂ – fertilizare prin împrăștiere pe suprafața solului;
 - a₃ – fertilizare cu microorganisme;
 - a₄ – nefertilizat;
 - a₅ – nefertilizat.

Plantele din varianta V_1 au fost fertilizate concomitent cu irigarea prin picurare, de două ori pe săptămână, fertirigarea realizându-se după răsăritul soarelui. Cantitatea de îngrășământ folosită pentru fertirigație a fost de 2 g/plantă.

În primul stadiu de vegetație, s-au asigurat 144 g de Nutrispore – NPK Nutrispore® - NPK (MgO) 30-10-10 (2) (tabelul 4.2), cu Bor (B), Fier (Fe), Mangan (Mn), Zinc (Zn), (Plant grown promoting rhizobacteria) - 300 kg/ha (figura 4.14) la fiecare fertirigație, pentru cele 72 plante din varianta experimentală V_1 .



Fig.4.14. Îngrășământul solubil Nutrispore
Fig.4.14 Soluble fertilizer Nutrispore

La a doua aplicare, de fructificare, s-a administrat Nutrispore® NPK (MgO) 15-10-30 (2) (tabelul 4.3) , cu Bor (B), Fier (Fe), Mangan (Mn), Zinc (Zn), – 425 kg/ha și Nutrispore® NPK 12-48-8 (tabelul 4.4), cu Bor (B), Fier (Fe), Mangan (Mn), Zinc (Zn) – 400 kg/ha pentru aceleași plante din varianta V_1 . Cântărirea fertilizantului s-a efectuat cu un cântar electronic de precizie (precizie de 0,01 g). În vederea unei cât mai bune fertirigări, nutriția plantelor s-a efectuat periodic, de două ori pe săptămână, între două udări consecutive, în acest fel prevenindu-se și înfundarea instalației (Corduneanu și colab., 2015;2016).

Tabelul 4.2/Table 4.2

Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 30-10-10 (compoziție)
Chemical composition of Nutrispore® 30-10-10 fertilizer (composition)

Azot (N) total	30 %
Azot (N) amoniacal	2 %
Azot (N) ureic	28 %
Anhidridă fosforică (P_2O_5) solubilă în citrat de amoniu și apă	10 %
Anhidridă fosforică (P_2O_5) solubilă în apă	9 %
Oxid de potasiu (K_2O) solubil în apă	10 %
Oxid de magneziu (MgO) solubil în apă	2 %
Bor (B) solubil în apă	0,01 %
Fier (Fe) solubil în apă	0,02 %
Mangan (Mn) solubil în apă	0,01 %
Zinc (Zn) solubil în apă	0,003 %
Intervalul pH care asigură o bună stabilitate a fracției chelate	4 ... 9

fracție chelată – raportul dintre componenta minerală și cea organică.

Tabelul 4.3/Table 4.3

Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 15-10-30 (compoziție)
Chemical composition of Nutrispore® 15-10-30 fertilizer (composition)

Azot (N) total	15 %
Azot (N) nitric	6,5 %
Azot (N) amoniacal	1,7 %
Azot (N) ureic	6,8 %
Anhidridă fosforică (P ₂ O ₅) solubilă în citrat de amoniu și apă	10 %
Anhidridă fosforică (P ₂ O ₅) solubilă în apă	9,50 %
Oxid de potasiu (K ₂ O) solubil în apă	8 %
Oxid de magneziu (MgO) solubil în apă	30 %
Bor (B) solubil în apă	0,01 %
Fier (Fe) solubil în apă	0,02 %
Mangan (Mn) solubil în apă	0,01 %
Zinc (Zn) solubil în apă	0,003 %
Intervalul pH care asigură o bună stabilitate a fracției chelate	4 ... 9

Tabelul 4.4/Table 4.4

Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 12-48-8 (compoziție)
Chemical composition of Nutrispore® 12-48-8 fertilizer (composition)

Azot (N) total	12 %
Azot (N) nitric	2 %
Azot (N) amoniacal	10 %
Anhidridă fosforică (P ₂ O ₅) solubilă în citrat de amoniu și apă	48 %
Anhidridă fosforică (P ₂ O ₅) solubilă în apă	47 %
Oxid de potasiu (K ₂ O) solubil în apă	8 %
Bor (B) solubil în apă	0,012 %
Fier (Fe) solubil în apă	0,02 %
Mangan (Mn) solubil în apă	0,01 %
Zinc (Zn) solubil în apă	0,003 %
Intervalul pH care asigură o bună stabilitate a fracției chelate	4 ... 9

Fertirigarea s-a efectuat, în primă etapă, prin deschiderea liniei de irigare prin picurare, alimentată de la un bazin cu nivel de apă constant, timp de 10 minute, pentru umplerea benzilor cu picurătoare. În acest interval de timp, tancul de fertilizare a fost alimentat cu o cantitate de 30 L de apă. Soluția de fertilizare obținută separat, prin amestecarea îngrășământului hidrosolubil cu apă, s-a introdus în tancul de fertilizare unde, cu ajutorul unui agitator, s-a realizat amestecul final. Pentru a se introduce soluția fertilizantă în sistemul de udare s-a deschis robinetul tancului fertilizant și sistemul automat de programare a udării, putându-se realiza, astfel, prin intermediul magistralei și apoi a conductei secundare, introducerea îngrășământului în apa de irigare care a ajuns la plantă prin intermediul unei benzi de udare cu picurătoare (figura 4.15) (Corduneanu și colab., 2015;2016).



Fig.4.15. Sistemul de fertirigare (poză originală):

1 – alimentarea cu apă; 2 – robinet pentru apă; 3 – apometru; 4 – robinet pentru soluția fertilizantă; 5 – furtun pentru soluția fertilizantă; 6 – conductă pentru distribuirea apei ; 7 – bandă de udare cu picurătoare; 8 – plantă; C – programator.

Fig.4.15. Fertigation system (original photo):

1 – water supply; 2 – water valve; 3 – watermeter;; 4 – valve fertilizer solution; 5 – hose for fertilizing solution; 6 – water distribution pipeline; 7 – watering band; 8 – plant; C – programmer.

Alimentarea cu apă în solar (1) s-a realizat prin deschiderea robinetului (2). Cantitatea de apă este înregistrată de un apometru (3). Odată cu deschiderea robinetului (4), soluția fertilizantă realizată în tancul fertilizator, trece în apa de irigare prin intermediul furtunului (5) conectat la un programator automat (C). Din momentul realizării amestecului, apa cu nutrienți alimentează mai departe conducta de distribuire a apei (6) la care sunt conectate benzile de udare cu picurătoare (7) situate în dreptul fiecărei plante (8).

După încheierea fertirigării, irigarea prin picurare se mai efectuează timp de 10 minute pentru a se asigura eliminarea totală a soluției fertilizante din sistem.

Plantele din varianta V_2 , supuse nutriției prin metoda clasică, (împrăștiere de îngrășământ în jurul plantei), au fost fertilizate cu îngrășămintă în echivalent de 200 kg/ha Cristaland® NPK 20-20-20, aplicat la fertilizarea de bază, 250 kg/ha, Cristaland® NP 15-50 + 2MgO, aplicat în faza de buton floral (prima inflorescență), și 200 kg/ha de Cristaland® NPK 9-18-27+ 2 MgO, aplicat în fenofaza de formare a primelor fructe.

Plantele din varianta V_3 au fost fertilizate cu îngrășământ pe bază de microorganisme din gama Micoseed® MB, prin împrăștiere, în jurul fiecărei plante, în echivalent de 60 kg/ha, aplicat la pregătirea terenului, cu 2-3 zile înainte de plantare. Conform datelor din literatura de specialitate, Micoseed MB este un îngrășământ pe bază de *Glomus sp.*, *Beauveria sp.*, *Metarhizium sp.* și *Trichoderma sp.* (Stoleru și colab., 2014). Tot la această variantă, în perioada de vegetație au fost aplicate două fertilizări cu Nutryaction® în cantitate de 5 L/ha, pentru a dinamiza activitatea biologică a plantelor.

În varianta V_4 plantele nu au fost fertilizate, constituind proba la care irigarea s-a făcut prin picurare. Varianta V_5 a fost și ea nefertilizată, irigarea realizându-se prin intermediul rigolelor (Corduneanu și colab., 2015; 2016; 2017).

De menționat este faptul că, pe perioada ciclului de vegetație, plantele tuturor celor patru variante experimentale au primit aceeași cantitate de apă, provenită din udarea prin picurare.

Irigarea s-a realizat o dată la două zile, câte două ore/zi, respectiv în intervalul orar 8.⁰⁰ ... 10.⁰⁰ sau 7.⁰⁰ ... 9.⁰⁰, în funcție de temperatură. Un ciclu de udare a constat, inițial, din deschiderea robinetului principal de la sursa de apă, concomitent cu deschiderea robinetului de la intrarea în solar. Prin deschiderea primului robinet s-a alimentat conducta principală de distribuire a apei, iar odată cu deschiderea celui de-al doilea robinet, s-a putut realiza alimentarea conductei secundare de distribuire. Odată cu umplerea acesteia din urmă s-a putut realiza umplerea benzilor de udare, paralele cu rândurile de plante, putându-se efectua udarea propriu-zisă prin intermediul picurătoarelor de pe fiecare bandă.

Săptămânal s-au efectuat *măsurători biometrice* (figura 4.16), prin care s-a determinat dinamica de creștere a plantelor, în funcție de variantă, urmărindu-se *înălțimea plantei, numărul florilor, a florilor legate/fructe și a numărului de frunze*. Măsurătorile biometrice s-au efectuat prin luarea în studiu a cinci plante de tomate și cinci de ardei din fiecare variantă (Corduneanu și colab., 2015; 2016; 2017).



Fig.4.16. **Măsurători biometrice**
(*poză originală*)

Fig.4.16. **Biometric measurements**
(*original photo*)

În vederea determinării uniformității și a caracteristicilor specifice soiului, luat în studiu, de tomate și ardei, pentru cinci exemplare (figura 4.17) s-a analizat *masa, lungimea, diametrul și numărul de lobi ai fructelor* luate în studiu din recolta fiecărei variante.



Fig.4.17. **Fructe luate în studiu** (*poză originală*)

Fig.4.17. **Fruits taken into study** (*original photo*)

Determinarea masei fructelor s-a realizat cu balanța analitică KERN (figura 4.18). Aceste determinări s-au realizat aleatoriu cu cinci fructe de ardei și cinci de tomate din recolta curentă



Fig.4.18. **Determinarea masei fructelor la ardei și tomate (poză originală)**

Fig.4.18. **Determination of fruit mass at bell peppers and tomatoes (original photo)**

Recoltarea (figura 4.19) s-a făcut eşalonat, pe variante, înregistrându-se cantitatea de fructe obținută la fiecare variantă. Legumele obținute au fost cântărite cu un cântar electronic de precizie.

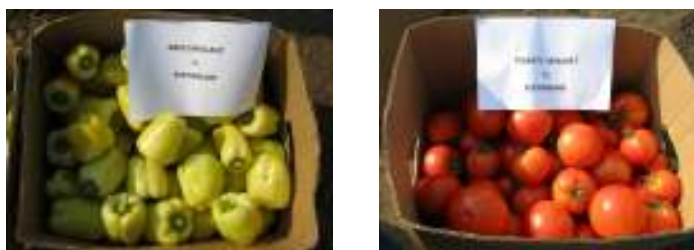


Fig.4.19. **Recoltă de ardei și tomate (poză originală)**

Fig.4.19. **Harvest of bell peppers and tomatoes (original photo)**

Umiditatea solului s-a determinat prin analize specifice. Au fost prelevate probe de sol din solar (figura 4.20), de la adâncimea de 0 ... 5 cm, 5 ... 10 cm, 10 ... 15 cm, 15 ... 20 cm și 20 ... 25 cm, respectându-se protocolul. Probele de sol s-au luat în 6 repetiții la fiecare variantă experimentală (Corduneanu și colab., 2015; 2016; 2017).



Fig.4.20. **Prelevarea probelor de sol pentru determinarea umidității (poză originală)**

Fig.4.20. **Soil sampling for moisture determination (original photo)**

Determinarea umidității solului s-a efectuat prin uscarea acestuia la etuvă (metoda gravimetrică), această metodă fiind cea mai precisă, considerându-se metoda-standard în etalonarea aparatelor de determinare a umidității solului. Principiul metodei se bazează pe proprietatea solului de a pierde întreaga cantitate de apă legată în mod fizic, atunci când este supus uscării la temperatura de 105°C. Probele de sol au fost luate în fiole de aluminiu cu inele de cauciuc pentru împiedicarea evaporării apei. În prealabil a fost determinată tara fiolelor. S-a cântărit fiola cu sol umed (figura 4.21), i s-a scos capacul și a fost introdusă în etuvă, unde a fost ținută pentru uscare 16 ore la temperatura de 105°C.



Fig.4.21. **Cântărirea probelor de sol** (poză originală)

Fig.4.21. **Weighing soil samples** (original photo)

După răcire, fiolele cu sol uscat au fost iarăși cântărite. S-a făcut raportul între cantitatea de apă pe care a avut-o solul și masa solului absolut uscat; raportul s-a înmulțit cu 100 pentru a se exprima umiditatea solului în procente:

$$U = \frac{A}{S} \times 100 \text{ (\%)} \quad (4.1)$$

unde: U = umiditatea solului, în %; A = masa apei evaporate din proba de sol, în g; S = masa solului absolut uscat, în g.

4.2.1.3. Echipamentul utilizat în cadrul încercărilor de laborator pentru diferite tipuri de benzi de udare

Experiențele au fost organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-au folosit 10 tipuri de bandă de udare prin picurare, iar presiunea de lucru a variat de la 0,025 la 0,2 MPa.

Standul (figura 4.22) pe care s-au efectuat cercetările experimentale a cuprins *echipamentul de creare a presiunii apei (2,3,4,5,6,10), rețeaua de aducțiune și distribuție a apei pentru irigarea prin picurare (7,8) și platforma de colectare a apei (9).*

Necesarul de apă utilizată la experiență a fost asigurat de un rezervor (5) cu capacitatea de 300 L racordat la instalația de udare. Filtrul a avut rolul de a filtra apa provenită din rezervor în vederea evitării înfundării picurătoarelor cu reziduuri. Presiunea de lucru a fost măsurată cu ajutorul unui manometru (3). Pentru realizarea presiunii s-a utilizat un compresor de aer AIRMASTER (10) (Corduneanu și colab., 2016).



Fig.4.22. **Standul experimental** (poză originală):
 1 – furtun de alimentare cu apă și filtru; 2, 4 – robinet; 3 – manometru; 5 – rezervor apă; 6 – cablu compresor; 7 – bandă de udare; 8 – conducta principală; 9 – schelet metalic cu platformă; 10 – compresor; 11 – picurător; 12 – dopuri de închidere a conductei principale; 13 – I ... X – numerotarea liniilor de udare.

Fig.4.22. **Experimental stand** (original photo):
 1 – water supply and filter hose; 2, 4 – tap; 3 – manometer; 5 – water tank; 6 – compressor cable; 7 – watering band; 8 – the main pipeline; 9 – metal platform with platform; 10 – compressor; 11 – drip; 12 – main pipe closing caps; 13 – I ... X - numbering watering lines.

Benzile de udare (7) au fost numerotate de la 1 la 10 (13) începând de la robinetul principal de deschidere conectat la rezervorul de apă. Benzile au lungimea de 80 cm, fiecare dintre acestea având caracteristici diferite în ceea ce privește debitul, tipul și numărul de picurătoare, fiind prezentate în tabelul 4.5. De asemenea, fiecare picurător (11) de pe fiecare linie de udare a fost numerotat, în funcție de numărul de picurătoare, începând de la conducta principală (magistrală). Conducta principală PEHD (8) are diametru de 32 mm și lungime de 130 cm, prevăzută la capete cu dopuri de închidere (12) și benzi de udare (7).

Tabelul 4.5/Table 4.5

Caracteristicile benzilor de udare utilizate
Characteristics of the watering strips used

Caracteristicile benzilor de udare utilizate, furnizate de producător					
Banda de udare	Tip orificiu	Grosimea peretelui benzii (mm)	Distanța între picurătoare (mm)	Debit (L/h)	Firma producătoare
1	fantă	0,1524	100	1,5	Toro (Aqua-Traxx)
2	pastilă	0,1524	200	2,1	Plastic Puglia (Aqua Tape)
3	fantă	0,1524	100	1,5	Plastic Puglia
4	fantă	0,1524	100	1,5	Producător necunoscut
5	fantă	0,2032	100	1,5	Plastic Puglia
6	fantă	0,1524	100	1	Hidro Tape
7	pastilă	0,1524	200	2	Hidro Dryp
8	fantă	0,1524	100	1,5	Irri Tape
9	pastilă	0,1524	200	1,2	Greea Tape
10	fantă	0,1524	100	1,2	Silver Drip

Pentru colectarea apei provenite de la picurătoare s-au folosit recipiente din material plastic (figura 4.23) amplasate sub fiecare picurător. Pentru măsurarea cantităților

de apă din fiecare recipient aferent unui picurător s-a folosit un cilindru gradat de 1000 mL.



Fig.4.23. **Materialele folosite la determinarea debitului de apă** (poză originală):

1 – tavă de colectare a apei.; 2 – cilindru gradat; 3 – recipient din material plastic.

Fig.4.23. **Materials used to determine water flow** (original photo):

1 – water collection tray; 2 – graduated cylinder; 3 – plastic container.

Echipamentul de creare a presiunii apei (figura 4.24) asigură racordarea la apă, filtrarea acesteia, reglarea și măsurarea presiunii. Acesta cuprinde un rezervor (figura 4.24 a) care asigură necesarul de apă utilizată la experiență, fiind realimentat la începutul fiecărei serii de încercări prin intermediul unui furtun și robinete de alimentare de la sursa de apă a laboratorului. Generarea presiunii apei s-a realizat cu ajutorul unui compresor de aer AIRMASTER (figura 4.24 b), iar măsurarea acesteia s-a făcut cu ajutorul unui manometru cu domeniul 0...0,006 MPa și o acuratețe de $\pm 1,6 \%$ (Corduneanu și colab., 2016).



a



b

Fig.4.24. **Echipament de creare a presiunii apei** (poză originală):

a. rezervorul: 1 – manometru; 2 – robinet de reglare a debitului de apă; 3 – rezervor pentru apă cu nivel constant; 4 – furtun de alimentare cu apă de la sursă; 5 – robinet de reglare a presiunii; 6 – robinet de deschidere pentru aerul sub presiune; 7 – robinet de deschidere pentru apă; 8 – furtun de alimentare cu apă a instalației de udare; 9 – furtun de alimentare cu aer sub presiune. **b. compresorul de aer.**

Fig.4.24. **Equipment for creating water pressure** (original photo):

a. the reservoir: 1 – manometer; 2 – water flow adjustment valve; 3 – constant water tank; 4 – source water supply hose; 5 – pressure regulating valve; 6 – open air pressure valve; 7 – water opening valve; 8 – water supply hose for the watering system; 9 – pressurized air supply hose. **b. air compressor.**

4.2.1.4. Metoda de lucru pentru încercările în condiții de laborator a benzilor de udare

Cercetările experimentale au urmărit reproducerea, la nivel de laborator, a unui ciclu de udare prin picurare, timp de o oră, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Pe parcursul procesului de udare s-a monitorizat rezistența benzilor de udare și debitul de apă pe fiecare linie, pe măsura creșterii presiunii. Pentru fiecare presiune utilizată s-au făcut trei încercări. Media cantității de apă acumulate, pe fiecare linie, s-a realizat prin calcularea cantității de apă provenite de la cele trei încercări aferente fiecăreia din cele opt presiuni.

Organizarea experienței. Experiența este de tip unilateral, urmărindu-se factorul de influență presiunea de lucru, cu opt graduări:

- 1 - 0,025 MPa; 2 - 0,05 MPa; 3 - 0,075 MPa; 4 - 0,1 MPa; 5 - 0,125 MPa; 6 - 0,15 MPa; 7 - 0,175 MPa; 8 - 0,2 MPa.

Pentru fiecare încercare, s-a deschis sistemul de udare reglând și păstrând constant nivelul presiunii pe durata a două ore. Pe această durată, s-au monitorizat și măsurat volumele de apă colectate în fiecare recipient la fiecare linie de udare și la fiecare picurător de pe linie (figura 4.25). Pe măsură ce recipientul aferent unui picurător s-a umplut, acesta a fost golit de conținut într-un cilindru gradat, s-a măsurat și înregistrat cantitatea de apă și ora la care s-a făcut înlocuirea recipientului plin cu unul gol.

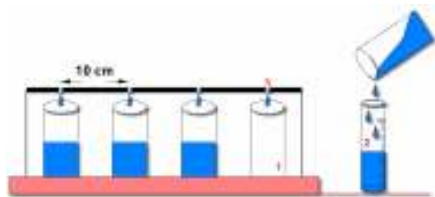


Fig.4.25. Înregistrarea cantității de apă:

1 – recipient plastic; 2 – cilindru gradat; N – picurător.

Fig.4.25. Record water quantity:

1 – plastic container; 2 – graduated cylinder; N – dropper.

4.2.2. Materialul și metoda utilizată pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide

4.2.2.1. Materialul utilizat pentru încercările privind administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de laborator

Cercetările s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-a utilizat același echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide folosit în condiții de câmp, cu mențiunea că acesta a fost în stare de repaus. Scopul acestor cercetări a fost de a determina cantitatea de îngrășământ administrat corespunzător parcurgerii unei distanțe de 100 m. În acest scop, echipamentul a fost adaptat, astfel că pentru a simula o deplasare a roților motrice, s-a montat o manivelă acționată manual (figura 4.26).

Pentru a se realiza curgerea controlată a îngrășământului și pentru o determinare exactă a cantității de îngrășământ eliberată din cutiile de îngrășământ, au fost montate trei furtunuri din material plastic la capătul tuburilor de conducere și amplasate în trei recipiente destinate colectării îngrășământului (figura 4.26).



Fig.4.26. Secțiile de lucru ale echipamentului de administrare a îngrășămintelor chimice solide:

1- cutie pentru îngrășământ; 2 – casetă de distribuție; 3 – furtun; 4 – manivelă; 5 – roată motrică; 6 – recipient pentru îngrășământ.

Fig. 4.26. The work sections of the solid chemical fertilizer application equipment:

1- fertilizer box; 2 - driving tube; 3 - hose; 4 - crank; 5 - drive wheel; 6 - container for fertilizer.

Pentru realizarea a trei rapoarte de transmisie s-au utilizat trei roți de lanț diferite (figura 4.27).



Fig. 4.27. Mecanismul de transmisie:

1 – transmisie prin lanț; 2 – roată dințată (30 dinți); 3 – roată dințată (38 dinți); 4 – roată dințată (45 dinți).

Fig. 4.27. Transmission mechanism:

1 - chain transmission; 2 - toothed wheel (30 teeth); 3 - toothed wheel (38 teeth); 4 - toothed wheel (45 teeth).

4.2.2.2. Metodologia de efectuare a cercetărilor privind determinarea gradului de uniformitate a administrării îngrășămintelor în condiții de laborator

Cercetările care s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași au avut drept scop determinarea cantității de îngrășământ administrate într-un anumit timp, în vederea realizării unei comparații între datele obținute în regim de laborator și cele rezultate în câmp, ulterior. Cunoscându-se distanța care urma să fie parcursă în câmp și diametrul roții motrice, s-a ajuns la concluzia că 100 m se traduc în 65 de rotații ale roții motrice. Pentru că experiența implica utilizarea a trei rapoarte de transmisie, s-au utilizat trei roți de lanț diferite, cu 30 de dinți, 38 și 45 de dinți.

În vederea determinării cantității de îngrășământ administrate pe o distanță de 100 m liniari, în cadrul transmisiei s-a utilizat prima roată dințată de lanț. În același timp, cutiile de îngrășământ au fost umplute cu o cantitate egală de îngrășământ chimic solid sub formă de granule și s-au așezat recipientele sub furtunurile de conducere a îngrășământului, în vederea cântăririi ulterioare a materialului acumulat. După pregătirea echipamentului s-a acționat manivela motrică cu ajutorul unei manivele.

După executarea celor 65 de rotații manuale complete, s-a trecut la cântărirea materialului acumulat în recipientul aferent fiecărei cutii pentru îngrășământ. Pentru fiecare roată de lanț s-au efectuat trei încercări și s-a determinat timpul de curgere a îngrășământului pe parcursul celor 65 de rotații. La sfârșitul celor trei încercări pentru fiecare roată de lanț, s-a cântărit cantitatea rămasă în fiecare dintre cutiile pentru îngrășământ pentru a se putea evalua pierderile. În figura 4.28 sunt prezentate cutiile pentru îngrășământ.



Fig.4.28. Cutiile pentru îngrășământ
Fig.4.28. Fertilizer boxes

Organizarea experienței. Experiența este de tip unifactorial, având ca factor de influență raportul de transmisie, cu trei tăvălugi: $i_1 = 0,6$; $i_2 = 0,48$; $i_3 = 0,4$.

4.2.2.3. Materialul utilizat pentru încercările privind administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de câmp

Mașinile de administrat îngrășăminte chimice solide se utilizează pentru împrăștierea acestora pe suprafața solului în mod uniform și în cantități bine determinate pe unitatea de suprafață (*Sudit, 2004*). În acest scop s-a proiectat și construit un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

Echipamentul (figura 4.29) este alcătuit dintr-un cadru (2), montat pe două roți cu pneu (5), cuplat la un tractor cu două roți prin intermediul unei bare de tracțiune. Unitățile de lucru, trei la număr (4), sunt montate pe cadru; îngrășământul este distribuit prin intermediul dispozitivelor de distribuție (7 și 8). Mecanismele de transmisie sunt utilizate pentru a antrana dispozitivele de dozare a cantității de îngrășământ (9) și discul centrifugal (8). Echipamentul are o lățime totală de 0,11 m, permițând utilizarea acestuia în interiorul spațiilor protejate; lățimea benzii de împrăștiere este de 4 - 5 m. (*Corduneanu și colab., 2017*).

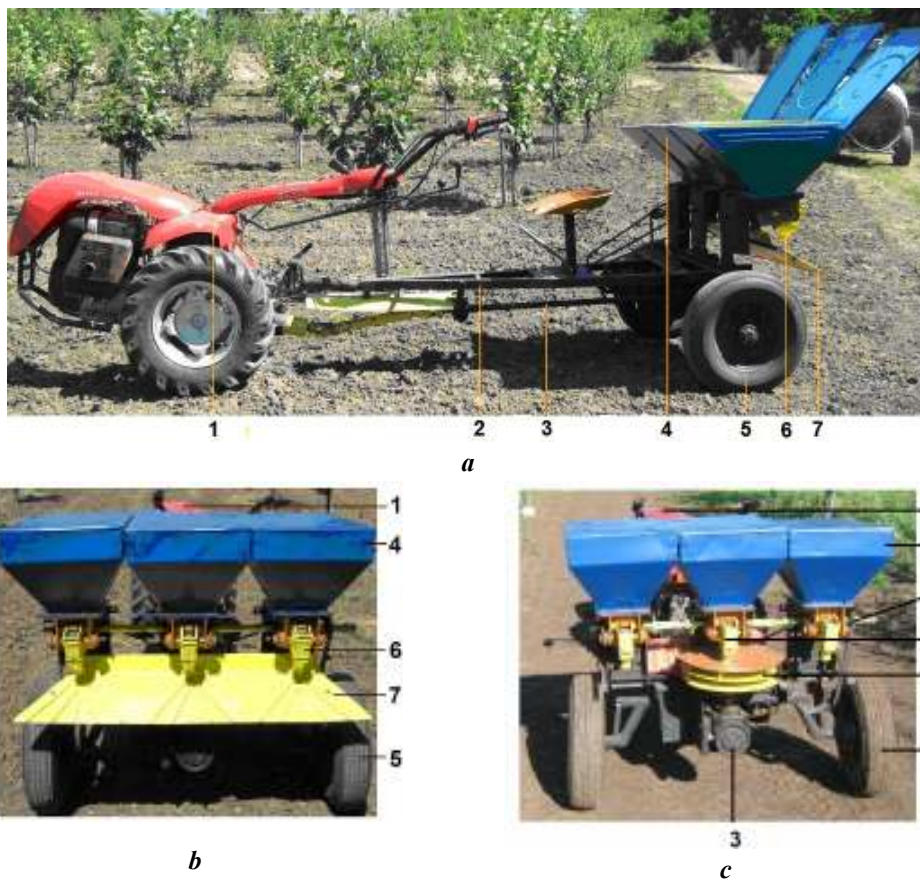


Fig.4.29. Vedere a echipamentul de împrăștiere a îngrășămintelor (poză originală):
a - vedere generală; **b** - vedere a dispozitivului de împrăștiere gravitațională; **c** - vedere a dispozitivului centrifugal de împrăștiere ; 1 - roți tractor; 2 - cadru; 3 - arbore cardanic; 4 - unități de lucru; 5 - roata motrică; 6 - unitatea de dozare; 7 - placă de împrăștiere; 8 - disc centrifugal; 9 – transmisie prin lanț.

Fig. 4.29. **View of the fertilizer spreading equipment** (original photo):
a – general view; **b** – view of the gravitational spreading device; **c** –view of the centrifugal spreading device; 1 –two wheels tractor; 2 – frame; 3 – cardan shaft ; 4 – working units; 5 – riving wheel; 6 – metering unit; 7 – spreading plate; 8 – centrifugal disc; 9 – chain transmission.

Secția pentru îngrășământ (figura 4.29 a) este montată pe cadrul echipamentului, este confecționată din tablă, are forma paralelipipedică la partea superioară și trunchi de piramidă la partea de jos. La partea superioară are un capac rabatabil. Unitatea de dozare și agitatorul sunt amplasate la partea inferioară al buncărului. Caseta de distribuție este echipată cu un distribuitor cu alveole; mișcarea acestuia este asigurată de roata motrică din partea dreaptă, prin roți dințate și lanț.

S-au obținut diferite rapoarte de transmisie prin utilizarea unor roți diferite de lanț (0,6; 0,48; 0,4 trei rapoarte de transmisie) (Corduneanu și colab.,2017).

La partea inferioară a buncărului este amplasat un agitator sub forma unui ax cu degete care împiedică formarea bolților în interiorul încărcăturii de îngrășământ și asigură un flux continuu către distribuitor. Mișcarea de rotație a agitatorului este asigurată de aceeași transmisie utilizată pentru acționarea distribuitorului.

Împrăștierea îngrășămintelor pe suprafața solului se realizează cu ajutorul unui dispozitiv gravitațional (figura 4.29 b) și a unui centrifugal (figura 4.29 c).

Dispozitivul gravitațional este o placă cu palete (7), care asigură distribuția uniformă a îngrășământului alimentat de cele trei unități de lucru.

Dispozitivul centrifugal constă dintr-un disc rotativ plat cu patru palete drepte, plasate sub unitatea centrală de lucru; rotația discului este asigurată de priza de putere a tractorului printr-un arbore cardanic și roți dințate.

Pentru testele experimentale s-a utilizat un tractor cu două roți, tip VALPADANA Blitz 120 Rev (figura 4.30) de 14 CP, produs de Lombardini Diesel, cu pornire electrică și o masă de 170 kg. Cutia de viteze prezintă patru trepte de viteze înainte și o treaptă de viteză în marșarier; pentru ambele direcții, tractorul are pârghie de blocare a diferențialului, frâne mecanice și independente pe cele două roți, anvelope 6,50/80, înălțime reglabilă lateral, pivotare 180°. Îngrășământul utilizat a fost azotat de amoniu cu azot 33,5% (granule albe) (Corduneanu și colab., 2017).



Fig.4.30. **Motocultor Valpadana Blitz 120 Rev**
Fig.4.30. **Valpadana Blitz 120 Rev tiller**
<http://www.rebellino.it/p482/blitz-120-rev-motocoltivatori-valpadana.html>

4.2.2.4. Metodologia de efectuare a cercetărilor privind determinarea gradului de uniformitate a administrării îngrășămintelor

Testele experimentale s-au efectuat în condiții de teren, într-o plantație de pruni, de trei ani, folosind dispozitivele de împrăștiere menționate mai sus (tip gravitațional și tip centrifugal). Terenul a fost anterior pregătit cu ajutorul unui cultivator rotativ; nivelarea solului și recompactarea s-au efectuat apoi folosind un tăvălug profilat și un tăvălug neted (figura 4.31).



a



b



c

Fig.4.31. **Pregătirea terenului (poză originală):**
a, b – pregătirea preliminară a solului, **c** – administrarea îngrășămintelor.
Fig.4. 4.31 **Ground preparation (original photo):**
a, b – preliminary soil tillage, **c** – administration of fertilizers.

Determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor chimice solide administrate prin *metoda gravitațională* s-a realizat prin utilizarea a trei rapoarte de transmisie.

Organizarea experienței. Experiența este de tip unifactorial, având ca factor de influență raportul de transmisie, cu trei graduări: $i_1 = 0,6$; $i_2 = 0,48$; $i_3 = 0,4$.

Pentru distribuția gravitațională a îngrășământului au fost efectuate teste folosind cele trei rapoarte de transmisie stabilite: $i_1 = 0,6$; $i_2 = 0,48$; $i_3 = 0,4$. Pentru fiecare încercare s-a utilizat o porțiune de teren, sub formă de dreptunghi, cu o lungime de 103 m și o lățime de 3 m. Măsurătorile au fost efectuate la 3 m după linia de start, pentru a evita erorile introduse în timpul perioadei de tranziție.

Lungimea efectivă de testare a fost de 100 m. Aceasta a fost împărțită în cinci zone de câte 20 m pentru a obține cinci repetiții pentru fiecare test.

Pentru a evalua cantitatea și mărimea granulelor de îngrășământ a fost utilizată o ramă pătrată de 30 cm/30 cm (figura 4.32).



Fig.4.32. **Ramă metrică** (poză originală)

Fig.4.32. **Metric frame** (original photo)

Rama pătrată a fost plasată aleator pe fiecare bandă (în cinci locuri diferite) și a fost fotografiată pentru a evalua numărul și diametrul granulelor din interiorul perimetrului delimitat. Ca rezultat, pentru fiecare test au fost obținute 25 de poziții ale ramei pătrate (cinci poziții individuale pentru fiecare dintre cele cinci repetiții). Încercările au fost realizate pentru diferite viteze (6,2 km/h, 6 km/h și 6,6 km/h), rezultând o viteză medie de $6,27 \pm 0.176$ km/h.

Determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor chimice solide administrate prin *metoda centrifugală*.

Organizarea experienței. Experiența este polifactorială, în care factorii de influență sunt:

- factorul **A** - turația discului centrifugal, cu trei graduări: $a_1 = 800$ rot./min; $a_2 = 1000$ rot/min; $a_3 = 1200$ rot/min;

- factorul **B** – viteza de deplasare, cu trei graduări: $b_1 = 1,2$ km/h ; $b_2 = 2,26$ km/h; $b_3 = 5,08$ km/h.

Debitul de distribuție utilizat s-a stabilit pentru raportul de transmisie cel mai mare.

Pentru metoda de distribuție centrifugală, la fiecare test a fost utilizată o bandă de pământ cu o lungime de 30 m și o lățime de 3 m; ca în seria anterioară de încercări, lungimea a fost împărțită în trei zone cu o lungime de câte 10 m fiecare, rezultând trei repetiții. Vitezele de rotație ale discului centrifugal au fost $n_1 = 800$ rot/min, $n_2 = 1000$

rot/min și $n_3 = 1250$ rot/min, respectiv vitezele de deplasare au fost: $v_1 = 1,2$ km/h, $v_2 = 2,26$ km/h și $v_3 = 5,08$ km/h.

Înainte de experiențele în condiții de laborator, pentru a evalua densitatea granulelor de îngrășământ au fost selectate aleatoriu 10 probe de câte 4 g (figura 4.33). Fiecare eșantion a fost fotografiat cu o cameră CANON A 490. Imaginile au fost analizate folosind software-ul ImageJ și granulele au fost clasificate în cinci clase de dimensiuni: 0-1,5 mm; 1,5 - 2 mm; 2 - 2,5 mm; 2,5 - 3 mm; 3 - 5 mm (Țenu și colab., 2017).

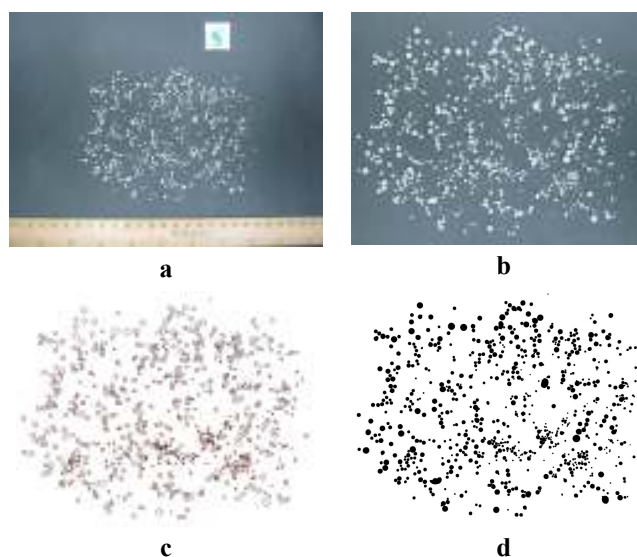


Fig.4.33. Analiza imaginii folosind ImageJ (poză originală):
a - fotografie inițială; b - detalii ale fotografiei inițiale; c, d - analiza imaginii J

Fig 4.33. Image analysis using ImageJ (original photo) :
a – initial photograph; b – detail of the initial photograph; c, d – Image J analysis.

S-a determinat numărul de granule din fiecare clasă dimensională apoi s-a calculat procentul pentru fiecare clasă; în figura 4.34 sunt prezentate rezultatele medii pentru cele 10 probe luate în considerare.

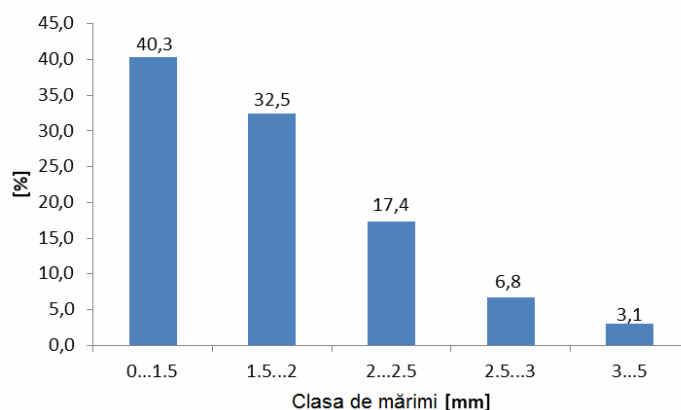


Fig.4.34. Clasele de dimensiuni ale îngrășământului granulat
Fig.4.34. Dimensional classes of the granulated fertilizer

Volumul granulelor a fost calculat pentru fiecare clasă dimensională pe baza diametrului granulelor prin programul ImageJ, presupunând că forma lor este sferică.

Volumul total al îngrășământului a rezultat prin înmulțirea volumului fiecărei granule cu numărul de granule din clasa respectivă. Masa volumică a fost obținută ca raport între masa medie (4 g) și volumul total.

A fost aplicată aceeași procedură de procesare a imaginii bazată pe software-ul Image J pentru a stabili distribuția diametrului granulelor în timpul testelor de teren.

Pentru a valida tehnica propusă de procesare a imaginii a fost analizată semnificația diferențelor; s-a presupus că distribuția dimensiunii particulelor nu ar trebui să fie afectată de caracteristicile regimului de funcționare - raportul de transmisie, viteza de deplasare a echipamentului sau viteza de rotație a discului. Analiza a fost efectuată utilizând eroarea standard a diferenței dintre mijloace și parametrul t_{exp} pentru datele experimentale:

$$s_d = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}, t_{\text{exp}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{s_d} \quad (4.2)$$

unde s_1 și s_2 sunt erorile standard pentru fiecare grup și sunt valorile medii pentru fiecare grup. Diferența dintre grupuri este considerată nesemnificativă dacă $t_{\text{exp}} < t_{0,05}$; valorile $t_{0,05}$ au fost calculate folosind funcția Excel TINV, pentru gradul respectiv de libertate.

Analiza a fost efectuată pentru clasa dimensională de 0-1,5 mm, prin compararea distribuțiilor procentuale pentru următoarele cazuri:

a) pentru metoda de distribuție gravitațională: diferite rapoarte de transmisie, luând în considerare valorile individuale;

b) pentru metoda de distribuție centrifugală:

- aceeași viteză de rotație (800, 1000 și, respectiv, 1250 rot/min) și viteze diferite de avans;

- aceeași viteză de deplasare (1,2; 2,26 și respectiv 5,08 km / h) și viteze diferite de rotație a discului centrifugal.

Analiza semnificației a fost efectuată pentru o valoare p de 0,05; o valoare p mai mare de 0,05 înseamnă că nu există o diferență semnificativă între variante, ceea ce duce la concluzia că metoda de analiză a imaginii oferă rezultate demne de încredere.

Cantitățile de îngrășământ au fost calculate utilizând masa volumică medie a granulelor și volumul total obținut pe baza analizei imaginii (*Țenu și colab., 2017*).

4.3. Materialul și metoda utilizate în efectuarea analizei statistice

Pentru analiza statistică a datelor obținute au fost determinate varianța determinărilor experimentale și coeficientul de corelație, iar pe baza coeficientului de corelație s-a determinat gradul de semnificație a mediei.

Varianța măsurărilor (variația) s-a calculat ca medie aritmetică a pătratelor valorilor abaterilor individuale față de media lor, astfel:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n} \quad (4.3)$$

în care: $\Delta x_i = x_i - \bar{X}$, abaterea individuală; $\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$, reprezintă media.

Deviația standard are expresia:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2)}{n-1}} \quad (4.4)$$

în care: $\sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2)$, reprezintă suma pătratului abaterilor individuale; $n-1$, este gradul de libertate.

Coeficientul de variație

Pentru a putea compara deviația standard de la diferite șiruri de variație, cu valori diferite, sunt necesare valori relative comparabile între ele. Coeficientul de variație este deviația standard exprimată în procente din media aritmetică, având expresia:

$$\sigma [\%] = \frac{s * 100}{\bar{X}} \quad (4.5)$$

Mărimea acestui coeficient este direct proporțională cu variabilitatea elementului studiat. Din acest motiv s-a admis o scară după care se poate aprecia variabilitatea în funcție de această mărime, astfel:

- când $\sigma \%$ este cuprins între 0 - 10, variabilitatea este mică;
- când $\sigma \%$ este cuprins între 10 - 20, variabilitatea este medie;
- când $\sigma \%$ este mai mare de 20, variabilitatea este mare.

Coeficientul de variație poate fi folosit și ca test de semnificație a reprezentativității mediei, considerându-se următoarele praguri de semnificație (Jaba, 1998);

- $0 < \sigma \% < 17\%$, media este strict reprezentativă;
- $17\% < \sigma \% < 35$, media este moderat reprezentativă;
- $35\% < \sigma \% < 50$, media este reprezentativă în sens larg;
- $\sigma \% > 50$, media este nerepresentativă.

4.4. Concluzii parțiale

• Cercetările experimentale în condiții de câmp s-au efectuat în Ferma Horticolă nr.3 "Vasile Adamachi" din Iași.

• Gruparea terenului agricol pe principalele forme de relief și categorii de pantă evidențiază 22 ha situate pe platouri, versanți și văi, 21 ha pe versanți cu panta de 10 ... 15 % și 11 ha pe versanți cu panta de 15 ... 25 %.

• Reacția solului fermei este slab alcalină, valorile pH-ului fiind cuprinse între 7,5 și 8,2, iar humusul este prezent în sol în proporție de 0,54 ... 5,6 %.

- Conținutul mare de argilă al solului ajută la îmbibarea lui cu mai multă apă, dar și la uscarea rapidă a acestuia.
- Apele din izvoarele de coastă și de vale au un conținut de cloruri și sulfati destul de ridicat, astfel că straturile de sol de la suprafață se salinizează prin concentrarea apei în săruri datorită evaporării.
- Clima are un caracter temperat continental cu nuanțe excesive, cu ierni geroase și veri călduroase. Valoarea medie anuală a temperaturii multianuale în Podișul Moldovei este de 9,6⁰C.
- Regimul pluviometric exprimat prin media pluviometrică multianuală a precipitațiilor în ecosistemul horticol Iași este de 542,5 mm.
- Umiditatea relativă a aerului are o medie anuală cuprinsă între 50 % și 80 %.
- Vânturile, prin carența lor în vapori de apă, contribuie în perioada de vară-toamnă la aridizarea climatului și creșterea deficitului de apă.
- Pentru realizarea experiențelor din spațiul protejat din cadrul Sectorului Legumicol al Fermei „Vasile Adamachi“, s-a ales o cultură de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) și una de ardei (*Capsicum annuum* L.).
- Pregătirea terenului s-a făcut din toamnă prin defrișarea culturii anterioare și scoaterea resturilor vegetale.
- În cadrul experienței fertilizarea s-a realizat diferențiat: fertilizarea concomitent cu irigarea prin picurare, fertilizarea clasică și fertilizarea cu microorganisme.
- Irigarea s-a realizat prin picurare, o dată la două zile, cu norme în funcție de temperatura aerului și cea a solului, între 200 și 300 m³/ha apă.
- Cercetările experimentale pentru irigarea și fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole s-au realizat în spațiu protejat, într-un solar tunel de tip semicircular, cu lungimea de 25 m și lățimea de 5,4 m.
- Experiențele s-au efectuat cu ajutorul unei instalații de irigare prin picurare și fertilizare proiectate și realizate în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.
- Instalația de irigare prin picurare și fertilizare este alcătuită din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei.
- Experiența a fost unifactorială, regimul de fertilizare având patru graduări.
- Plantele din varianta V₁ au fost fertilizate concomitent cu irigarea prin picurare, de două ori pe săptămână, cu îngrășământ Nutrispore® NPK 30-10-10 (300 kg/ha), 15-10-30 (425 kg/ha) și 12-48-8 (400 kg/ha).
- Plantele din varianta V₂ au fost fertilizate, prin împrăștiere, cu îngrășămintă în echivalent de 200 kg/ha Cristaland® NPK 20-20-20, aplicat la fertilizarea de bază, 250 kg/ha, Cristaland® NP 15-50 aplicat în faza de buton floral și 200 kg/ha de Cristaland® NPK 9-18-27 aplicat în fenofaza de formare a primelor fructe.
- Plantele din varianta V₃ au fost fertilizate cu îngrășământ pe bază de microorganisme din gama Micoseed® MB, prin împrăștiere, în zona fiecărei plante, în

echivalent de 60 kg/ha, aplicat la pregătirea terenului, cu 2-3 zile înainte de plantare și Nutryaction®, 5 L/ha.

- În varianta V_5 plantele nu au fost fertilizate, constituind proba-martor.
- Irigarea s-a realizat o dată la două zile, câte 2 ore/zi.
- Un ciclu de udare a constat din deschiderea robinetului principal de la sursa de apă concomitent cu deschiderea robinetului de la intrarea în solar. Prin deschiderea primului robinet s-a alimentat conducta principală de distribuire a apei, iar odată cu deschiderea celui de-al doilea robinet, s-a putut realiza alimentarea conductei secundare de distribuire.

- S-au efectuat măsurători biometrice, săptămânal, prin care s-a determinat dinamica de creștere a plantelor, în funcție de variantă, urmărindu-se înălțimea plantei, numărul florilor, a florilor legate/fructe și a numărului de frunze.

- Recoltarea s-a făcut eșalonat, pe variante, înregistrându-se cantitatea de fructe obținută la fiecare variantă.

- Experiențele în condiții de laborator au fost organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-au folosit 10 tipuri de bandă de udare prin picurare, iar presiunea de lucru a variat de la 0,025 la 0,2 MPa.

- Standul a cuprins un echipament de creare a presiunii apei, rețea de aducțiune și distribuție a apei pentru irigarea prin picurare și platformă de colectare a apei.

- Experiența a fost una de tip polifactorial, urmărindu-se factorul A, presiunea de lucru, cu opt graduări și factorul B, tipul de picurătoare, cu două graduări.

- Experiențele care au vizat administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de laborator s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași și au avut drept scop determinarea cantității de îngrășământ administrate pe o distanță de 100 m liniari/65 rotații ale roții motrice.

- Experiența privind distribuția gravitațională a îngrășămintelor este de tip unifactorial, având ca factor de influență raportul de transmisie, cu graduările $i_3 = 0.40$, $i_2 = 0.48$, $i_1 = 0.60$.

- Metodologia de efectuare a cercetărilor privind determinarea gradului de uniformitate a administrării îngrășămintelor în condiții de laborator a cuprins schimbarea pe rând a trei roți de lanț, încărcarea secțiilor cu aceeași cantitate de îngrășământ, acționarea prin intermediul unei manivele a roții motrice și cântărirea cantității de îngrășământ după fiecare încercare.

- Pentru fiecare raport de transmisie s-au efectuat trei încercări.

- Pentru experiențele care au vizat administrarea îngrășămintelor chimice solide în câmp s-a proiectat și realizat un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de mecanizare ale Universității de Științe Agricole și

Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

- Echipamentul pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide a fost montat pe un motocultor de tipul VALPADANA Blitz 120 Rev, având 3 secții cu lățimea totală de lucru de 110 cm, lățimea de împrăștiere fiind de 4-5 m.

- Cercetările au vizat determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor administrate prin metoda gravitațională, care s-a realizat cu ajutorul plăcii de împrăștiere atașate la echipamentul de administrare a îngrășămintelor, și prin folosirea metodei centrifugale, cu ajutorul unui disc de împrăștiere.

- Experiența privind uniformitatea de administrare a îngrășămintelor chimice solide prin metoda gravitațională este polifactorială.

- Experiența privind uniformitatea de administrare a îngrășămintelor chimice solide prin metoda centrifugală este tot polifactorială.

- În vederea determinării clasei de mărimi a granulelor de îngrășământ s-a utilizat analiza imagistică cu ajutorul programului ImageJ.

CAPITOLUL V
CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU STABILIREA
INDICILOR DE CALITATE AI ECHIPAMENTELOR DE UDARE
PRIN PICURARE ȘI DE ADMINISTRARE A ÎNGRĂȘĂMINTELOR
CHIMICE SOLIDE ÎN SPAȚII PROTEJATE

CHAPTER V
EXPERIMENTAL RESEARCHES FOR ESTABLISHMENT OF
QUALITY INDICATORS FOR DRIP IRRIGATION EQUIPMENTS
AND DISTRIBUTION OF THE SOLID CHEMICAL FERTILIZERS
IN PROTECTED AREAS

5.1. Cercetări privind indicii de calitate ai instalației de irigare prin picurare

Scopul cercetărilor este optimizarea procesului de irigare prin picurare în vederea obținerii de producții semnificative, cu mijloace minime.

Plantele legumicole, și mai ales cele din spații protejate, datorită volumului mare de rădăcini necesită cantități importante de apă, și mai ales o administrare constantă cauzată de lipsa de precipitații. Asigurarea plantelor cu apă trebuie să fie permanentă, în vederea obținerii de produse turgescențe și fragede. Astfel, în prezent, pentru aportul de apă se folosește irigarea prin rigole, prin aspersie și prin picurare. Pentru că plantele legumicole, datorită foliajului și densității de plantare, sunt sensibile la atacul bolilor provocat de prezența apei, nu toate metodele de irigare asigură în mod optim aportul acestuia, Astfel, irigarea prin aspersie, datorită udării sistemului foliar și umidității aerului specifică spațiilor protejate, favorizează proliferarea bolilor cauzate de umiditatea în exces.

În vederea realizării obiectivului propus, s-au urmat și respectat următoarele faze:

- alegerea benzilor de udare și a cultivarelor de plante supuse experiențelor;
- elaborarea metodei de lucru;
- pregătirea aparaturii necesare;
- proiectarea standului experimental și înființarea culturii în spațiu protejat;
- efectuarea cercetărilor experimentale potrivit metodei stabilite în prealabil;
- înregistrarea, analiza și prelucrarea rezultatelor obținute în urma cercetărilor experimentale;
- analogia rezultatelor obținute la experiențele în condiții de laborator și la

experiențele în condiții de câmp;

- stabilirea variantelor optime de udare prin picurare.

Experiențele au fost organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași. Cercetările experimentale au urmărit reproducerea, la nivel de laborator, a unui ciclu de udare prin picurare, timp de o oră, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-au folosit 10 tipuri de bandă de udare prin picurare.

Standul pe care s-au efectuat cercetările experimentale (figura 5.1) este realizat dintr-o platformă de lemn pentru amplasarea recipientelor necesare măsurării cantității de apă ce trece prin picurătoare, conductă de udare PEHD (*K*) cu diametru de 32 mm și lungime de 130 cm, prevăzută la capete cu dopuri de închidere (*R*) și benzi de udare.

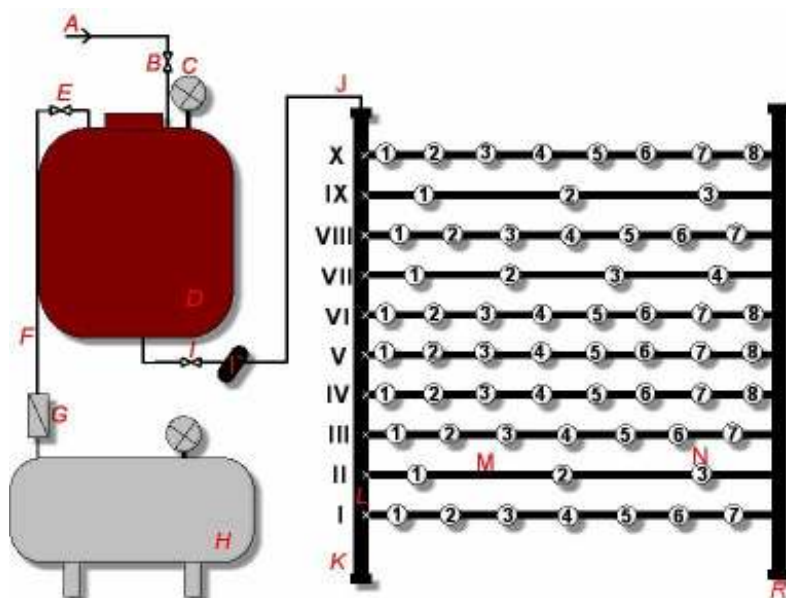


Fig. 5.1. Standul experimental pentru testarea diferitelor benzi cu picurătoare:

A – furtun de alimentare cu apă; B, E, I, L – robinet; C – manometru; D – rezervor apă; F – conductă de alimentare cu aer; G – clapetă de reținere; H – compresor; I' – filtru; J – racord de alimentare; K – conducta principală; M – bandă de udare; N – picurător; R – dopuri de închidere a conductei principale; 1 ... 8 – numerotarea picurătoarelor pe banda de udare.

Fig. 5.1. Experimental stand for testing various drip tapes:

A - water supply hose; B, E, I, L - faucet; C - manometer; D - water tank; F - air compressor output; G - retention flap; H - compressor; I' - filter; J - power supply connection; K - the main pipeline; M - watering tape; N - dripper; R - main pipe closing caps; 1 ... 8 - numbering of drippers on the watering band.

Benzile de udare utilizate (*M*), 10 la număr, au lungimea de 80 cm, fiecare dintre acestea având caracteristici diferite în ceea ce privește debitul, tipul și numărul de picurătoare.

Necesarul de apă utilizată la experiență a fost asigurat de un rezervor (*D*) cu capacitatea de 300L racordat la instalația de udare. Filtrul (*I'*) are rolul de a filtra apa

provenită din rezervor în vederea evitării înfundării picurătoarelor cu reziduuri. Presiunea de lucru a fost măsurată cu ajutorul unui manometru (*C*). Pentru realizarea presiunii s-a utilizat un compresor de aer AIRMASTER (*H*). Benzile de udare au fost numerotate de la 1 la 10, începând de la robinetul principal de deschidere conectat la rezorvorul de apă. De asemenea, fiecare picurător (*N*) de pe fiecare linie a fost numerotat, în funcție de numărul de picurătoare, începând de la conducta principală (magistrală).

Pentru a determina indicii de calitate ai irigației prin picurare în condiții de laborator, s-a măsurat debitul de lichid pentru fiecare dintre liniile de udare, la opt presiuni de lucru, timp de o oră.

Astfel, la presiunea de lucru de **0,025 MPa** și timpul de curgere de o oră, cea mai mică cantitate de apă s-a înregistrat la linia 10, cu un debit de 1709,58 mL/h iar cea mai mare cantitate s-a înregistrat la linia 4, cu un debit de 7020,75 mL/h (tabelul 5.1). Odată cu creșterea presiunii, la **0,05 MPa**, cantitatea de apă înregistrată a crescut pe fiecare linie, un debit minim obținându-se la linia 10, de 2698,33 mL/h, și un debit maxim de 10244,92 mL/h la linia 4. În cazul presiunii de **0,075 MPa**, pe aceeași tendință, debitul minim de apă s-a înregistrat la linia 10, de 3393,33 mL/h, și debit maxim, de 11856,67 mL/h înregistrat la linia 4. Ajungând la presiunea de **0,1 MPa**, se observă că odată cu creșterea presiunii de lucru se mărește și debitul pentru o linie. La această presiune debitul minim s-a înregistrat tot la linia 10, 4049,17 mL/h, iar debitul maxim a aparținut liniei 4 (14413,67 mL/h). Aceeași tendință s-a păstrat și la presiunea de **0,125 MPa**, unde debitul minim înregistrat a fost de 4770,83 mL/h la linia 10, iar debitul maxim s-a înregistrat la linia 4 (16131,5 mL/h). La presiunea de **0,15 MPa**, debitul minim s-a obținut la linia 9, 5054,17 mL/h, și cel maxim la linia 4, de 17600,67 mL/h apă.

Începând cu presiunea de lucru de **0,175 MPa**, benzile aparținând liniilor 2 și 9 au cedat, fiind oprite, cantitatea de apă fiind înregistrată doar pentru liniile rămase în funcțiune. Astfel, debitul de apă pentru liniile 1,3,5,4,6,7,8 și 10 a variat de la un minim de 5809,5 mL/h la linia 10, la un maxim de 16671,5 mL/h pentru linia 5. La presiunea maximă de lucru luată în studiu, de **0,2 MPa**, linia 4 a cedat, fiind oprită, debitul de apă variind de la 6078,5 mL/h la linia 10, la 17218,83 mL/h la linia 5 (tabelul 5.1).

5.2. Analiza statistică a datelor experimentale

Pentru analiza statistică au fost determinate varianța determinărilor experimentale și coeficientul de corelație. Pe baza coeficientului de corelație se determină gradul de semnificație a mediei debitelor obținute la benzile cu picurătoare. Datele rezultate din calculul statistic sunt prezentate pentru fiecare linie de udare în tabele din Anexa 4.

Benzile de udare, din punct de vedere constructiv, au avut picurătoare de tip fantă și tip pastilă.

Analiza statistică pentru benzile cu picurătoare de tip fantă au scos în evidență o variabilitate mică față de medie, coeficienții de variație, pentru linia 1,4, 6 și 10, fiind cuprinși între 0 și 10. Din acest punct de vedere toate variantele experimentale sunt strict reprezentative (tabelul 5.2).

Tabelul 5.1/Table 5.1

Cantitatea de apă acumulată

Presiunea de lucru (MPa)	Debitul/mL/h									
	Linia									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,025	5245,42	2719,33	5125	7020,75	5946,67	5173,75	4431	3105,75	2483,58	1709,58
0,05	8070,83	4168,17	7731,33	10244,92	9468,33	8111,25	6594,58	4307,92	3945,25	2698,33
0,075	9861,67	5086,5	10580,83	11856,67	10523,17	9102,17	8229,33	5993,33	4626,67	3393,33
0,1	11590,83	6100,83	11190,5	14413,67	12370	9925,83	9601,33	7225,83	5462,17	4049,17
0,125	13155,33	7253,33	12705,17	16131,5	14232,5	10979,17	10329,17	8325,83	6518,33	4770,83
0,15	14224,67	8130	13329,67	17600,67	15271,67	11827,33	12162,5	9295,67	5054,17	5393,33
0,175	15156,33	*	13742,5	15262,5	16671,5	12342,17	13071,67	9897,17	*	5809,5
0,2	15522,5	**	15209,33	*	17218,83	13404,5	13034,17	10615,67	**	6078,5

* benzile 2 și 9 s-au spart la presiunea de lucru de 0,175 MPa

** banda 4 s-a spart la presiunea de lucru de 0,2 MPa

Gradul de semnificație pentru media debitelor obținute la benzile cu picurătoare tip fantă
The degree of significance for the average flow rates obtained on slotted strips

Presiune (MPa)	Linia de udare						
	L1	L3	L4	L5	L6	L8	L10
0,25	S.r.	S.r.	S.r.	m.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,05	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,075	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,1	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,125	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,15	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,175	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.
0,2	S.r.	S.r.	-	S.r.	S.r.	S.r.	S.r.

*S.r. – strict reprezentativă;

** m.r. – moderat reprezentativă.

Linia 3 a înregistrat coeficienți de variație între 0 și 10 pentru majoritatea presiunilor de lucru, excepție făcând la presiunea de 0,25 MPa, unde coeficientul a fost mai mare de 10 având valoarea 13. Toate variantele au fost strict reprezentative.

La linia 5, la presiunea de 0,25 MPa, coeficientul de variație a fost mai mare de 20, media fiind moderat reprezentativă, pentru restul presiunilor coeficienții fiind mai mici de 10, variabilitatea a fost mică iar media strict reprezentativă.

Pentru linia 8 s-au înregistrat coeficienți cuprinși între 0 și 10 la presiunile de lucru 0,25 MPa și 0,75 ... 2 MPa, variabilitatea fiind mică, și coeficient mai mare de 10 la presiunea de lucru de 0,5 MPa, unde variabilitatea este medie. Toate variantele au fost strict reprezentative.

Din analiza statistică, pentru benzile de udare care au avut picurătoare de tip pastilă, au reieșit coeficienți de variație cuprinși între 0 și 10 respectiv 10 și 20 (tabelul 5.3).

Astfel, pentru linia 2, la presiunile cuprinse între 0,25 MPa și 1,5 MPa variabilitatea este mică, variantele experimentale fiind strict reprezentative. Linia 2 nu a rezistat la presiuni mai mari de 1,75 MPa, și prin urmare nu au fost date experimentale pentru calculul statistic.

Linia 7 a înregistrat coeficienți între 0 și 10 la presiunile 1,5 MPa, 0,75 MPa, 1 MPa, 1,5 MPa și 1,75 MPa, variabilitatea fiind mică. La presiunea de 0,25 MPa, 1,25 MPa și 2 MPa, variabilitatea este medie, toate variantele fiind strict reprezentative.

Coeficienții de variație pentru linia 9 s-au încadrat între 0 și 10 pentru presiunile cuprinse între 0,25 și 1,25 MPa, cu o variabilitate mică, obținută, față de medie, și un coeficient mai mare de 10, la presiunea de 1,5 MPa, rezultând o variabilitate medie. Pentru acestea, variantele sunt strict reprezentative. Linia 9 nu a rezistat la presiunea de 1,75 MPa, și prin urmare nu au fost date experimentale pentru calculul statistic.

Gradul de semnificație pentru media debitelor obținute la benzile cu picurătoare tip pastilă
The degree of significance for the average flow rates obtained on the lozenge-tipp tapes

Presiune (MPa)	Linia de udare		
	L2	L7	L9
0,25	s.r.	s.r.	s.r.
0,05	s.r.	s.r.	s.r.
0,075	s.r.	s.r.	s.r.
0,1	s.r.	s.r.	s.r.
0,125	s.r.	s.r.	s.r.
0,15	s.r.	s.r.	s.r.
0,175	-	s.r.	-
0,2	-	s.r.	-

*s.r. – strict reprezentativă;

** m.r. – moderat reprezentativă.

5.3. Experimentarea mașinii pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale în condiții de laborator s-a utilizat un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide, proiectat și construit în cadrul disciplinelor de mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

Acesta a fost adaptat astfel încât să permită, pe lângă dozarea mecanică a celor trei secții de lucru, distribuirea gravitațională a îngrășămintelor folosind trei rapoarte de transmisie.

Echipamentul (figura 5.2) este alcătuit dintr-un cadru sprijinit pe două roți (6, 7), cuplat la un tractor cu două roți prin intermediul unei bare de tracțiune. Cutiile cu îngrășământ, trei la număr (1), sunt așezate pe cadru; îngrășământul este distribuit prin intermediul dispozitivelor de dozare (2). Mecanismul de transmisie cuprinde transmisia prin roți dințate (8, 9), transmisia prin lanț (4, 10), transmisii intermediare (5), transmisie de la arborele cardanic și reductor cu roți dințate conice. Mecanismele de transmisie sunt utilizate pentru a roti distribuitorii de îngrășământ. Echipamentul are o lățime totală de 110 cm, permițând utilizarea acestuia în interiorul spațiilor protejate; lățimea benzii de împrăștiere este de 4 - 5 m. Raportul de transmisie se schimbă cu ajutorul unei pârghii (13).

În urma încercărilor, pe o distanță de 100 m liniari, însumând 65 de rotații complete ale roții motrice, s-a obținut pentru fiecare raport de transmisie utilizat o cantitate medie de îngrășământ, astfel: pentru raportul de transmisie $i_1 = 0,60$ s-au obținut 1,75 kg la prima secție de lucru, 1,56 kg la secția a doua, iar la secția a treia de lucru o cantitate medie de 1,67 kg (tabelul 5.2).

La raportul de transmisie $i_2 = 0,48$, cea mai mică cantitate medie de îngrășământ realizată a fost obținută la secția a doua de lucru, de 1,23 kg, urmată de secția a treia cu 1,30 kg. Cea mai mare cantitate medie de îngrășământ s-a înregistrat, la fel ca la primul raport de transmisie, la prima secție de lucru, de 1,36 kg.

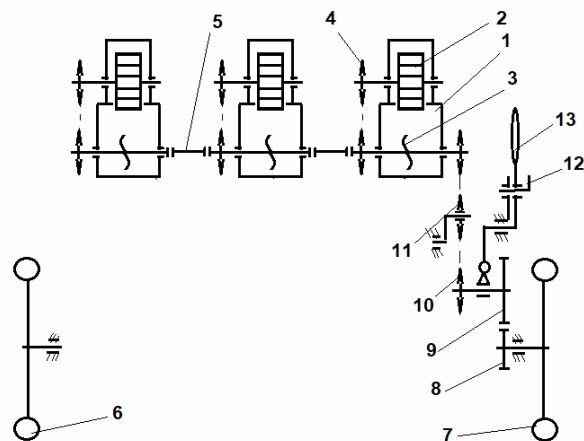


Fig. 5.2. Schema de transmitere a mișcării la unitatea de dozare:

1 – cutii de îngrășământ; 2 - unitate de dozare; 3 - agitator; 4, 10- transmisie cu lanț cu role; 5 - arbori intermediari; 6 - roată de copiere; 7 - roata motrică; 8 - transmisie cu roți dințate ($z = 26$); 9 - roată interschimbabilă ($z = 30; 38; 45$); 11 – roată de întindere; 12 - bolț; 13 - pârghie de schimbare a raportului de transmisie.

Fig. 5.2. Schematics of the transmission chain to the metering unit:

1 – fertilizer boxes; 2 – metering unit; 3 – stirrer; 4, 10 – roller chain transmission; 5 – intermediary shafts; 6 – the copy wheel; 7 – driving wheel; 8 – gears transmission ($z = 26$); 9 – interchangeable gears ($z = 30; 38; 45$); 11 – chain tensioner; 12 – bolt; 13 – gear ratio changing lever.

Utilizând al treilea raport de transmisie, $i_3 = 0,40$, cantitățile de îngrășământ au fost de 1,17 kg la secția unu de lucru, 1,04 kg la cea de-a doua secție și de 1,09 kg la secția a treia de lucru (tabelul 5.4).

Tabelul 5.4/Table 5.4

Cantitatea de îngrășământ colectată la 100 m liniari / 65 de rotații
The amount of fertilizer collected at 100 m linear / 65 rotations

Raportul de transmisie	Secția de lucru	Cantitatea medie de îngrășământ (kg)
$i_1 = 0,60$	S_1	1,75
	S_2	1,56
	S_3	1,67
$i_2 = 0,48$	S_1	1,36
	S_2	1,23
	S_3	1,30
$i_3 = 0,40$	S_1	1,17
	S_2	1,04
	S_3	1,09

Din figura 5.3 se constată că cea mai mare cantitate de îngrășământ a fost obținută la raportul de transmisie $i_1 = 0,60$, urmat de $i_2 = 0,48$ și $i_3 = 0,40$. Tot de aici reiese că, indiferent de raportul de transmisie utilizat, cea mai mare cantitate de îngrășământ colectat s-a obținut la prima secție de lucru a echipamentului, urmat de secția a treia, cea mai mică cantitate înregistrându-se la secția a doua. Faptul că acest lucru s-a păstrat constant de-a lungul experiențelor, ajută la determinarea uniformității de administrare a îngrășământului, eliminându-se eventualele erori.

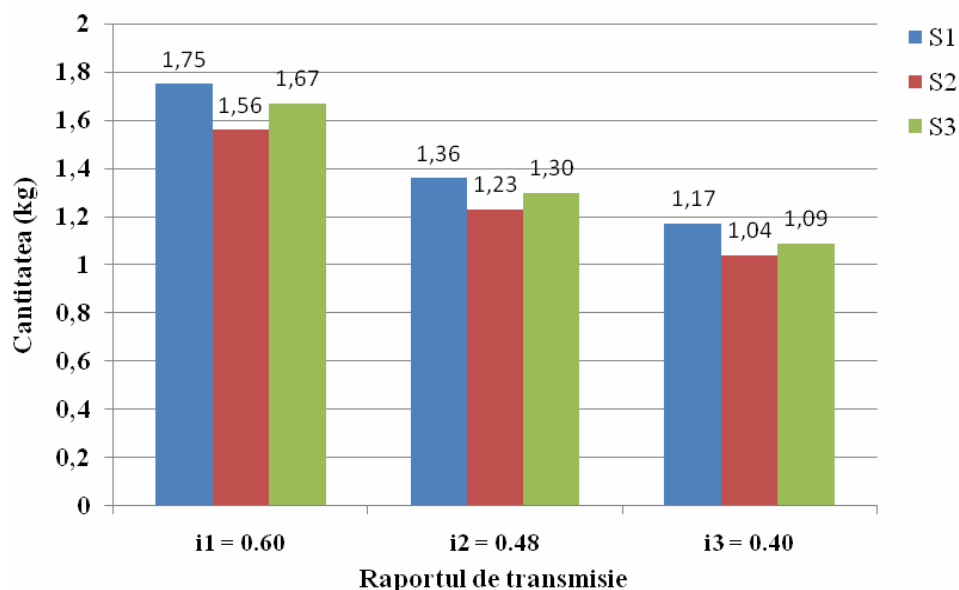


Fig.5.3. Cantitatea medie de îngrășământ colectată (kg) la 100 m liniari/65 de rotații ale roții motrice
 Fig.5.3. Average amount of fertilizer collected (kg) at 100 m linear / 65 rotations of the drive wheel

Cantitatea de îngrășământ colectată pentru o singură rotație completă a roții motrice ne arată faptul că diferența între secțiile de lucru este foarte mică (tabelul 5.5), indiferent de raportul de transmisie utilizat.

Tabelul 5.5/Table 5.5

Cantitatea de îngrășământ colectată la o rotație completă a roții motrice
The amount of fertilizer collected at a complete rotation of the drive wheel

Raportul de transmisie	Secția de lucru	Cantitatea medie de îngrășământ / o singură rotație (kg)
$i_1 = 0,60$	S_1	0,026
	S_2	0,024
	S_3	0,025
$i_2 = 0,48$	S_1	0,020
	S_2	0,019
	S_3	0,020
$i_3 = 0,40$	S_1	0,018
	S_2	0,016
	S_3	0,017

5.4. Concluzii parțiale

- Scopul cercetărilor este optimizarea procesului de irigare prin picurare în vederea obținerii de producții semnificative.
- Cercetările experimentale au fost organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticoale de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

- Experiențele au urmărit reproducerea unui ciclu de udare prin picurare timp de o oră, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa.
- Pentru analiza statistică au fost determinate varianța determinărilor experimentale și coeficientul de corelație.
- Analiza statistică pentru benzile cu picurătoare de tip fantă și pastilă au scos în evidență faptul că variantele experimentale sunt strict reprezentative.
- Experimentarea mașinii pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate s-a realizat în cadrul disciplinelor de mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.
- Pentru cercetări s-a utilizat un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide format din trei secții de lucru, cu mecanism de transmisie prin lanț, transmisii intermediare, transmisie de la arborele cardanic și reductor cu roți dințate conice.
- Încercările s-au efectuat pe o distanță de 100 m liniari, însumând 65 de rotații complete ale roții motrice.
- S-au utilizat trei roți dințate diferite, rezultând trei rapoarte de transmisie: $i_1 = 0,60$, $i_2 = 0,48$, $i_3 = 0,40$.
- Indiferent de raportul de transmisie, cele mai mici cantități de îngrășământ colectate s-au obținut la secția a doua, urmate de cele obținute la secția a treia, iar cea mai mare cantitate s-a înregistrat la prima secție a echipamentului.
- Cantitatea de îngrășământ obținută pentru o singură rotație completă a roții motrice a arătat că diferența între secțiile de lucru este foarte mică, indiferent de raportul de transmisie utilizat.

CAPITOLUL VI
CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE LUCRU PENTRU IRIGAREA PRIN PICURARE
ȘI ADMINISTRAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR CHIMICE SOLIDE
LA PLANTELE LEGUMICOLE ÎN SPAȚII PROTEJATE

CHAPTER VI
EXPERIMENTAL RESEARCH REGARDING THE WORKING
PROCESS OPTIMIZATION FOR DRIP IRRIGATION AND
DISTRIBUTION OF SOLID CHEMICAL FERTILIZERS IN
PROTECTED AREAS

6.1. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru
pentru fertilizarea prin picurare a plantelor legumicole

Experiențele s-au efectuat cu ajutorul unei instalații de irigare prin picurare și fertilizare proiectate și realizate în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, catedra Mecanizarea Agriculturii, formate din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei.

Pentru realizarea experiențelor s-a înființat, în fiecare din cei trei ani experimentali, o cultură de tomate și una de ardei într-un solar de tip semicircular, cu scheletul din metal, cu suprafața de lucru de 135 m². Plantele luate în studiu au făcut parte din cultivarul de tomate *Minaret FI* și ardei *Brillant FI* (tabelul 6.1).

Tabelul 6.1/Table 6.1

Variantele experimentale pentru culturile de tomate și ardei
Experimental variants for tomato and sweet pepper culture

Variantele experimentale	Metoda de fertilizare ș.a.	Metoda de irigare
V ₁	Prin apa de irigare - (70/ kg)	Picurare
V ₂	Împrăștiere - (44/ kg)	
V ₃	Microorganisme - (60/kg)	
V ₄	Nefertilizat	
V ₅	Nefertilizat	Rigole

6.1.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor
indici morfologici (biometrici) la tomate

6.1.1.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii
plantelor de tomate

Înălțimea plantelor este un indice morfologic care este direct influențat de factorul genetic (cultivarul), dar și de condițiile tehnologice și mediu.

Rezultatele cu privire la înălțimea plantelor sunt prezentate în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2/Table 6.2

Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2015
Dynamics of tomato plant height (cm) – 2015

Varianta experimentală	Data recoltării						
	13.05	26.05	3.06	10.06	18.06	25.06	2.07
V ₁ (fertiligație)	46,6	68,0	76,2	84,6	91,4	101,0	108,2
V ₂ (fertilizare clasică)	46,0	58,2	69,2	79,6	87,2	94,0	95,8
V ₃ (fertilizare cu microorganisme)	44,8	59,6	73,4	80,2	87,0	95,6	95,6
V ₄ (fără fertilizare)	71,8	79,8	86,4	92,4	96,8	100,2	104,8
V ₅ (rigole/fără fertilizare) (Mt)	43,2	52,4	70,1	80,2	87,3	92	99,1
Media înălțimii	52,3	66,4	76,3	84,2	90,6	96,56	101,1

S-a constatat că la plantele de tomate, hibridul *Minaret F1*, în anul 2015, varianta experimentală V₁ a înregistrat cele mai mari creșteri ale plantelor de tomate, de 108,2 cm iar varianta V₃ cele mai scăzute, de 95, 6 cm, valoare apropiată de cea obținută la varianta V₂, de 95, 8 cm.

Dinamica înălțimii plantelor de tomate pentru ultimele două determinări este prezentată în graficul din figura 6.1. De aici reiese creșterea plantelor care, la sfârșitul perioadei de vegetație, a variat constant pentru plantele din variantele V₁, V₄ și V₅ de la o determinare la cealaltă (figura 6.1), stagnează în cadrul variantei V₃ și prezintă o creștere minoră față de celelalte variante la varianta V₂.

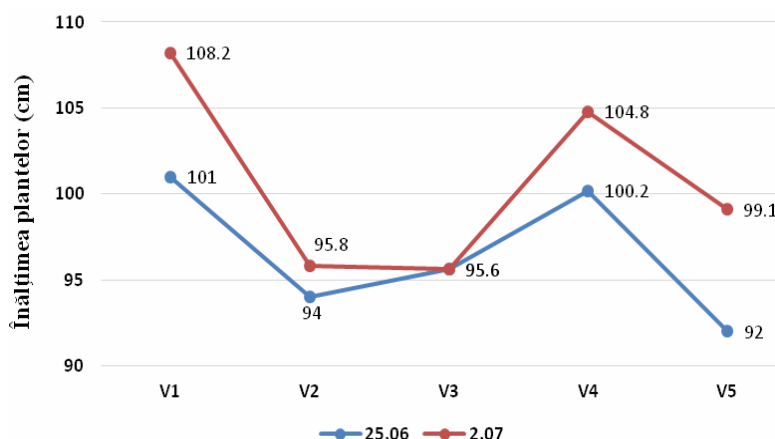


Fig.6.1. Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2015

Fig.6.1. Tomato height dynamic chart for two determinations, 2015

În anul de cultură 2016, fertilizarea, ca metodă de fertilizare, a influențat pozitiv dinamica de creștere a plantelor de tomate. Așa cum reiese din tabelul 6.3, plantele din varianta V₁ au avut o înălțime de 157,8 cm, comparativ cu înălțimea de 140,5 cm obținută de plantele variantei V₄, nefertilizate. Valorile superioare obținute au aparținut variantelor fertilizate, ceea ce demonstrează elemente nutritive asupra dinamicii înălțimii plantelor de tomate.

Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2016
Dynamics of tomato plant height (cm) – 2016

Varianta experimentală	Data recoltării						
	7.05	17.05	27.05	6.06	17.06	27.06	11.07
V ₁	50,0	72,4	88,6	109,7	133,9	144,8	157,8
V ₂	49,8	70,2	86,0	105,8	131,4	139,0	151,6
V ₃	50,2	69,6	85,0	101,6	121,8	133,8	145,6
V ₄	48,0	70,4	88,0	99,4	125,4	132,2	140,5
V ₅ (Mt)	47,9	67,7	86,9	98,9	124,7	131,8	141,8
Media înălțimii	49,18	70,06	86,9	103,08	127,44	136,32	147,46

Din figura 6.2 se observă că în cadrul ultimelor două determinări luate în studiu, creșterea plantelor a realizat valori, deși apropiate, totuși relevante. Astfel, creșterile au variat de la valori de 13 cm între două determinări, realizate la varianta cu plante de tomate fertirigate, până la valori de 10 cm obținute la varianta-martor V₅.

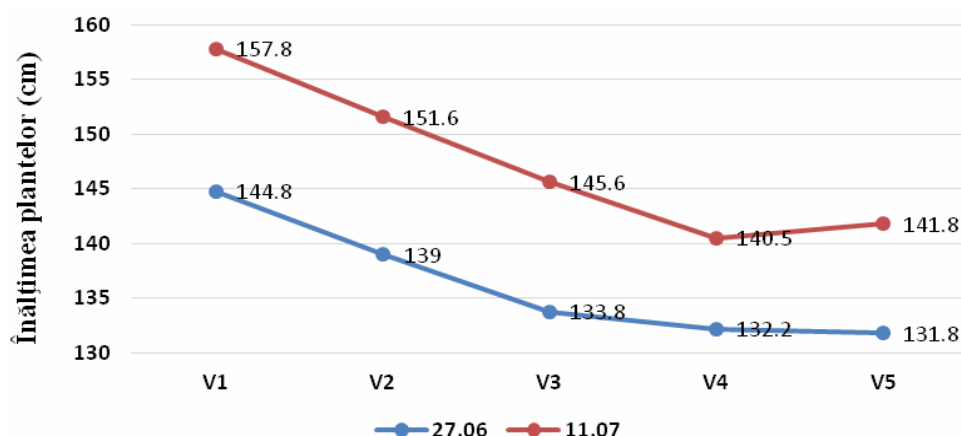


Fig.6.2. **Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2016**
 Fig.6.2. **Tomato height dynamic chart for two determinations, 2016**

Anul 2017, la fel ca cei precedenți, aduce în prim plan importanța administrării îngrășămintelor prin intermediul apei de irigație prin picurare. Valoarea obținută la varianta fertirigată, de 140,8 cm, este net superioară celei minime obținute, de 134,8 cm, la varianta cu fertilizare clasică. O valoare apropiată celei maxime este cea înregistrată la varianta fertilizată cu îngrășămintă pe bază de microorganisme, V₃, și anume 140,6 cm. Variantele nefertilizate, V₄ și V₅ au obținut valori relativ apropiate, de 138,4 și 136 cm (tabelul 6.4).

În anul 2017, valorile creșterii în înălțime la plantele de tomate ies în evidență prin cele obținute de varianta V₅, de 10,4 cm, comparativ cu 5,2 cm obținut de varianta V₂, de unde deducem că variantele fertilizate au avut creștere constantă a înălțimii plantelor în favoarea creșterii producției (figura 6.3).

Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2017
Dynamics of tomato plant height (cm) – 2017

Varianta experimentală	Data recoltării						
	17.05	27.05	3.06	10.06	29.06	7.07	17.07
V ₁	38,6	47,6	62,0	79,4	121,2	132,6	140,8
V ₂	25,2	39,2	58,0	74,8	122,8	129,6	134,8
V ₃	30,2	47,0	64,6	82,4	125,4	134,8	140,6
V ₄	26,2	44,6	55,6	76,8	115,0	132,6	138,4
V ₅	24,2	45,8	55,4	75,4	116,0	125,6	136,0
Media înălțimii	29,0	44,8	59,1	77,8	120,1	131,0	138,1

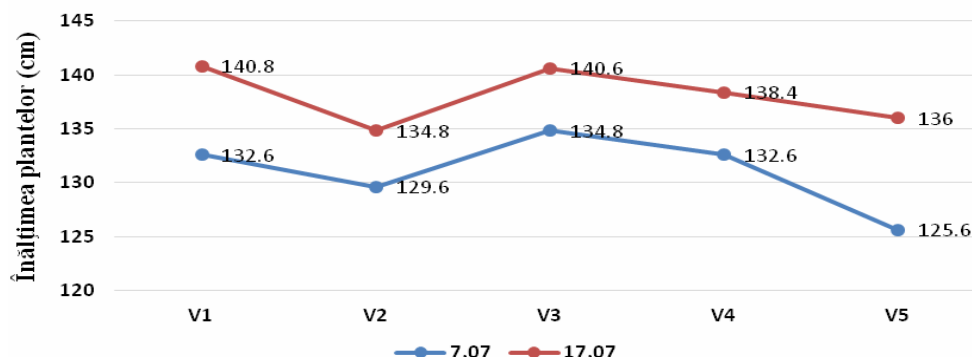


Fig.6.3. Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2017
 Fig.6.3. Tomato height dynamic chart for two determinations, 2017

Având în vedere datele prezentate, se poate afirma că la variantele experimentale cu fertilizare înălțimea plantelor a fost la începutul perioadei de vegetație mai redusă, deoarece îngrășămintele minerale folosite determină creșterea conținutului de săruri nutritive în sol, iar plantele prezintă o dinamică de creștere mai redusă din cauza acestui fapt.

6.1.1.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra numărului de fructe al plantelor de tomate

Din tabelul 6.5 se observă că în anul agricol 2015, în ceea ce privește numărul mediu de fructe de tomate pe o plantă, acesta a variat de la 11,20 la varianta V₂, până la 15,34 la varianta V₁, la care s-a aplicat fertilizația; lucru care s-a păstrat pentru următorii ani agricoli 2016 și 2017, valorile maxime înregistrate fiind de 15,10 fructe de tomate pe o plantă în anul 2016 și 15,83 fructe în 2017. Acest lucru denotă importanța fertilizării prin intermediul irigației prin picurare asupra numărului mediu de fructe pe o plantă.

Valorile medii, pe cei trei ani de cultură, ale numărului de fructe pe plantă au înregistrat valori favorabile fertilizării, obținându-se o valoare de 15,42 fructe/plantă, și fertilizării pe bază de microorganisme, cu o valoare apropiată, de 14,39 fructe/plantă. La variantele nefertilizate s-au obținut valori de 12,26 fructe/plantă, la V₅, respectiv 12,76 fructe/plantă la V₄ (figura 6.4).

Numărul de fructe pe plantă
Number of fruits per plant

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	15,34	15,10	15,83	15,42
V ₂	11,20	13,71	14,51	13,14
V ₃	12,54	12,93	17,69	14,39
V ₄	11,78	12,52	13,86	12,72
V ₅ (Mt)	11,99	12,49	12,29	12,26

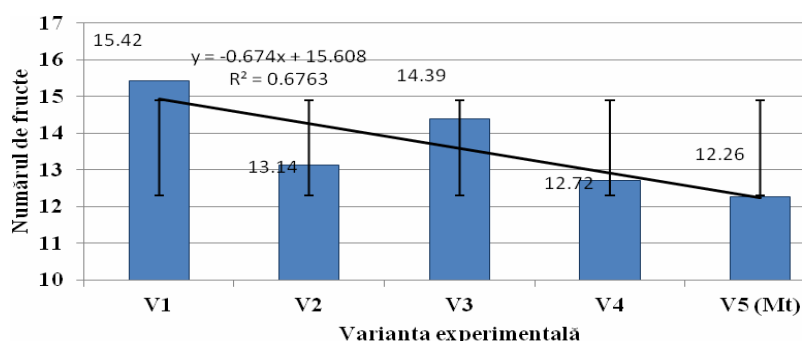


Fig.6.4. Mediile multianuale ale numărului de fructe de tomate, 2015-2017

Fig.6.4. Multi-annual averages of tomato fruit, 2015-2017

Din punct de vedere al analizei statistice se observă că la varianta 1 variabilitatea față de media obținută este medie. La variantele 2, 3 și 4 variabilitatea este mare, depășind 20%. Reiese că toate variantele experimentale sunt moderat reprezentative (tabelul 6.6).

Tabelul 6.6/Table 6.6

Variabilitatea față de media numărului de fructe de tomate
Variability to the average number of tomatoes

Varianta experimentală	Valoarea medie (nr.)	Coefficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	15,42	19,45	moderat reprezentativă
V ₂	13,14	22,83	moderat reprezentativă
V ₃	14,39	20,84	moderat reprezentativă
V ₄	12,72	23,58	moderat reprezentativă

6.1.1.3. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra masei fructelor de tomate

Masa medie a fructelor de tomate, cultivarul *Minaret FI*, este direct influențată de sistemul de fertilizare. În anul agricol 2015 masa fructelor a variat de la 209 g/fruct obținută la fructele din varianta nefertilizată și irigată prin picurare, V₄, până la 248 g/fruct la varianta V₃.

Valori medii ale masei fructelor s-au înregistrat la variantele V₁ și V₂, unde practic s-a obținut aceeași valoare a masei unui fruct, de 228,80 g la V₁ și 228,20 g la V₂.

În anul agricol 2016, importanța metodei de fertilizare reiese din observațiile

asupra masei medii a fructelor de tomate, realizându-se o diferență apreciazabilă între valori, de la 153,4 g la varianta V₅, la 220,52 g la varianta V₁. Anul 2017 a adus valori maxime de 270,66 g/fruct la varianta fertilizată și valori minime, de 246,71 g/fruct, la varianta irigată prin picurare dar care nu a fost supusă fertilizării. Rezultatele se pot observa în tabelul 6.7.

Tabelul 6.7/Table 6.7

Masa fructelor de tomate (g)

Tomato fruit weight (g)

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	228,83	220,52	270,66	240,00
V ₂	228,27	186,72	254,41	223,13
V ₃	248,00	159,26	251,73	219,66
V ₄	209,00	155,41	246,71	203,71
V ₅ (Mt)	211,29	153,49	248,47	204,42

Valorile medii ale masei fructelor de tomate din cei trei ani experimentali (figura 6.5) scot în evidență că cea mai mare valoare s-a înregistrat la V₁ (240 g), urmată de V₂ și V₃ (223,13 g și 219,66 g). La variantele nefertilizate s-au obținut cele mai mici medii ale masei fructelor, de 203,71 g la V₄ și 204,42 g la V₅.

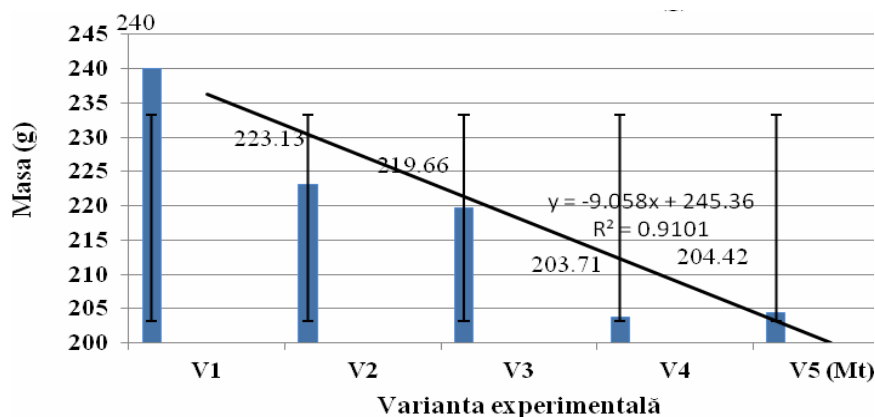


Fig.6.5. Mediile multianuale ale masei fructelor de tomate, 2015-2017

Fig.6.5. Multi-yearly media of tomato fruit weight, 2015-2017

În acest caz, deoarece coeficientul de variație este cuprins, pentru toate variantele, între 10 și 20, rezultă o variabilitate medie față de media masei fructelor de tomate (tabelul 6.8), toate variantele experimentale fiind strict reprezentative.

Tabelul 6.8/Table 6.8

Variabilitatea față de media masei fructelor de tomate

Variability to the average of tomato fruit weight

Varianta experimentală	Valoarea medie (g)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	240,00	12,50	strict reprezentativă
V ₂	223,13	13,44	strict reprezentativă
V ₃	219,66	13,65	strict reprezentativă
V ₄	203,71	14,72	strict reprezentativă

6.1.1.4. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra diametrului fructelor de tomate

Din tabelul 6.9, privind influența metodei de fertilizare asupra diametrului fructelor, a reieșit că în anul agricol 2015 fertilizarea a avut influență pozitivă asupra acestui parametru. Diametrul fructelor de tomate a variat de la 76,90 mm la varianta V₂, la 80,51 mm la varianta V₁. Se constată că valorile diametrului fructelor sunt foarte apropiate între ele la variantele V₃ și V₅, 80,05 mm, respectiv 80,00 mm.

Tabelul 6.9/Table 6.9

Diametrul fructelor de tomate (mm) Diameter of tomato fruit (mm)				
Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	80,51	77,86	83,35	80,57
V ₂	76,90	71,54	83,07	77,17
V ₃	80,05	67,36	82,81	76,74
V ₄	78,53	66,67	85,38	76,86
V ₅ (Mt)	80,00	63,19	81,60	74,95

Anul de cultură 2016 s-a evidențiat printr-o maximă de 77,86 mm diametru obținută la fructele din varianta fertilizată și o minimă de 63,19 mm diametru la varianta-martor. Valori apropiate s-au înregistrat la V₃ și V₄, de 67,36 mm, respective de 66,67 mm.

În anul 2017 cele mai mari valori ale diametrului fructelor de tomate s-au înregistrat la varianta nefertilizată, V₄, de 85,38 mm, și la varianta fertilizată, unde s-a obținut o valoare de 83,53 mm diametru, fiind îndeaproape urmate de varianta fertilizată clasic, 83,07 mm diametru. Cea mai mică valoare înregistrată, de 81,60 mm diametru, se observă la varianta V₅.

Figura 6.6 relevă că metoda de fertilizare a influențat diametrul fructelor de tomate. Valorile pe cei trei ani de cultură, arată că la varianta fertilizată s-a obținut 80,57 mm diametru a unui fruct, fiind urmată îndeaproape de varianta fertilizată clasic, cu 77,17 mm diametru a unui fruct. Valori relativ apropiate s-au obținut la varianta V₃ și V₄, de 76,74 mm și 76,86 mm diametru a unui fruct. Cea mai mică valoare s-a obținut la V₅, de 74,95 mm diametru.

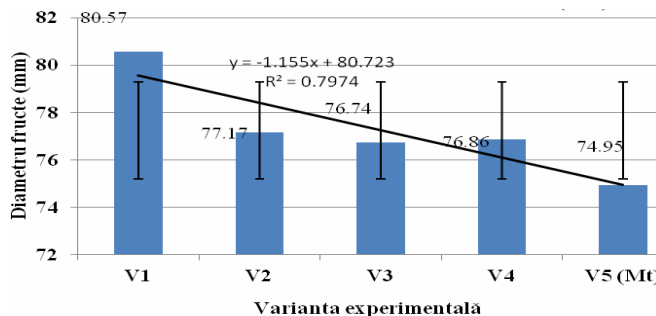


Fig.6.6. Mediile multianuale ale diametrului fructelor de tomate, 2015-2017

Fig.6.6. Multi-annual averages of tomato fruit diameter, 2015-2017

Coeficienții de variație, pentru variantele luate în studiu, au fost cuprinși între 0 și 10, ceea ce denotă o variabilitate mică față de medie (tabelul 6.10). Toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

Tabelul 6.10/Table 6.10

Variabilitatea față de media diametrului fructelor de tomate
Variability to the average diameter of tomato fruits

Varianta experimentală	Valoarea medie (mm)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	80,57	5,58	strict reprezentativă
V ₂	77,17	5,83	strict reprezentativă
V ₃	76,74	5,86	strict reprezentativă
V ₄	76,86	5,85	strict reprezentativă

6.1.1.5. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra lungimii fructelor de tomate

Lungimea fructelor de tomate a fost influențată diferit de metodele de fertilizare în cei trei ani agricoli luați în studiu. Astfel, dacă în anul 2015 cea mai mare valoare obținută, de 68,90 mm lungime a unui fruct de tomate s-a evidențiat la varianta fertilizată prin metoda clasică, iar cea mai mică valoare la varianta-martor, nefertilizată și irigată prin rigole, în anii următori, 2016 și 2017 valorile superioare au vizat fertilizarea prin apa de irigație administrată prin picurare, cu valori de 64,20 și 65,59 mm lungime. În ce privește valorile minime, în anul 2016, acestea s-au înregistrat la varianta fertilizată cu îngrășămintă pe bază de microorganisme, de 55,06 mm, și de 62,50 mm în 2017, la varianta nefertilizată dar irigată prin picurare. În anul 2017, valori apropiate s-au obținut la variantele V₅, V₃ și V₂ (tabelul 6.11).

Tabelul 6.11 /Table 6.11

Lungimea fructelor de tomate (mm)
Length of tomato fruit (mm)

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	66,31	64,20	65,59	65,37
V ₂	68,90	59,15	63,34	63,80
V ₃	68,46	55,06	63,40	62,31
V ₄	67,00	57,32	62,50	62,27
V ₅ (Mt)	64,62	56,50	63,23	61,45

Valorile medii ale lungimii fructelor de tomate pe cei trei ani experimentali (figura 6.7), scot în evidență faptul că cea mai mare valoare s-a înregistrat la varianta experimentală V₁, fertilizată prin intermediul irigației prin picurare, de 65,37 mm lungime, urmată de V₂ și V₃ cu valori de 63,80 și 62,31 mm lungime. Și aici, cele mai mici valori s-au obținut la variantele nefertilizate, de 62,27 mm și 61,45 mm la variantele V₄ și V₅.

Variabilitatea față de medie, în cazul lungimii fructelor de tomate, pentru toate variantele de lucru, a fost mică, fiind cuprinsă între 0 și 10 % (tabelul 6.12), toate variantele reieșind a fi strict reprezentative.

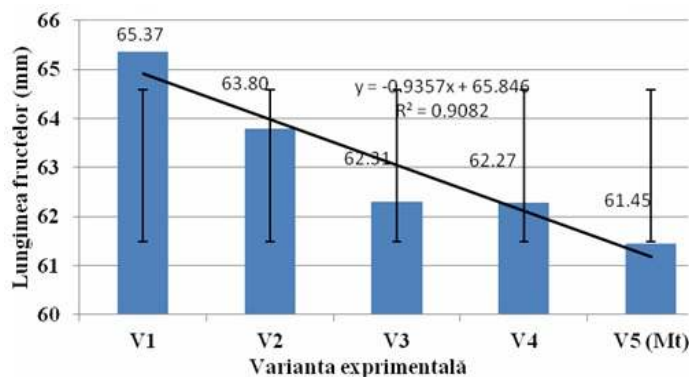


Fig.6.7. Mediile multianuale ale lungimii fructelor de tomate, 2015-2017

Fig.6.7 Multi-annual averages of tomato fruit length, 2015-2017

Tabelul 6.12 /Table 6.12

Variabilitatea față de media lungimii fructelor de tomate
Variability to the average length of tomato fruits

Varianta experimentală	Valoarea medie (mm)	Coefficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	65,37	4,58	strict reprezentativă
V ₂	63,80	4,70	strict reprezentativă
V ₃	62,31	4,81	strict reprezentativă
V ₄	62,27	4,81	strict reprezentativă

6.1.1.6. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției de tomate

Dacă ne referim la producția de fructe obținută la cultura de tomate (tabelul 6.13), aceasta a variat, în anul agricol 2015, între limite foarte largi, de la 78,17 t/ha la varianta V₄ la 111,42 t/ha la varianta V₁, cu fertilirigație. A existat o diferență destul de mare, de peste 12 tone, între varianta V₁, care ocupă locul I privind producția de fructe, și varianta V₃ de pe locul II.

Tabelul 6.13/Table 6.13

Producția de tomate (t/ha) – 2015

Tomato production (t/ha) – 2015

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	111,42	135,6	29,29	***
V ₂	81,12	98,7	-1,01	-
V ₃	98,73	120,2	16,6	**
V ₄	78,17	95,1	-3,96	-
V ₅ (Mt)	82,13	100	0	-

DL 5% = 8,56

DL 1% = 12,46

DL 0,1% = 18,69

Aceeași linie s-a păstrat și în anii de cultură 2016 și 2017 (tabelele 6.14 și 6.15), unde producția a variat de la 66,57 kg/ha la varianta martor, V₅, până la 92,076 kg/ha la varianta cu fertilirigare, V₁, și între 113,19 t/ha pentru varianta V₅, irigare prin rigole, nefertilizată, și 165,62 t/ha pentru varianta fertilirigată.

Tabelul 6.14/Table 6.14

Producția de tomate (t/ha) – 2016
Tomato production (t/ha) – 2016

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	92,07	138,30	25,50	***
V ₂	76,14	114,37	9,57	*
V ₃	89,33	134,18	22,76	***
V ₄	69,65	104,62	3,08	-
V ₅ (Mt)	66,57	100	0	-

DL 5% = 7,25

DL 1% = 10,55

DL 0,1% = 15,82

Tabelul 6.15/Table 6.15

Producția de tomate (t/ha) – 2017
Tomato production (t/ha) – 2017

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	165,62	146,32	52,43	***
V ₂	125,23	110,64	12,04	*
V ₃	138,67	122,51	25,48	**
V ₄	123,76	109,34	10,57	-
V ₅ (Mt)	113,19	100	0	-

DL 5% = 11,73

DL 1% = 17,06

DL 0,1% = 25,60

În anul 2017, diferența față de martor, de 52,43 t/ha, este considerată pozitiv foarte semnificativă, la fel ca diferențele obținute în 2015 și 2016, de 29,29 t/ha, respectiv de 25,50 t/ha.

Așadar, în cazul tomatelor se constată că varianta experimentală la care s-a aplicat fertilizația este net superioară celorlalte variante în ceea ce privește producția de fructe la hectar. În anul 2017, înființarea culturii de tomate s-a efectuat după o cultură de fasole mare "*Phaseolus coccineus* L." și există posibilitatea rezilienței elementelor minerale.

Ca valori medii a producției de tomate, obținute pe cei trei ani experimentali, cele mai ridicate producții a înregistrat V₁, cu o diferență față de martor de 35,74 t/ha, considerată pozitiv foarte semnificativă (tabelul 6.16).

Tabelul 6.16/Table 6.16

Producția de tomate (t/ha), 2015 – 2017
Tomato production (t/ha), 2015 – 2017

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	123,04	140,93	35,74	***
V ₂	94,16	107,85	6,86	-
V ₃	108,91	124,75	21,61	**
V ₄	90,53	103,69	3,23	-
V ₅ (Mt)	87,30	100	0	-

DL 5% = 10,60 t/ha

DL 1% = 15,42 t/ha

DL 0,1% = 23,12 t/ha

Diferențe distinct semnificative au fost obținute și la varianta V₃, diferența față de

martor fiind de 21,61 t/ha. Diferențe nesemnificative, de 6,86 și 3,23 t/ha, s-au obținut la V₂ și V₄ (figura 6.8).

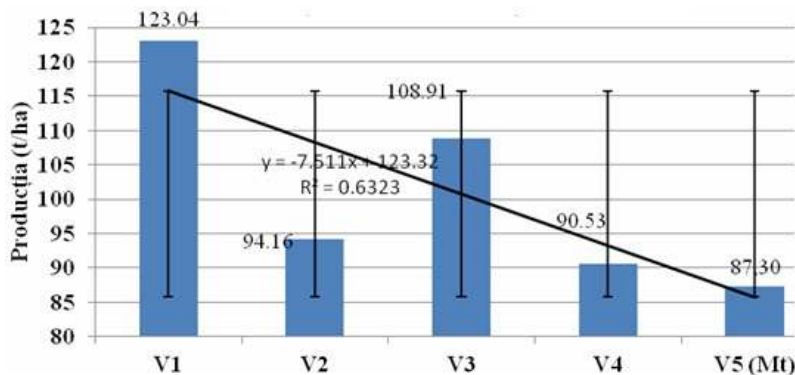


Fig.6.8. Mediile multianuale ale producției de tomate, 2015-2017

Fig.6.8. Multi-annual averages of tomato production, 2015-2017

Pentru producția de tomate, coeficientul de variație este cuprins pentru toate variantele între 0 și 10 %, rezultând o variabilitate mică față de medie (tabelul 6.17). Și în acest caz, toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

Tabelul 6.17/Table 6.17

Variabilitatea față de media producției de tomate
Variability to the average of tomato production

Varianta experimentală	Valoarea medie (t/ha)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	123,04	2,43	strict reprezentativă
V ₂	94,16	3,18	strict reprezentativă
V ₃	108,91	2,75	strict reprezentativă
V ₄	90,53	3,31	strict reprezentativă

6.1.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor indici morfologici (biometrici) la ardei

6.1.2.1. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii plantelor de ardei

La fel ca la plantele de tomate, metoda de fertilizare la plantele de ardei a influențat înălțimea acestora, astfel: în anul 2015, plantele din varianta fertilizată au avut o înălțime de 62 cm, comparativ cu înălțimea de 59,20 cm obținută la plantele din varianta fertilizată clasic. Valori apropiate s-au obținut la variantele ale căror plante nu au fost supuse fertilizării, ci doar irigației. Astfel, lipsa îngrășămintelor a dus la valori ale înălțimii de 59,40 cm la varianta V₄ și 59,64 cm la V₅. Valoare apropiată de cea maximă a fost obținută la varianta V₃, (60 cm, tabelul 6.18).

În figura 6.9 se prezintă dinamica înălțimii plantelor de ardei în anul 2015.

Din figură se constată că în anul 2015 creșterea în înălțime a plantelor de ardei a fost de 1,8 cm la variantele cu plante fertilizate clasic și la cele martor, valori de 2 cm înregistrându-se la variantele V₁, V₂ și V₄.

Tabelul 6.18/Table 6.18

Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2015
Growth dynamics of sweet pepper plant (cm) – 2015

Varianta experimentală	Data recoltării						
	13.05	26.05	3.06	10.06	18.06	25.06	2.07
V ₁	10,00	23,00	35,00	49,00	58,00	60,00	62,00
V ₂	11,20	28,60	41,80	52,60	57,60	57,40	59,20
V ₃	10,00	33,00	50,00	56,00	62,00	58,00	60,00
V ₄	10,00	25,60	39,60	47,80	54,80	57,40	59,40
V ₅ (Mt)	10,00	24,13	36,53	47,91	55,72	57,89	59,64
Media înălțimii	10,24	27,55	40,59	50,66	57,62	58,14	60,05

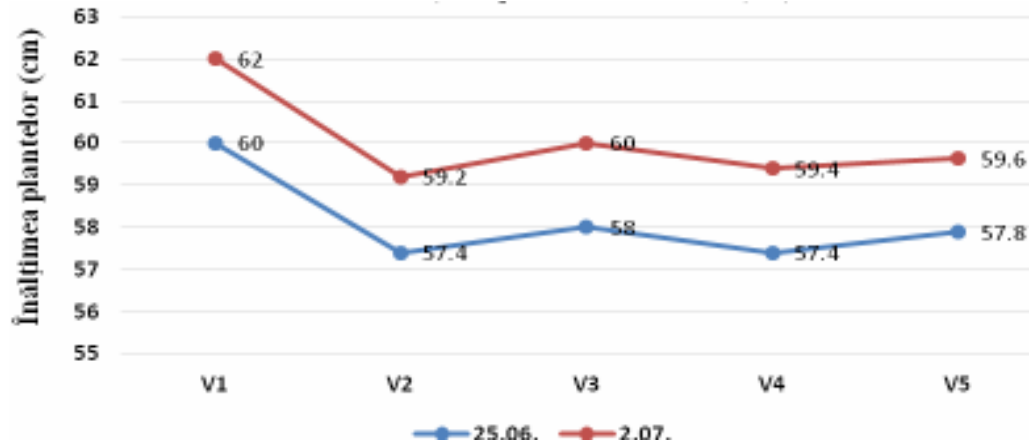


Fig.6.9. Graficul dinamicii înălțimii plantelor de ardei pentru două determinări, 2015

Fig.6.9. The graph of the height of the pepper plant height for two determinations, 2015

Dinamica înălțimii plantelor de ardei în anul 2016 este prezentată în tabelul 6.19.

Tabelul 6.19/Table 6.19

Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2016
Growth dynamics of sweet pepper plant (cm) – 2016

Varianta experimentală	Data recoltării						
	7.05	17.05	27.05	6.06	17.06	27.06	11.07
V ₁	17,49	24,12	34,18	43,01	56,10	61,03	72,10
V ₂	16,53	20,02	32,04	41,16	54,26	59,29	71,40
V ₃	14,84	22,62	33,22	40,40	54,66	58,52	71,12
V ₄	15,20	21,10	31,02	39,20	53,59	55,60	64,60
V ₅ (Mt)	14,20	22,00	31,80	38,90	48,70	53,30	64,80
Media înălțimii	15,65	21,97	32,45	40,53	53,46	57,55	68,80

Înălțimea medie a plantelor de ardei a variat de la 64,60 cm pentru varianta nefertilizată dar irigată prin picurare, V₄, până la 72,10 cm la varianta fertilizată, V₁.

Valori medii apropiate au fost înregistrate la variantele cu fertilizare clasică și la cea cu fertilizare cu îngrășămintă pe bază de microorganisme, și anume 71,40 cm și 71,12 cm. La fel de apropiate au fost și valorile obținute la varianta V₄ și varianta-martor, V₅ (64, 40 și 64,80 cm).

În graficul din figura 6.10 prezintă valorile înălțimii plantelor de ardei determinate în anul 2015. Astfel, plantele de ardei care au înregistrat cele mai mari creșteri ale înălțimii (12,6 cm) au fost cele din varianta V₃, fertilizate cu îngrășămintă pe bază de microorganisme, urmate pe rând de cele aparținând variantelor V₂, V₅ și V₁. Varianta V₄ a obținut o valoare de 9 cm.

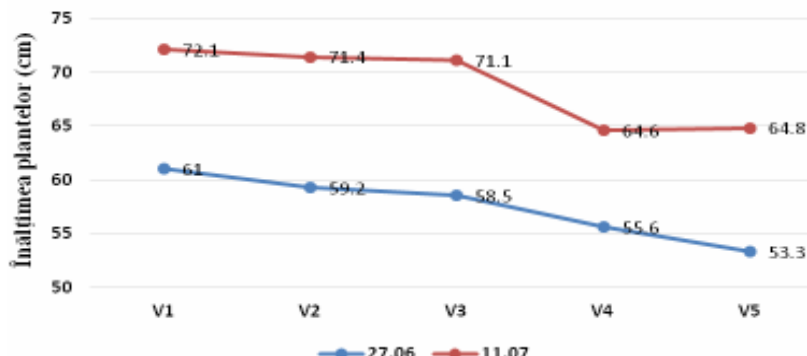


Fig.6.10. Graficul dinamicii înălțimii plantelor de ardei pentru două determinări, 2016

Fig.6.10. The graph of the height of the sweet pepper plant height for two determinations, 2016

În anul 2017 înălțimea medie a plantelor de ardei a variat de la 82 cm la varianta V₁, la 67 cm pentru varianta V₅. Variantele V₃ și V₄ au avut valori apropiate, de 72,60 și 71,40 cm (tabelul 6.20).

Tabelul 6.20/Table 6.20

Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2017
Growth dynamics of sweet pepper plant (cm) – 2017

Varianta experimentală	Data recoltării						
	17.05	27.05	3.06	10.06	29.06	7.07	17.07
V ₁	10,20	15,40	23,20	35,20	66,00	78,80	82,00
V ₂	9,40	13,60	21,60	32,60	60,40	70,60	74,00
V ₃	12,00	16,40	22,00	33,00	57,40	68,80	72,60
V ₄	10,60	14,00	22,20	31,20	59,20	66,80	71,40
V ₅ (Mt)	7,00	9,80	14,40	22,60	52,00	59,80	67,00
Media înălțimii	9,84	13,84	20,68	30,92	59,00	68,96	73,40

Și din graficul prezentat în figura 6.11, privind valorile înălțimii plantelor de ardei pe anul 2017, observăm că variantele fertilizate au obținut valori mai mici ale înălțimii plantelor. Acest lucru se datorează creșterii salinității în sol, cauzată de prezența îngrășămintelor. Astfel, cea mai mare valoare a fost înregistrată la varianta-martor, de 7,2 cm, cea mai mică (3,2 cm) fiind obținută la varianta fertilizată concomitent cu irigarea prin picurare.

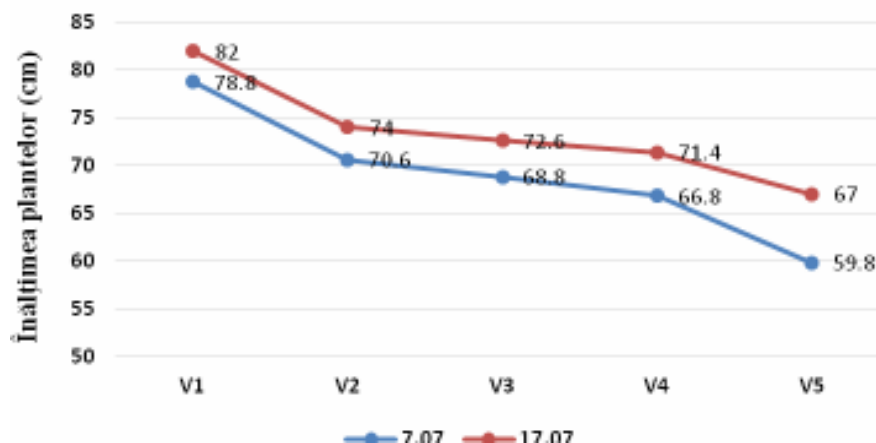


Fig.6.11. Graficul dinamicii înălțimii plantelor de ardei pentru două determinări, 2017
 Fig.6.11. The graph of the height of the sweet pepper plant height for two determinations, 2017

6.1.2.2. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra numărului de fructe pe o plantă de ardei

Metoda de fertilizare a avut influență asupra numărului de fructe de ardei pe plantă, obținându-se, în anul de cultură 2015 (tabelul 6.21), la variantele fertilizate valori superioare celor nefertilizate. Astfel, la varianta fertilizată prin intermediul apei de irigație prin picurare, s-au obținut 13,30 fructe/plantă (media), valoarea minimă fiind înregistrată la varianta nefertilizată, V₅ de (6,72 fructe). S-au obținut valori apropiate la variantele V₃ și V₄, de 7,87 și 8,74 fructe/plantă.

Tabelul 6.21/Table 6.21

Numărul de fructe pe o plantă Number of fruits per plant				
Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	13,30	18,32	20,70	17,44
V ₂	10,90	20,01	19,30	16,74
V ₃	7,87	17,63	19,20	14,90
V ₄	8,74	17,50	17,50	14,58
V ₅ (Mt)	6,72	15,30	14,80	12,27

În ce privește numărul mediu de fructe pe o plantă, acesta a variat, în anul 2016, de la 15,30 fructe la varianta nefertilizată, V₅, până la 20,70 fructe la varianta fertilizată clasic, V₂. Valori medii apropiate au fost realizate la varianta, V₃ (17,63) și V₄ (17,50 fructe/plantă).

În anul de cultură 2017, numărul de fructe de ardei pe o plantă (tabelul 6.21) a înregistrat o valoare medie de 20,70 fructe la varianta V₁, valori apropiate fiind consemnate în cazul variantei la care plantele au fost fertilizate prin metoda clasică, și anume 19,30 fructe pe o plantă, și varianta V₃, cu 19,20 fructe pe plantă. Variantele nefertilizate, V₅ și V₄ au obținut valorile medii cele mai scăzute, și anume de 14,80, respectiv de 17,50 fructe pe o plantă (tabelul 6.21).

Valorile medii ale numărului de fructe pe o plantă pe cei trei ani experimentali, la plantele de ardei, au scos în evidență importanța metodei de fertilizare, astfel: la varianta fertilizată s-au înregistrat 17,44 fructe/plantă, valoare apropiată de aceasta înregistrându-se la varianta V_2 de 16,74 fructe/plantă. Variantele V_3 și V_4 au obținut valori relativ apropiate, de 14,90 și 14,58 fructe/plantă, pe când varianta-martor a înregistrat cea mai mică valoare, de 12,27 fructe/plantă (figura 6.12).

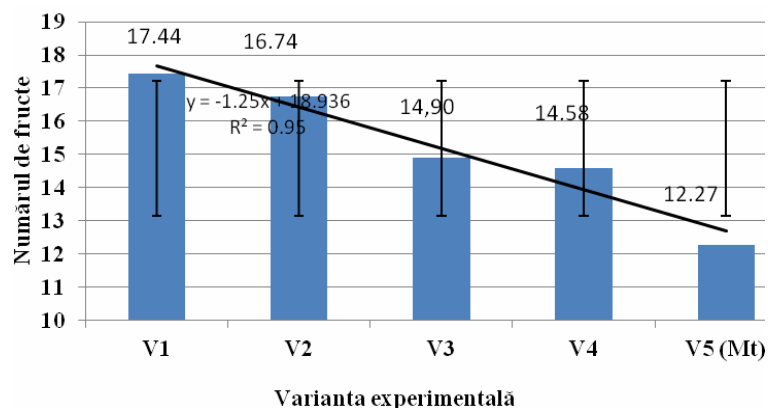


Fig.6.12. Mediile multianuale ale numărului de fructe de ardei pe o plantă, 2015-2017

Fig.6.12. Multiannual averages of the number of sweet pepper per plant, 2015-2017

Din punct de vedere al analizei statistice, se poate observa o variabilitate mare față de medie, coeficienții de variație fiind mai mari de 20 %, toate variantele fiind moderat reprezentative (tabelul 6.22).

Tabelul 6.22/Table 6.22

Variabilitatea față de media numărului de fructe de ardei pe plantă
Variability to the average number of sweet peppers per plant

Varianta experimentală	Valoarea medie (nr.)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	17,44	24,08	moderat reprezentativă
V ₂	16,74	25,08	moderat reprezentativă
V ₃	14,90	28,18	moderat reprezentativă
V ₄	14,58	28,80	moderat reprezentativă

6.1.2.3. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra masei fructelor de ardei

Masa unui fruct de ardei (tabelul 6.23), soiul *Brillant F1*, în anul 2015, a variat de la 95,05 g la varianta cu fertilizare clasică V_2 , până la 118,85 g la varianta cu fertilizare cu microorganisme V_3 , valori intermediare apropiate înregistrându-se la varianta V_5 , 103,53 g, V_1 , 104,30 g și varianta V_4 , 105,55 g.

În anul de cultură 2016, metoda de fertilizare a influențat masa medie a unui fruct de ardei. S-au obținut valori de 130,81 g la fructele de ardei din varianta fertilizată prin picurare, comparativ cu o valoare medie de 100,45 g obținută la varianta nefertilizată, V_4 . O valoare apropiată de minima obținută s-a înregistrat la varianta V_5 (100,56 g).

În anul 2017, în cazul masei fructelor de ardei s-a păstrat aceeași linie, și anume plantele din varianta fertilizată au obținut o valoare de 144,77 g/fruct, comparativ cu masa fructelor plantelor nefertilizate, dar irigate prin picurare, care a obținut o valoare de 114,90 g/fruct la V₄ și 124,57 g/fruct la V₅.

Mediile multianuale privind masa medie a fructelor de ardei sunt prezentate în figura 6.13, unde se observă că cea mai mare valoare a fost obținută la varianta fertilizată, de 126,63 g/fruct, urmată de varianta V₃, cu o masă de 119,02 g/fruct. Valori apropiate s-au remarcat la varianta fertilizată prin metoda clasică, de 109,58 g/fruct, și la varianta-martor, cu 109,55 g/fruct. Cea mai mică valoare, de 106,97g/fruct,s-a constatat la varianta nefertilizată, V₄.

Tabelul 6.23/Table 6.23

Masa medie a fructelor de ardei (g)
Average fruit of sweet pepper weight (g)

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	104,30	130,81	144,77	126,63
V ₂	95,05	102,22	131,47	109,58
V ₃	118,85	101,15	137,06	119,02
V ₄	105,55	100,45	114,90	106,97
V ₅ (Mt)	103,53	100,56	124,57	109,55

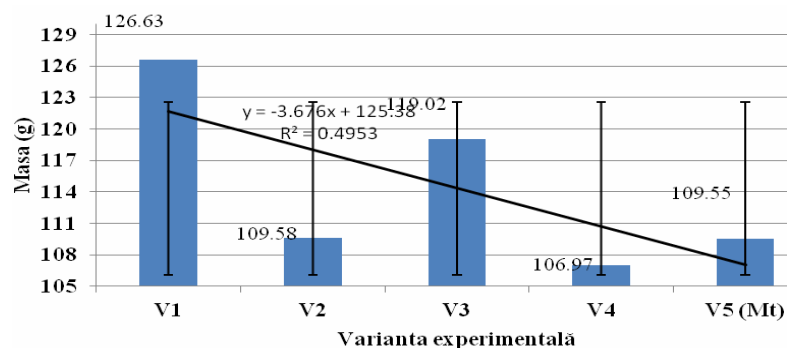


Fig.6.13. Mediile multianuale ale masei fructelor de ardei, 2015-2017
Fig.6.13. Multi-annual averages of sweet pepper, 2015-2017

Toate variantele au obținut un coeficient cuprins între 10 și 20 %, rezultând de aici o variabilitate medie față de valoarea medie obținută (tabelul 6.24). Reiese că toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

Tabelul 6.24/Table 6.24

Variabilitatea față de media masei fructelor de ardei
Variability to the average of the sweet pepper weight

Varianta experimentală	Valoarea medie (g)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	126,63	14,05	strict reprezentativă
V ₂	109,58	16,24	strict reprezentativă
V ₃	119,02	14,95	strict reprezentativă
V ₄	106,97	16,64	strict reprezentativă

6.1.2.4. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra diametrului fructelor de ardei

Diametrul fructelor de ardei (tabelul 6.25), pentru anul 2015, a înregistrat valori cuprinse între 74,40 mm la varianta V₅ și 77,51 mm la varianta V₃. Valori apropiate s-au obținut la variantele V₂ și V₄, de 74,80 mm și 74,40 mm.

Tabelul 6.25/Table 6.25

Diametrul fructelor de ardei (mm)
The diameter of the sweet pepper fruits (mm)

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	77,42	73,39	82,10	77,64
V ₂	74,80	70,43	77,08	74,10
V ₃	77,51	68,06	78,79	74,79
V ₄	75,00	68,91	74,90	72,94
V ₅ (Mt)	74,40	69,00	75,62	73,01

În anul 2016, diametrul mediu al fructelor de ardei a variat de la 68,06 mm la varianta V₃, la 73,39 mm la varianta V₁. Variantele nefertilizate au înregistrat valori apropiate, de 68,91 mm și 69,00 mm.

Diametrul mediu al fructelor de ardei, în anul 2017, a fost de 82,10 mm pentru varianta V₁, valorile celorlalte variante fiind relativ apropiate și cuprinse între 74,90 mm în cazul fructelor plantelor de ardei nefertilizate dar irigate prin picurare și 78,79 mm, valoare pentru diametrul mediu al fructelor din varianta fertilizată cu microorganisme, V₃. Se constată că fertilizarea și tipul acesteia au o influență redusă asupra diametrului fructelor de ardei.

Mediile multianuale privind diametrul fructelor de ardei sunt relevate în figura 6.14, în care se constată că diametrul fructelor la varianta fertilizată, este de 77,64 mm. Cele mai apropiate valori s-au identificat la variantele V₂ și V₃, de 74,10 mm și 74,79 mm, iar variantele nefertilizate au obținut cele mai mici valori, de 72,94 mm și 73,01 mm, pentru V₄ și V₅.

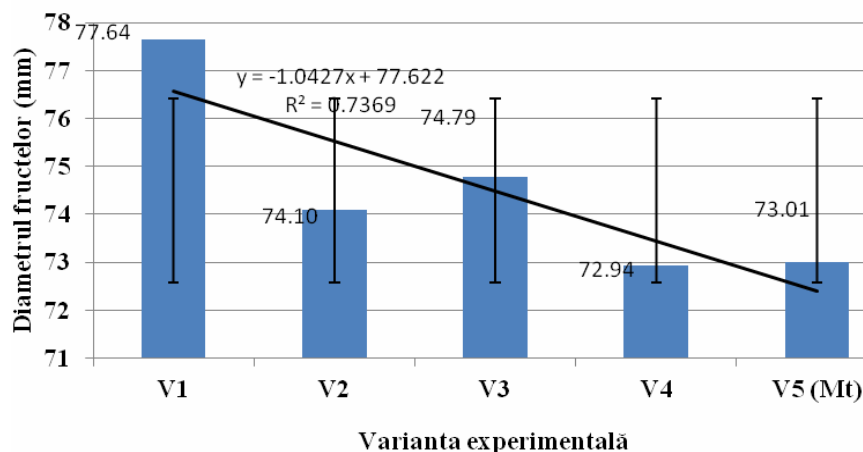


Fig.6.14. Mediile multianuale ale diametrului fructelor de ardei, 2015-2017

Fig.6.14. Multi-annual averages of sweet pepper diameter, 2015-2017

În acest caz, variabilitatea față de media diametrului fructelor de ardei este mică, coeficienții fiind cuprinși, pentru toate variantele, între 0 și 10 %. Se observă că toate variantele experimentale sunt strict reprezentative (tabelul 6.26).

Tabelul 6.26/Table 6.26

Variabilitatea față de media diametrului fructelor de ardei
Variability to average sweet pepper diameter

Varianta experimentală	Valoarea medie (mm)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	77,64	4,80	strict reprezentativă
V ₂	74,10	5,12	strict reprezentativă
V ₃	74,79	5,08	strict reprezentativă
V ₄	72,94	5,20	strict reprezentativă

6.1.2.5. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra lungimii fructelor de ardei

Lungimea fructelor de ardei (tabelul 6.27) a variat, în anul de cultură 2015, de la 92,37 mm la varianta V₃ până la 95,48 mm la varianta V₁, fertilizația influențând pozitiv lungimea fructelor.

Tabelul 6.27/Table 6.27

Lungimea fructelor de ardei (mm)
Length of sweet pepper fruits (mm)

Varianta experimentală	2015	2016	2017	Media multianuală 2015-2017
V ₁	95,48	83,79	89,37	89,55
V ₂	94,53	80,28	92,61	89,14
V ₃	92,37	80,96	90,70	88,01
V ₄	93,51	75,24	87,67	85,47
V ₅ (Mt)	93,70	77,34	90,07	87,04

În anul de cultură 2016, valoarea maximă s-a înregistrat la varianta V₁, unde s-a obținut o lungime a fructului de ardei de 83,79 mm. Valoarea minimă, de 75,24 mm, s-a obținut la varianta nefertilizată, V₄. Valori apropiate și influență minimă a metodei de fertilizare s-au înregistrat la variantele V₂ și V₃ (80,28 și 80,96 mm).

Influența metodei de fertilizare s-a concretizat, în anul 2017, în cazul lungimii fructelor de ardei, prin valoarea de 92,61 mm obținută la fructele plantelor fertilizate prin metoda clasică, și valoarea de 87,67 mm în cazul fructelor plantelor de ardei nefertilizate (tabelul 6.27).

Și la lungimea fructelor de ardei cele mai mari valori s-au înregistrat la varianta fertilizată, cu o medie de 89,55 mm lungime, o valoare imediat apropiată obținându-se la varianta V₂ (89,14 mm lungime). Alte valori apropiate au aparținut variantelor V₃, cu 88,01 mm lungime și V₅ cu 87,04 mm. Cea mai mică valoare s-a remarcat la varianta nefertilizată, V₄, cu 85,47 mm lungime a fructului de ardei (figura 6.15).

Variabilitatea față de media lungimii fructelor de ardei, pe toate variantele, unde coeficienții sunt cuprinși între 0 și 10 %, este mică (tabelul 6.28), toate variantele fiind strict reprezentative.

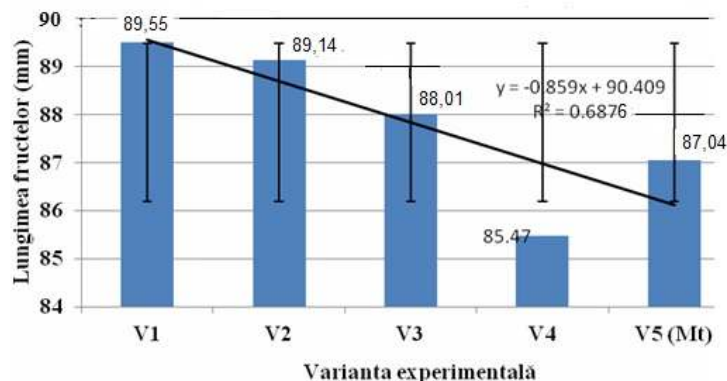


Fig.6.15. Mediile multianuale ale lungimii fructelor de ardei, 2015-2017
Fig.6.15. Multi-annual averages of the length of the sweet pepper fruits, 2015-2017

Tabelul 6.28/Table 6.28

Variabilitatea față de media lungimii fructelor de ardei
Variability to the average length of the sweet pepper fruits

Varianta experimentală	Valoarea medie (mm)	Coefficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	89,55	3,68	strict reprezentativă
V ₂	89,14	3,70	strict reprezentativă
V ₃	88,01	3,74	strict reprezentativă
V ₄	85,47	3,86	strict reprezentativă

6.1.2.6. Influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției de ardei

Producția de fructe (tabelul 6.29) obținută la cultura de ardei, în anul de cultură 2015, cel mai important parametru urmărit, a variat în limite foarte largi, de la 21,47 t/ha la varianta-martor V₅, până la 43,88 t/ha la varianta V₁ cu fertilizație. Se constată că este o diferență foarte mare, de 11,10 t/ha, între varianta V₁ situată pe locul I cu cea mai mare producție de fructe de ardei, și varianta V₂ care este pe locul II în ceea ce privește producția de fructe de ardei. Aceasta înseamnă că fertilizația este deosebit de importantă, la cultura de ardei; o importanță mare prezintă și modul de aplicare a îngrășămintelor minerale la culturile irigate.

Tabelul 6.29/Table 6.29

Producția de ardei (t/ha) – 2015
Production of sweet peppers (t/ha) – 2015

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	43,88	204,37	22,41	***
V ₂	32,78	152,67	11,31	***
V ₃	29,16	135,81	8,12	***
V ₄	29,04	135,25	7,57	***
V ₅ (Mt)	21,47	100	0	-

DL 5% = 3,14

DL 1% = 4,56

DL 0,1% = 6,85

Producția de ardei în anul 2016 (tabelul 6.30) a variat în limite foarte largi, de la 48,81 t/ha la varianta martor, V₅, până la 85,85 t/ha la varianta cu fertilizare V₁. Diferența față de martor este considerată ca fiind foarte semnificativă. O diferență pozitiv semnificativă a fost realizată și la varianta fertilizată clasic, V₂.

Tabelul 6.30/Table 6.30

Producția de ardei (t/ha) – 2016
Production of sweet peppers (t/ha) – 2016

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	75,85	155,88	37,04	***
V ₂	64,81	132,78	16,00	***
V ₃	56,53	115,81	7,72	*
V ₄	55,87	114,46	7,06	*
V ₅ (Mt)	48,81	100	0	-

DL 5% = 6,81 DL 1% = 9,91 DL 0,1% = 14,86

Ce se poate spune despre producția de ardei din anul de cultură 2017 (tabelul 6.31), este că aceasta are valori medii cuprinse între 58,44 t/ha în cazul plantelor de ardei irigate prin intermediul rigolelor, dar nefertilizate, și 94,92 t/ha pentru varianta cu plante fertilizate. Valori medii apropiate s-au obținut la variantele fertilizate clasic și cu microorganisme, cu valori înregistrate de 80,34 t/ha, respectiv de 83,64 t/ha. La varianta V₄ s-a obținut cea mai mică a producție, de 63,96 t/ha.

Tabelul 6.31/Table 6.31

Producția de ardei (t/ha) – 2017
Production of sweet peppers (t/ha) – 2017

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	94,92	162,42	60,80	***
V ₂	80,34	137,47	36,50	***
V ₃	83,64	143,12	42,00	***
V ₄	63,96	109,44	9,20	-
V ₅ (Mt)	58,44	100	0	-

DL 5% = 6,24 DL 1% = 9,20 DL 0,1% = 13,60

Având în vedere media obținută pe cei trei ani experimentali, putem conchide că fertilizarea a influențat pozitiv producția de ardei, astfel că la varianta V₁, diferența față de martor, de 28,64 t/ha, este considerată pozitiv foarte semnificativă (tabelul 6.32). Diferențe semnificative s-au înregistrat și la varianta fertilizată clasic, V₂, de 16,40 t/ha față de martor și 13,53 t/ha diferență față de martor obținută la varianta V₃.

În ce privește analiza statistică pentru producția de ardei, variabilitatea față de medie este mare, coeficienții fiind mai mari de 20 % (tabelul 6.33). Varianta 1 a reieșit a fi moderat reprezentativă, pe când variantele 2,3 și 4 sunt reprezentative în sens larg.

În figura 6.16 sunt prezentate mediile multianuale (2015-2017) ale producției de ardei, la cele cinci variante experimentale.

Tabelul 6.32/Table 6.32

Producția medie de ardei (t/ha), 2015 – 2017
Average yield of sweet peppers (t/ha), 2015-2017

Varianta experimentală	Productia totală (t/ha)	Producția relativă (%)	Diferența față de martor (t/ha)	Semnificația diferenței
V ₁	71,55	166,74	28,64	***
V ₂	59,31	138,21	16,40	***
V ₃	56,44	131,53	13,53	**
V ₄	49,62	115,63	6,71	-
V ₅ (Mt)	42,91	100	0	-

DL 5% = 7,04 t/ha

DL 1% = 10,24 t/ha

DL 0,1% = 15,37 t/ha

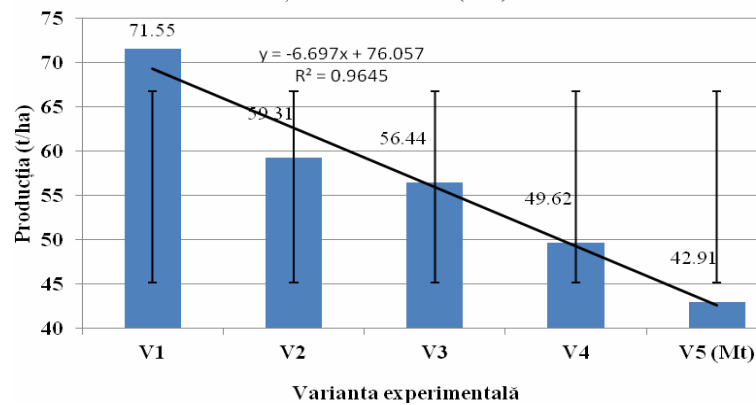


Fig.6.16. Mediile multianuale ale producției de ardei (t/ha), 2015-2017

Fig.6.16. Average yield of sweet peppers (t/ha), 2015-2017

Tabelul 6.33/Table 6.33

Variabilitatea față de media producției de ardei
Variability to the average of sweet pepper production

Varianta experimentală	Valoarea medie (t/ha)	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
V ₁	71,55	30,74	moderat reprezentativă
V ₂	59,31	37,09	reprezentativă în sens larg
V ₃	56,44	38,97	reprezentativă în sens larg
V ₄	49,62	44,33	reprezentativă în sens larg

6.2. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide

Scopul cercetărilor îl reprezintă optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate prin utilizarea variantei care permite administrarea precisă și controlată.

Mașinile de administrat îngrășămintă chimice solide se utilizează pentru împrăștierea acestora pe suprafața solului în mod uniform și în cantități bine determinate pe unitatea de suprafață (Suditu, 2004).

În vederea realizării obiectivului propus, s-au urmat și respectat următoarele etape:

- proiectarea și realizarea echipamentului pentru administrat îngrășăminte chimice solide;
- elaborarea metodei de lucru;
- pregătirea aparaturii necesare prin adaptarea echipamentului pentru experiențe în condiții de laborator;
- efectuarea cercetărilor experimentale potrivit metodei determinate prealabil;
- efectuarea cercetărilor experimentale în condiții de câmp;
- înregistrarea, analiza și prelucrarea rezultatelor obținute în urma cercetărilor experimentale;
- analogia rezultatelor adunate pentru experiențele în condiții de laborator și pentru experiențele în condiții de câmp;
- stabilirea variantelor optime de fertilizare.

6.2.1. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională

Pentru realizarea acestor cercetări s-a proiectat și construit un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

Testele experimentale s-au efectuat în condiții de teren, într-o plantație de pruni de trei ani, folosind un dispozitiv de împrăștiere sub forma unei plăci. Determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor chimice solide administrate prin metoda gravitațională s-a realizat prin utilizarea a trei rapoarte de transmisie a roților de lanț și o viteză medie de deplasare de $6,27 \pm 0,176$ km/h.

Figura 6.17 cuprinde rezultatele privind distribuția dimensională a granulelor pentru cele trei rapoarte de transmisie luate în considerare. Graficul arată că majoritatea

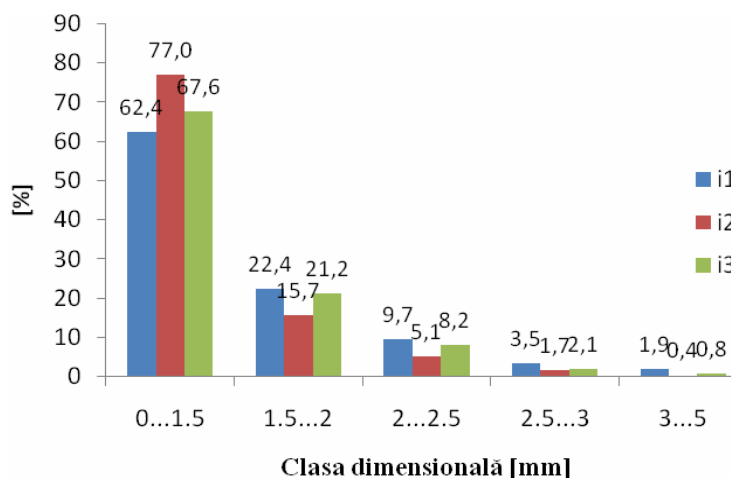


Fig.6.17. Distribuția mărimii granulelor pentru metoda gravitațională (valori medii)

Fig.6.17. Granules size distribution for the gravitational method (mean values)

granulelor distribuite au un diametru mai mic de 1,5 mm (62,6 ... 77,0 %); granulele cu diametre cuprinse între 1,5 și 2 mm au reprezentat 15,7 ... 22,4 %. Cele mai bune rezultate au fost obținute pentru raportul de transmisie $i_2 = 0,48$, cu 77% din granule în intervalul 0-1,5 mm și cele mai mici procente de granule cu diametre mai mari de 1,5 mm.

Rezultatele referitoare la semnificația diferențelor sunt prezentate în tabelul 6.34. Rezultatele arată clar că nu au existat diferențe semnificative între grupurile de date, ceea ce a însemnat că analiza imaginii a oferit aceeași distribuție a dimensiunii granulelor deși cantitățile de îngrășământ distribuite au fost diferite.

Tabelul 6.34/Table 6.34

Semnificația diferențelor
Significance of the differences

Grupuri de date	t_{exp}	$t_{0,05}$
$i_1 \& i_2$	0,551	2,447
$i_2 \& i_3$	1,212	

Tabelul 6.35 prezintă rezultatele privind rata îngrășămintelor (masa pe unitate de suprafață). După cum era de așteptat, cantitatea de îngrășămintă a crescut odată cu mărirea raportului de transmisie datorită creșterii vitezei de rotație a dispozitivelor de măsurare.

Tabelul 6.35/Table 6.35

Cantitățile de îngrășământ pentru metoda gravitațională
Fertilizer rates for the gravitational method

Raportul de transmisie	Cantitatea de îngrășămintă (kg/ha)
$i_1 = 0.60$	136,92
$i_2 = 0.48$	124,18
$i_3 = 0.40$	106,86

6.2.2. Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală

Figurile 6.18, 6.19 și 6.20 prezintă rezultatele experimentale pentru cele trei viteze de deplasare ale echipamentului și cele trei viteze de rotație ale discului.

Pentru viteza de deplasare $v_1 = 1,2$ km/h, procentul de granule în clasa 0 ... 1,5 mm a scăzut pentru viteza de rotație de 1000 rot/min, în timp ce la 800 și 1250 rot/min rezultatele nu au fost semnificativ diferite (aproximativ 82 % din granulele dispersate au un diametru mai mic de 1,5 mm).

Pentru o viteză de deplasare de 2,26 km/h (v_2), cele mai bune rezultate au fost obținute la 800 rot/min și 1000 rot/min (aproximativ 80 % din granulele dispersate au un diametru mai mic de 1,5 mm); la 1250 rot/min, procentul de granule cu diametre mai mici de 1,5 mm a scăzut la 71,4 %.

Per ansamblu, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru viteza de deplasare de 5,08 km/h (v_3) și o viteză de rotație a discului de distribuție de 1250 rot/min (84,2 % din granulele împrăștiat au un diametru mai mic de 1,5 mm).

Rezultatele referitoare la semnificația diferențelor sunt prezentate în tabelul 6.36.

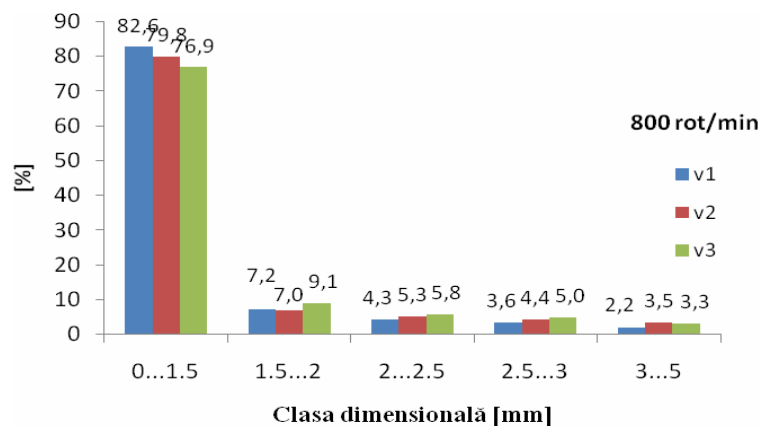


Fig. 6.18. Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_1 = 800 \text{ rot/min}$)

Fig. 6.18. Granules size distribution for the centrifugal method ($n_1 = 800 \text{ rev/min}$)

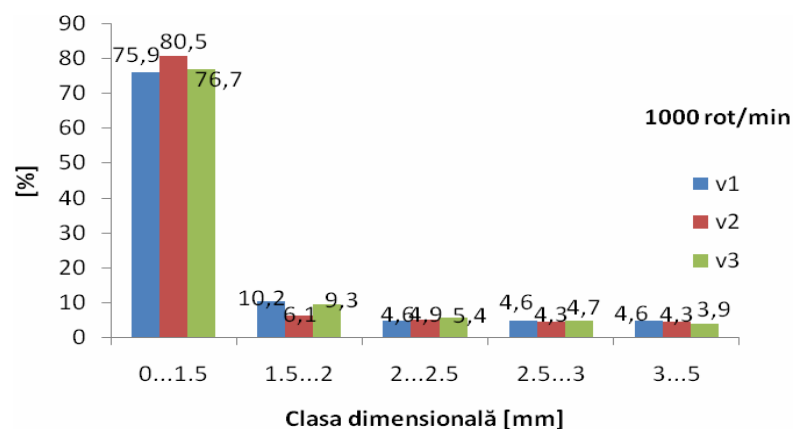


Fig.6.19. Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_2 = 1000 \text{ rot/min}$)

Fig.6.19. Granules size distribution for the centrifugal method ($n_2 = 1000 \text{ rev/min.}$)

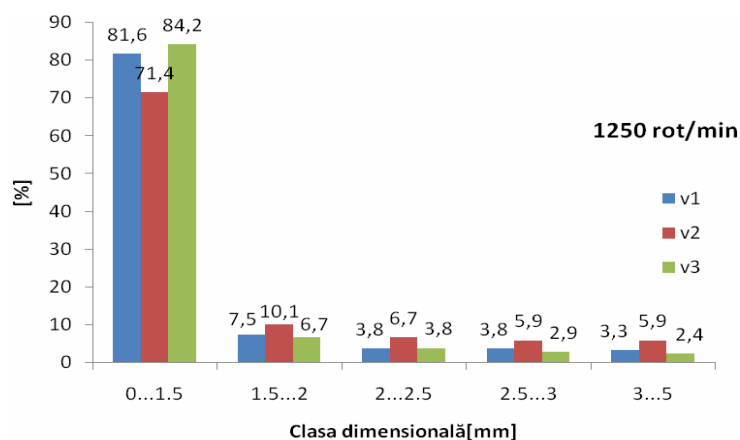


Fig. 6.20. Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_3 = 1250 \text{ rot/min}$)

Fig. 6.20. Granules size distribution for the centrifugal method ($n_3 = 1250 \text{ rev/min.}$)

Semnificația diferențelor
Significance of the differences

Grupuri de date	t_{exp}	$t_{0,05}$
$v_1 \& v_2$	0,779	2,776
$v_2 \& v_3$	0,531	
$n_1 \& n_2$	0,951	
$n_2 \& n_3$	0,328	

Datele arată că, în ciuda diferitelor condiții de funcționare, utilizarea metodei de analiză a imaginilor a produs aceleași rezultate în ceea ce privește distribuția mărimii granulelor de îngrășământ.

Tabelul 6.37 prezintă rezultatele privind cantitatea de îngrășămintă (masa pe unitatea de suprafață) pentru metoda centrifugală. Cantitatea de îngrășămintă a scăzut atunci când viteza de deplasare a fost mărită (deoarece aceeași cantitate de îngrășământ a fost distribuită pe o suprafață mai mare) și a crescut atunci când viteza de rotație a discului de distribuție a fost mărită.

Tabelul 6.37/Table 6.37

Cantitatea de îngrășămintă pentru metoda centrifugală
Fertilizer rates for the centrifugal method

Viteza de rotație (rot/min)	Viteza de deplasare (km/h)	Cantitatea de îngrășămintă (kg/ha)
$n_1 = 800$	$V_1 = 1,2$	40,55
	$V_2 = 2,26$	33,33
	$V_3 = 5,08$	22,55
$n_2 = 1000$	$V_1 = 1,2$	42,11
	$V_2 = 2,26$	36,22
	$V_3 = 5,08$	27,33
$n_3 = 1250$	$V_1 = 1,2$	45,33
	$V_2 = 2,26$	38,88
	$V_3 = 5,08$	30,11

6.3. Concluzii parțiale

- Cercetările experimentale pentru fertilizarea prin picurare a plantelor legumicole s-au efectuat cu ajutorul unei instalații de irigare prin picurare și fertilizare proiectate și realizate în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, catedra Mecanizarea Agriculturii.

- Echipamentul pentru udarea prin picurare este format din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei.

- Cercetările s-au efectuat într-un solar de tip semicircular, cu scheletul din metal, cu suprafața de lucru de 135 m².

- Plantele luate în studiu au făcut parte din cultivarul de tomate *Minaret F1* și ardei *Brilliant F1*.

- Înălțimea plantelor este un indiciu morfologic care este direct influențat de factorul genetic, la fel cum este influențat de condițiile tehnologice și mediu.

- Importanța administrării îngrășămintelor prin intermediul apei de irigație prin picurare asupra înălțimii plantelor de tomate este relevant de faptul că în toți cei trei ani experimentali, varianta V_1 a obținut cele mai mari valori.

- Pe cei trei ani de cultură, valorile medii ale numărului de fructe pe plantă sunt favorabile fertirigării, obținându-se 15,42 fructe/plantă, și fertilizării pe bază de microorganisme, cu o valoare apropiată, de 14,39 fructe/plantă. În variantele nefertilizate s-au obținut valori de 12,26 fructe/plantă, la V_5 , respectiv 12,76 fructe/plantă la V_4 . Toate variantele experimentale sunt moderat reprezentative.

- În ce privește valorile medii ale masei fructelor de tomate din cei trei ani experimentali, cea mai mare valoare s-a înregistrat la V_1 (240 g), urmată de V_2 și V_3 (223,13 g și 219,66 g). La variantele nefertilizate s-au obținut cele mai mici medii ale masei fructelor. Din analiza statistică rezultă o variabilitate medie față de media masei fructelor de tomate, toate variantele experimentale fiind strict reprezentative.

Metoda de fertilizare a influențat diametrul fructelor de tomate, la varianta fertirigată obținându-se o medie de 80,57 mm diametru a unui fruct, fiind urmată de varianta fertilizată clasic, cu 77,17 mm diametru a unui fruct. Cea mai mică valoare s-a obținut la V_5 , de 74,95 mm diametru. Toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

Lungimea fructelor de tomate a fost influențată diferit de metodele de fertilizare în cei trei ani experimentali, valorile medii ale lungimii fructelor de tomate scoțând în evidență faptul că cea mai mare valoare s-a înregistrat la varianta experimentală V_1 , de 65,37 mm lungime, cea mai mică valoare înregistrându-se la varianta V_5 , de 61,45 mm. Variabilitatea față de medie, în cazul lungimii fructelor de tomate, pentru toate variantele de lucru, a fost mică, toate variantele reieșind a fi strict reprezentative.

Valorile medii obținute pe cei trei ani experimentali a producției de tomate indică cele mai ridicate producții pentru V_1 , cu o diferență față de martor de 35,74 t/ha, considerată pozitiv foarte semnificativă. Diferențe nesemnificative, de 6,86 și 3,23 t/ha, s-au obținut la V_2 și V_4 . Toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

- La fel ca la plantele de tomate, metoda de fertilizare la plantele de ardei a influențat înălțimea acestora, cele mai mari valori înregistrându-se la varianta fertirigată.

- Valorile medii ale numărului de fructe pe plantă pe cei trei ani experimentali, la plantele de ardei, au arătat importanța metodei de fertilizare: varianta fertirigată a înregistrat 17,44 fructe/plantă, urmată de varianta V_2 , de 16,74 fructe/plantă. Varianta-martor a înregistrat cea mai mică valoare, de 12,27 fructe/plantă. Din punct de vedere al analizei statistice, se poate observa o variabilitate mare față de medie, toate variantele fiind moderat reprezentative.

- Mediile multianuale privind masa medie a fructelor de ardei relevă cea mai mare valoare obținută la varianta fertirigată, de 126,63 g/fruct, comparativ cu cea mai mică valoare obținută la varianta nefertilizată, V_4 . A rezultat o variabilitate medie față de

valoarea medie obținută, toate variantele experimentale fiind strict reprezentative.

- Diametrul fructelor de ardei pe cei trei ani experimentali s-a caracterizat prin valori medii ridicate obținute la varianta fertilizată (77,64 mm). Variantele nefertilizate au obținut cele mai mici valori, de 72,94 mm și 73,01 mm, pentru V_4 și V_5 . Variabilitatea față de media diametrului fructelor de ardei este mică; se observă că toate variantele experimentale sunt strict reprezentative.

- Păstrându-se același traseu al valorilor multianuale obținute și la lungimea fructelor de ardei, cele mai mari valori s-au înregistrat la varianta fertilizată, o medie de 89,55 mm lungime. Cea mai mică valoare s-a remarcat la varianta nefertilizată, v_4 , de 85,47 mm lungime a fructului de ardei. Variabilitatea față de media lungimii fructelor de ardei este mică, toate variantele fiind strict reprezentative.

- Fertilizarea a influențat pozitiv producția de ardei, la varianta V_1 diferența față de martor, de 28,64 t/ha, este considerată pozitiv foarte semnificativă. Diferențe semnificative s-au înregistrat la varianta fertilizată clasic, V_2 , de 16,40 t/ha față de martor și 13,53 t/ha față de martor obținută la varianta V_3 . În ce privește analiza statistică pentru producția de ardei, variabilitatea față de medie este mare. Varianta 1 a reieșit a fi moderat reprezentativă, pe când variantele 2,3 și 4 sunt reprezentative în sens larg.

- Cercetările experimentale pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide au avut ca scop optimizarea procesului de lucru în spații protejate prin utilizarea variantei care permite administrarea precisă și controlată.

- Obiectivul propus a cuprins proiectarea și realizarea echipamentului pentru administrat îngrășăminte chimice solide, elaborarea metodei de lucru, efectuarea cercetărilor experimentale în condiții de câmp, înregistrarea, analiza și prelucrarea rezultatelor obținute în urma cercetărilor experimentale, stabilirea variantelor optime de fertilizare.

- Cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională arată că majoritatea granulelor distribuite au un diametru mai mic de 1,5 mm (62,6 ... 77,0 %).

- Cele mai bune rezultate au fost obținute pentru raportul de transmisie $i_2 = 0,48$, cu 77% din granule în intervalul 0 ... 1,5 mm și cele mai mici procente de granule cu diametre mai mari de 1,5 mm.

- Rezultatele arată că analiza imaginii a oferit aceeași distribuție a dimensiunii granulelor deși cantitățile de îngrășământ distribuite au fost diferite.

- Cantitatea de îngrășămintă a crescut odată cu mărirea raportului de transmisie datorită creșterii vitezei de rotație a dispozitivelor de măsurare.

- Cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală relevă faptul că cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru viteza de deplasare de 5,08 km/h (v_3) și o viteză de rotație a discului de distribuție de 1250 rot/min (84,2 % din granulele împrăștiate au un diametru mai mic de 1,5 mm).

- Cantitatea de îngrășămintă a scăzut atunci când viteza de deplasare a fost mărită și a crescut atunci când viteza de rotație a discului de distribuție a fost mărită.

CAPITOLUL VII

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

7.1. Concluzii generale

Pe plan mondial, deși interesul marilor puteri este îndreptat către zăcăminte, se preconizează faptul că pe termen lung competiția globală majoră va fi pentru apă. Irigarea prin picurare are ca efecte obținerea de producții mari de legume indiferent de cantitatea de precipitații căzută, deoarece prin aceasta se completează deficitul de apă distribuită în raport cu cerințele plantelor.

Prin distribuția apei în mod lent, punctual, se reduce consumul de apă cu circa 70 %, se diminuează consumul de energie, se poate obține de pe aceeași suprafață de teren două sau mai multe recolte, iar în asociere cu drenajul se ameliorează solurile saline și alcaline etc. Printre alte avantaje ale irigației prin picurare se poate aminti posibilitatea dozării exacte a cantităților de apă și îngrășământ necesare plantelor, permite creșterea suprafețelor irigate prin utilizarea economică a resurselor, având drept consecință scăderea cheltuielilor aferente irigației culturilor, permite utilizarea apei cu un grad ridicat de mineralizare, prin aplicarea acestui tip de irigare se preîntâmpină scurgerea apei în straturile adânci ale solului, se reduce forța de muncă, se obține o timpurietate a plantelor cu până la 7 ... 10 zile, se mărește venitul la unitatea de suprafață prin obținerea de pe aceeași suprafață a două sau mai multe recolte; irigarea prin picurare poate fi folosită pe terenuri cu pante mari, denivelate, pe terenuri cu textura foarte ușoară sau foarte grea, se diminuează eroziunea solului prin distribuirea uniformă a apei, se reduce apariția bolilor criptogamice. Practic, acest tip de irigare face posibilă irigația în orice condiții, cu un spor de producție cu până la 100% mai mare.

Având cerințe foarte mari față de elementele nutritive, plantele legumicole necesită un aport suplimentar de substanțe nutritive și apă, cu atât mai mult cele din spațiul protejat, unde consumul de substanțe minerale de către plantele de cultură este foarte mare. Doza de îngrășămintă folosită la plantele legumicole se stabilește ținând seama de măsura în care cantitatea care s-a încorporat în sol poate fi folosită de către plantele legumicole, astfel că în spațiile acoperite culturile condiționează obținerea unor producții ridicate doar prin fertilizarea suplimentară.

În construcția utilajelor folosite pentru fertilizarea solului destinat culturilor legumicole este necesar a se folosi mașini și echipamente care să răspundă unor cerințe impuse de procesul tehnologic și de suprafața relativ mică de cultură.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de fertilizare și udare prin

picurare prin optimizarea echipamentelor specifice utilizate în cadrul culturilor legumicole, în vederea obținerii de recolte corespunzătoare din punct de vedere calitativ.

Cercetările experimentale au fost realizate în cadrul Laboratorului de Mașini horticole și mecanizare a agriculturii de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, Ferma Horticolă nr. 3 „Vasile Adamachi” a Stațiunii Didactice din Iași și spațiul protejat din cadrul Sectorului Legumicol al Fermei „Vasile Adamachi”.

În vederea realizării obiectivelor de a optimiza exploatarea unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare, s-au efectuat încercări experimentale în condiții de laborator pentru determinarea parametrilor de lucru ai instalațiilor de irigare prin picurare și stabilirea cantității de îngrășământ împrăștiat gravitațional, utilizând diferite rapoarte de transmisie.

Experiențele în condiții de laborator care au vizat reproducerea unui ciclu de udare prin picurare au fost organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-au folosit 10 tipuri de bandă de udare prin picurare, iar presiunea de lucru a variat de la 0,025 la 0,2 MPa. Standul a cuprins un echipament de creare a presiunii apei, rețea de aducțiune și distribuție a apei pentru irigarea prin picurare și platformă de colectare a apei.

Cercetările experimentale care au urmărit administrarea îngrășămintelor chimice solide în condiții de laborator s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași și au avut drept scop determinarea cantității de îngrășământ colectate pentru fiecare secție de lucru, pe o distanță de 100 m liniari/65 rotații ale roții motrice. Experiența a fost de tip unifactorial, având ca factor de influență raportul de transmisie, cu graduările $i_3 = 0,40$, $i_2 = 0,48$, $i_1 = 0,60$.

Cercetările experimentale pentru irigarea și fertirigarea prin picurare a culturilor legumicole s-au realizat în spațiu protejat în cadrul Sectorului Legumicol al Fermei „Vasile Adamachi”, unde s-a ales o cultură de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) și una de ardei (*Capsicum annuum* L.). Experiențele s-au efectuat într-un solar tunel de tip semicircular, cu lungimea de 25 m și lățimea de 5,4 m. Experiența a fost unifactorială, factorul de influență fiind regimul de fertilizare. Plantele din varianta V_1 au fost fertilizate concomitent cu irigarea prin picurare, plantele din varianta V_2 au fost fertilizate prin împrăștierea îngrășământului în jurul plantei, plantele din varianta V_3 au fost fertilizate cu îngrășământ pe bază de microorganisme din gama Micoseed® MB. În variantele V_4 și V_5 plantele nu au fost fertilizate, V_5 la care udarea s-a realizat prin rigole, fiind considerată martor. Aceste experiențe s-au efectuat cu ajutorul unei instalații de irigare prin picurare și fertilizare proiectate și realizate în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, irigația realizându-se prin picurare.

În cadrul experiențelor care au avut ca scop administrarea îngrășămintelor chimice

solide în câmp, s-a proiectat și realizat un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Cercetările au urmărit determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor administrate prin metoda gravitațională, care s-a realizat cu ajutorul plăcii de împrăștiere atașate la echipamentul de administrare a îngrășămintelor, și prin folosirea metodei centrifugale, cu ajutorul unui disc de împrăștiere.

Odată cu creșterea presiunii, se mărește debitul pe fiecare linie, micșorând rezistența unor benzi de udare.

Indiferent de raportul de transmisie, cele mai mici cantități de îngrășământ colectate s-au obținut la secția a doua a utilajului pentru distribuirea îngrășămintelor chimice solide, urmate de cele obținute la secția a treia, iar cea mai mare cantitate s-a înregistrat la prima secție a echipamentului. Cantitatea de îngrășământ obținută pentru o singură rotație completă a roții motrice a arătat că diferența între secțiile de lucru este foarte mică indiferent de raportul de transmisie utilizat.

Înălțimea plantelor este un indice morfologic care este direct influențat de factorul genetic, la fel cum este influențat de condițiile tehnologice și mediu.

Administrarea îngrășămintelor prin intermediul apei de irigație prin picurare are cea mai mare influență asupra înălțimii plantelor de tomate, varianta V_1 obținând cele mai mari valori medii.

Valorile medii ale numărului de fructe pe plantă sunt favorabile fertirigării, obținându-se 15,42 fructe/plantă, și fertilizării pe bază de microorganisme, cu o valoare de 14,39 fructe/plantă. Cele mai mici valori s-au obținut la varianta nefertilizată și irigată prin picurare, de 12,26 fructe/plantă.

Masa fructelor de tomate a fost influențată pozitiv de fertirigare, V_1 înregistrând o valoare medie de 240 g. Masa fructelor de tomate din varianta nefertilizată a obținut o valoare de 203,71 g.

Metoda de fertilizare a influențat diametrul fructelor de tomate, la varianta fertirigată obținându-se o medie de 80,57 mm diametru a unui fruct, fiind urmată de varianta fertilizată clasic, cu 77,17 mm diametru a unui fruct. Cea mai mică valoare s-a obținut la V_5 , de 74,95 mm diametru.

Lungimea fructelor de tomate a fost influențată diferit de metodele de fertilizare în cei trei ani experimentali, valorile medii ale lungimii fructelor de tomate scoțând în evidență faptul că cea mai mare valoare s-a înregistrat la varianta experimentală V_1 , de 65,37 mm lungime, cea mai mică valoare înregistrându-se la varianta V_5 , de 61,45 mm.

Producția de tomate indică cele mai ridicate valori pentru V_1 , cu o diferență față de martor de 35,74 t/ha, considerată pozitiv foarte semnificativă. Diferențe nesemnificative, de 6,86 și 3,23 t/ha, s-au obținut la V_2 și V_4 .

La fel ca la plantele de tomate, metoda de fertilizare la plantele de ardei a influențat înălțimea acestora, cele mai mari valori înregistrându-se la varianta fertirigată.

La plantele de ardei, varianta fertirigată a înregistrat 17,44 fructe/plantă, urmată

de varianta V₂, cu 16,74 fructe/plantă. Varianta-martor a înregistrat cea mai mică valoare, de 12,27 fructe/plantă.

Cea mai mare valoare a masei unui fruct de ardei s-a obținut la varianta fertilizată, de 126,63 g/fruct, comparativ cu cea mai mică valoare obținută la varianta nefertilizată, V₄, de 106,97 g.

Diametrul fructelor de ardei pe cei trei ani experimentali s-a caracterizat prin valori medii ridicate obținute la varianta fertilizată (77,64 mm). Variantele nefertilizate au obținut cele mai mici valori, de 72,94 mm și 73,01 mm, pentru V₄ și V₅.

Lungimea fructelor de ardei a fost pozitiv influențată de metoda de fertilizare, fructele din varianta fertilizată înregistrând o valoare de 89,55 mm lungime a unui fruct. Cea mai mică valoare s-a remarcat la varianta nefertilizată, V₄, de 85,47 mm lungime a fructului de ardei.

Fertilizarea a influențat semnificativ producția de ardei, la varianta V₁ diferența față de martor, de 28,64 t/ha, fiind considerată pozitiv foarte semnificativă. Diferențe semnificative s-au înregistrat la varianta fertilizată clasic, V₂, de 16,40 t/ha față de martor și 13,53 t/ha față de martor obținută la varianta V₃.

În vederea determinării clasei de mărimi a granulelor de îngrășământ s-a utilizat analiza imagistică cu ajutorul programului Image J.

Cercetările experimentale privind administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională arată că majoritatea granulelor distribuite au un diametru mai mic de 1,5 mm (62,6 ... 77,0 %).

Cele mai bune rezultate au fost obținute pentru raportul de transmisie $i_2 = 0,48$, cu 77 % din granule în intervalul 0 ... 1,5 mm și cele mai mici procente de granule cu diametre mai mari de 1,5 mm.

Rezultatele arată că analiza imaginii a oferit aceeași distribuție a dimensiunii granulelor deși cantitățile de îngrășământ distribuite au fost diferite.

Cantitatea de îngrășămintă a crescut odată cu mărirea raportului de transmisie datorită creșterii vitezei de rotație a dispozitivelor de distribuție.

În cadrul administrării îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală se relevă faptul că cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru viteza de deplasare de 5,08 km/h (v_3) și o viteză de rotație a discului de distribuție de 1250 rot/min (84,2 % din granulele împrăștiate au un diametru mai mic de 1,5 mm).

Cantitatea de îngrășămintă a scăzut atunci când viteza de deplasare a fost mărită și a crescut atunci când viteza de rotație a discului de distribuție a fost mărită.

7.2. Recomandări

Fertilizarea prin intermediul apei de irigație prin picurare și implicit utilizarea unui sistem de fertilizare prin picurare reprezintă varianta optimă pentru obținerea de producții semnificative în spații protejate la culturile de tomate și ardei. Un alt avantaj este reprezentat de eliminarea pierderilor prin dozarea exactă a apei și a îngrășămintelor prin care structura și textura solului sunt conservate.

Echipamentul pentru distribuirea îngrășămintelor chimice solide care utilizează

metoda gravitațională, proiectat și realizat în cadrul tezei de doctorat, reprezintă o soluție la metodele de administrare a îngrășămintelor chimice solide în spații protejate prin dimensiunile reduse și posibilitatea administrării precise, reducându-se astfel poluarea inutilă a solului.

Acest echipament răspunde nevoilor unui spațiu de cultură limitat.

CHAPTER VII

GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

7.1. General conclusions

Worldwide, although the interest of the great powers is directed to the deposits, it is expected that on the long term the major global competition will be for the water. Drip irrigation has the effect of producing large crops of vegetables regardless of the amount of precipitated rainfall, because it complements the water distribution distributed in relation to plant.

By water distribution in a slow, punctual way, water consumption is reduced by about 70%, energy consumption is reduced, two or more crops can be obtained from the same field of land, and in combination with drainage, salt and alkaline soils are improved etc. Among other advantages of drip irrigation it is possible to mention the possibility of accurately measuring the quantities of water and fertilizer necessary for the plants, allow the irrigated areas to be increased by the economical use of the resources, resulting in the decrease of crop irrigation costs, the use of water with a high degree of mineralization by applying this type of irrigation prevents the drainage of water into the deep layers of the soil, reduces the labor force, obtains a plant premature ness of up to 7 ... 10 days, increases the income to the surface unit by obtaining on the same surface two or more crops; drip irrigation can be used on landscapes with large, uneven slopes, on very light or very heavy soil, less erosion by uniform water distribution, the occurrence of cryptogrammic diseases is reduced. Practically, this type of irrigation makes it possible to irrigate under any conditions with a production increase of up to 100% higher.

With very high nutrient requirements, vegetable plants need additional nutrients and water, especially those in the protected area, where the consumption of mineral substances by crop plants is very high. The fertilizer dose used for vegetable plants is determined taking into account the extent to which the quantity incorporated in the soil can be used by the vegetable plants, so that in the protected areas crops are conditioned in obtaining high yields only through additional fertilization.

In the construction of soil fertilization machinery intended for vegetable crops it is necessary to use machines and equipments that respond to the technological process requirements and relatively small area of culture.

The purpose of the PhD thesis is to streamline the fertilization and dripping process by optimizing the specific equipment used in the vegetable crops in order to obtain the appropriate quality harvests.

The experimental research were carried out within the Laboratory of Horticultural

Machines and Mechanization of Agriculture from “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, Horticultural Farm no. 3 “Vasile Adamachi” of the Didactic Station Iași and space protected from the Vegetable Sector of “Vasile Adamachi” Farm.

In order to achieve the objectives of optimizing the exploitation of equipment for fertilization by spreading on the surface of solid granular chemical fertilizers and drip irrigation equipment, laboratory experiments were carried out in order to determine the working parameters of the irrigation installations by dripping and determining the amount of gravity scattered fertilizer using different transmission ratios.

The laboratory experiments aimed to reproduce a drip water cycle were organized on a stand at the Horticultural Machinery Laboratory at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași. For experimental research, 10 types of drip irrigation tape were used and the working pressure was ranged from 0.025 to 0.2 MPa. The booth contained water pressure equipment, drip irrigation and water distribution system for drip irrigation and water collection platform.

Experimental investigations aimed at the administration of solid chemical fertilizers under laboratory conditions were carried out at the Horticultural Machinery Laboratory at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași and aimed at determine the amount of fertilizer collected for each workstation, at a linear distance of 100 m / 65 rotations of the drive wheel. The experience was of the mono-factorial type, having the ratio of transmission ratio, with the graduations $i_3 = 0.40$, $i_2 = 0.48$, $i_1 = 0.60$.

The experimental research for the irrigation and drip fertigation of the vegetable crops were carried out in a protected area within the Vegetable Sector of the “Vasile Adamachi” Farm, where a tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and a sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) crop was chosen. The experiments were carried out in a semi-circular solar tunnel, 25 m in length and 5.4 m wide. The experience was mono-factorial, the influence factor being the fertilization regime. V_1 plants were fertilized with drip irrigation, V_2 plants were fertilized by spreading the fertilizer around the plant, V_3 plants were fertilized with Micoseed MB[®] fertilizer based microorganisms. For V_4 and V_5 variants, the plants were not fertilized, V_5 , where watering was done through gullies, being considered as a control. These experiments were carried out with the help of a drip irrigation and fertilization system designed and performed at “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, the irrigation being carried out by dripping.

In the experiments aimed the administration of solid chemical fertilizers in the field, equipment for the management of solid chemical fertilizers was designed and manufactured within the Mechanization disciplines of “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași. The experiments aimed to determine the degree of uniformity of the fertilizers administered by the gravitational method, which was carried out using the spreading plate attached to the fertilizer

application equipment, and by using the centrifugal method, using a spreading disc.

With the increasing of pressure, the flow increases on each line, reducing the resistance of some watering strips.

Indifferently the transmission ratio, the smallest quantities of fertilizer collected were obtained at the second section of the solid chemical fertilizer spreader, followed by the third section, and the largest quantity was recorded at the first section of the equipment. The amount of fertilizer obtained for one complete rotation of the drive wheel has shown that the difference between the work stations is very low regardless of the ratio of the transmission used.

Plant height is a morphological indication that is directly influenced by the genetic factor, as it is influenced by technological and environmental conditions.

Fertilizer application through drip irrigation water on the height of tomato plants has the greatest influence, the V_1 variant achieving the highest average values.

The average values of the number of fruits per plant are favorable for fertigation, obtaining 15.42 fruit/plant, and microorganism fertilization, with a value of 14.39 fruit/plant. The lowest values were obtained in the unfertilized and drip irrigation variant of 12.26 fruit/plant.

The mass of tomato fruit was positively influenced by fertigation, V_1 recording a mean value of 240 g. The table of unfertilized tomato fruit obtained a value of 203.71 g.

The method of fertilization influenced the diameter of the tomato fruit, in fertigated version, obtaining an average of 80.57 mm, followed by the classic fertilized variant with a 77.17 mm. The smallest value was obtained at V_5 , 74.95 mm in diameter.

The length of tomato fruit was influenced differently by the fertilization methods in the three years of experimentation, the average values of the length of the tomato fruit highlighting the fact that the highest value was recorded in experimental variant V_1 , 65.37 mm long, small value being recorded at V_5 , 61.45 mm.

Tomato production shows the highest yields for V_1 , with a difference from the control of 35.74 t/ha, considered positively very significant. Insignificant differences of 6.86 and 3.23 t/ha were obtained at V_2 and V_4 .

As with tomato plants, the fertilization method of the sweet pepper plants influenced their height, the highest values being recorded in the fertilized variant.

In the sweet pepper plant, the fertilized variant V_1 recorded 17.44 fruit/plant, followed by V_2 variant, of 16.74 fruit/plant. The control variant recorded the lowest value of 12.27 fruit/plant.

The highest value of the weight of a sweet pepper fruit was obtained in fertigated variant, 126.63 g/fruit, compared to the lowest value obtained in the unfertilized variant, V_4 , of 106.97 g.

The diameter of the sweet pepper fruit over the three years of experimentations was characterized by high average values obtained in the fertilized variant 77.64 mm. Unfertilized variants obtained the lowest values of 72.94 mm and 73.01 mm for V_4 and V_5 .

The length of the sweet pepper fruit was positively influenced by the fertilization method, the fruits of the fertilized variant having a length of 89.55 mm. The lowest value was noted for the non-fertilized V₄, 85.47 mm long pepper.

Fertigation significantly influenced the production of sweet peppers, in variant V₁, the difference from the control, of 28.64 t/ha being considered positively very significant. Significant differences were recorded in the classic fertilized variant, V₂, of 16.40 t/ha compared to the control and 13.53 t/ha compared to the control obtained at variant V₃.

In order to determine the size class of fertilizer granules was used imaging analysis with Image J.

Experimental research on the administration of solid chemical fertilizers through gravity distribution shows that most of the distributed granules have a diameter of less than 1.5 mm (62.6 – 77.0%).

The best results were obtained for the ratio of transmission $i_2 = 0.48$, with 77% of the granules in the range 0 - 1.5 mm and the lowest percentages of granules with diameters larger than 1.5 mm.

The results show that image analysis provided the same distribution of granule size although the quantities of fertilizer distributed were different.

The amount of fertilizer increased as the transmission ratio increased due to the increase in the rotation speed of the distribution devices.

In the administration of solid chemical fertilizer by centrifugal distribution it is revealed that the best results were recorded for a displacement speed of 5.08 km/h (v₃) and a spin speed of the distribution disk of 1250 rpm (84.2% of the scattered granules have a diameter of less than 1.5 mm).

The amount of fertilizer decreased when the travel speed was increased and increased when the rotation speed of the distribution disc was increased.

7.2. Recommendations

Fertilization through drip irrigation water and the use of a drip fertilizer system is the optimal way of obtaining significant yields in protected areas of tomato and sweet pepper crop.

Another advantage is the elimination of losses by accurate dosing of water and fertilizers through which the structure and texture of the soil are preserved.

The equipment for the distribution of solid chemical fertilizers using the gravitational method, designed and executed within the PhD thesis, represents a solution to the methods of administration of solid chemical fertilizers in protected areas with reduced dimensions and the possibility of precise administration, thus reducing unnecessary soil pollution.

This equipment responds to the needs of a limited working space.

BIBLIOGRAFIE REFERENCES

1. Akers A., New Mexico Chile Inc., Columbus, N.M., Cervantes D., Cervantes Enterprises, La Mesa, N.M., Keeler D., New Mexico Irrigation, Deming N.M., Johnson J., W.R. Johnson & Sons, Columbus, N.M., Francis Schiflett, Uvas Valley Farms, Deming, N.M., Schwankl L., Irrigation Specialist University of California -Davis, Wuertz H., Sundance Farms, Coolidge, Ariz., 2001 - *Drip Irrigation for Row Crops - Grower Panel Discussion and Questions*. Cooperative Extension Service - Circular 573 College of Agriculture and Home Economics
2. Albineț E., Crețu A., 1985 – *Îndrumător practic de irigare a culturilor*, A.M.M.D.
3. Alcántar G., Villarreal M.R., Aguilar A.S., 1999 – *Tomato growth (Lycopersicon Esculentum MILL), and nutrient utilization in response to varying fertigation*.
4. Amati M., E. Dekker, T. van Lingen, Elise Pinners, S.C. A Tam., 2002 – *How to grow tomato and peppers*. Agromisa Foundation, Wageningen.
5. Apahidean Al., Apahidean Maria, 2000 – *Legumicultură specială. Vol. I*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
6. Băisan I., 2016 – *Culturi agricole protejate (material pentru studenții anului II programul de master Tehnici nepoluante în industria agroalimentară)*. Uuniversitatea Tehnică „Gh. Asachi,, din Iași, Facultatea de Mecanică.
7. Bevacqua R. F. – *Drip Irrigation for Row Crops. Cooperative Extension Service Circular 573*, College of Agriculture and Home Economics.
8. Biolan I., Șerbu I., Șovăială G., Mardare F., 2010 – *Tehnici si tehnologii de fertirigare a culturilor agricole*. Editura AGIR, București.
9. Botzan M., 1959 – *Culturi irigate*, Editura Agro-Silvică de Stat. București.
10. Broner I. and M. Alam., 2003 – *Subsurface Drip Irrigation (SDI)*. Colorado State University Cooperative Extension. www.ext.colostate.edu.
11. Bucks D.A. and F.S. Nakayama, 1985 – *Guidelines for Maintenance of a Trickle*.
12. Bucur D., Savu P., 2003 – *Irigarea culturilor agricole*. Manual de studiu. Iași.
13. Buzdugan I., Savin A., 2003 – *Pedologie. Curs*. Universitatea „Ștefan Cel Mare” Suceava, Facultatea de Silvicultură.
14. Cazacu E., Dobre V., 1989 – *Irigații*. Editura Ceres. București.
15. Cârstea S., 2001 – *Calitatea solului – expresie a multiplelor lui funcții protecția și ameliorarea ei – cerință imperativă*. Lucrările celei de-a XVI – a Conferințe Naționale Știința Solului, Suceava, Volumul III/2001.

16. Ceașescu I., Bălașa M., Savițchi P., Voican V., Radu Gr., Stan N., 1984 – *Legumicultură generală și specială*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
17. Ceașescu I., 1984 – *Legumicultură generală și specială*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
18. Chaurette J., 2005 – *Centrifugal Pump Systems*. Fluid Design Inc.
19. Chilom Pelaghia, 2002 – *Legumicultură generală*. Editura Reprograph, Craiova.
20. Chiriță C., 1974 – *Ecopedologie cu baze de pedologie generală*. Editura Ceres, București.
21. Ciofu Ruxandra, Stan N., Popescu V., Chilom Pelaghia., Apahidean S. Al., Horgoș A., Berar V., Lauer K. F., Atanasu N., 2004 – *Tratat de legumicultură*. Editura Ceres, București.
22. Corwin D. L., James D. Rh., Simunek J., 2007 – *Leaching requirement: steady – state versus transient models. Agricultural Salinity Assessment and Management*, Edition: Second, Chapter: 26, ASCE, Editors: Wesley w. Wallender, Kenneth K. Tanji, pp.801-824.
23. Corwin și colab., 2007 – *Leaching requirement for soil salinity control: Steady-state versus transient models*. *Agricultural water management* 90 (2007) 165–180.
24. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Stoleru V., Roșca R., Șovăială Gh., Matache Gabriela - *Cercetări privind fertilizarea prin picurare a unei culturi de ardei în solar*, *Lucrări Științifice Seria Horticultură*, vol. 58(1) / 2015, U.S.A.M.V. Iași.
25. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Stoleru V., Teliban G.C., Șovăială Gh., 2015 - *Cercetări privind fertilizarea și irigarea prin picurare a unei culturi de tomate în solar*, *Lucrări Științifice Seria Horticultură*, vol. 58(2) / 2015, U.S.A.M.V. Iași.
26. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Stoleru V., Teliban G.C., 2016 - *Contribuții la îmbunătățirea regimului de fertilizare la o cultură de ardei gras*, *Lucrări Științifice Seria Horticultură* 59 (2) / 2016, USAMV Iași.
27. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Cârlescu P., Șovăială Gh., 2016 – *Cercetări privind influența presiunii asupra debitului de picurare pentru diferite modele constructive de bandă de udare prin picurare*, *Lucrări Științifice Seria Agronomie* 59(2)_76 / 2016, USAMV Iași.
28. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Cârlescu P., Diaconu Andreea, Arsenoia V.N., 2016 – *Cercetări privind influența fertilizării prin picurare asupra producției de ardei și tomate în solar*, *Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX* ISSN 1454 – 8003.
29. **Corduneanu Oana**, Țenu I., Cârlescu P., Arsenoia V.N., 2017 – *Cercetări privind proiectarea și realizarea unei mașini pentru fertilizat în sere și solarii în agregat cu un motocultor*, *Lucrări Științifice - vol. 60(2)_227 /2017, Seria Agronomie*.
30. Davidescu D., Velicica Davidescu, 1994 – *Agricultura biologică – o variantă pentru exploatarea mică și mijlocii*. Editura Ceres. București.
31. Dejeu L., Petrescu C., Chira A., 1997 – *Horticultura și protecția mediului*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
32. Doneen, L. D., 1999 – *Quality of Water for Irrigation. Proc. Conference on Quality of*

- water for irrigation*, University of California, Water Resources Centre Contribution.
33. Doran J. W., Parkin T.B., 1994 – *Defining and assesing soil quality*. In: Doran J. W., editor *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*. SSA Special Publication. Madison, WI: Soil Science Society of America, Inc. And American Society of Agronomy, Inc. 3-23.
 34. Drăgănescu O., Ariciu V., 1986 – *Tehnici și tehnologii de irigare prin picurare*. Centrul de Propagandă Tehnică ICITID Băneasa, Giurgiu.
 35. Drăghici Elena, 2000 – *Legumicultură generală*. Editura Granada, București.
 36. Drimus Rodica, Benari S., 1969 – *Chimia în sprijinul agriculturii*. Editura Științifică, București.
 37. Dumitrescu M., Scurtu I., Stoian L., Glăman Gh., Costache M., Dițu D., Roman Tr., Lăcătuș V., Rădoi V., Vlad C., Zăgran V., 1998 – *Producerea legumelor*. Editura București.
 38. Farcaș N., Borugă I., 2003 – *Tractoare și mașini agricole, partea a doua*. Seria Biologie - Agricultură, București,
 39. Filipov F., 2005 – *Pedologie*. Editura „Ioan Ionescu de la Brad“. Iași.
 40. Flynn, R., 2003 - *Assessing Water Quality Before Installing a Chemical Injection System*. New Mexico State University.
 41. Grant D. A., 2002 – *Soil quality, science and process*. Agronomy Journal, nr. 94, pag. 23-32.
 42. Grumeza N., Drăgănescu O., 1983 – *Irigații prin picurare*. Editura Ceres.
 43. Grumeza N., Klepș C., 2005 – *Amenajările de irigații din România*. Editura Ceres.
 44. Gulshan Mahajan, K.G. Singh, 2006 – *Response of Greenhouse tomato to irrigation and fertigation*. Agricultural water management 84 (2006) 202 – 206.
 45. Hagin, J., Sneh, M., Lowengart, A., 2003 – *Fertigation: Fertilization through Irrigation Research Topic No. 23*. International Potash Institute, Basel, Switzerland.
 46. Haman D.Z, F. Izuno and F. S. Zazueta, 2003 – *Valves in Irrigation Systems*, Cir 824. University of Florida, IFAS Extension.
 47. Haman, D. Z., A. G. Smajstrla and F. S. Zazueta, 1989 – *Screen Filters in Trickle Irrigation Systems*. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service.
 48. Hanson, B. R., D. M. May and L.J. Schwankl, 2003 – *Effect of Irrigation Frequency on Subsurface Drip-Irrigated Vegetables*. HortTechnology January-March 2003.
 49. Hartz T., 2013 – *Managing Fertility in Drip-Irrigated Chile Production*. University of California-Davis.
 50. Hartz, T.K., and G.J. Hochmuth. 1995 – *Fertility management of drip-irrigated vegetable*. University of California-Davis Vegetable Research and Information Center.
 51. Hawkes, J., 2000 – *Economic Comparison of Drip and Furrow Irrigation Methods for Doña Ana and Sierra Counties*. New Mexico State University.
 52. Hla A. K., Scherer T. F., 2003 – *Introduction to micro-irrigation*. AE-1243, March.
 53. Howard A., 1943 – *An agricultural testament*. Oxford University Press, London.
 54. Howard A., 1943 – *Testament agricole - pour une agriculture naturelle*. First edition, Oxford Univ. Press, London.

55. Hoza Gh., 2014 – *Legumicultură generală. Curs*. Facultatea de Horticultură, departamentul de învățământ la distanță. București.
56. Huguet J.G., P. Fourcade., 1980 – *Distribution des racines de pommiers en relation avec la position des points d'irrigation*. CCE, Agrimed, Seminaire Irrigation Localisée, Sorrente, pp 43-50.
57. Indrea Adriana, Ciofu Ruxandra, 1992 – *Cultura legumelor agricole și horticole*. Editura tehnică agricolă, București.
58. Indrea D., Apahidean S. Al., Mănuțiu D.N., Apahidean Maria., Sima Rodica., 2003 – *Cultura legumelor*. Editura Ceres, București.
59. Ionescu-Șișești, Gh., 1947 – *Agrotehnica*. Ediția a II-a. Editura Agro-Silvică de Stat..
60. Keller J., Karmeli D., 1984 – *Trickle irrigation design for optimal soil wetting*. En 2nd Intern. Drip Irrigation Congress Proceedings, California, USA.
61. Kemble, J. K. and D. C. Sanders, 2000 – *Basics of Vegetable Crop Irrigation*. Department of Horticulture, Auburn University.
62. Livia Naghiu, 2010 – *Mașini și instalații horticole*. Editura Risoprint, Cluj Napoca.
63. Luca E., Budiu V., Ciotlăuș Ana, 2008 – *Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare – irigații*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
64. Luca M., Nițescu E., 1988 – *Studii și cercetări pentru realizarea unui echipament de microirigație pentru sere și solarii*. Lucr. Sesiunea Jubiliară a Facultății de Hidrotehnică, vol. II, Iași, 1988.
65. Madjar Roxana, Davidescu Velicica, 2009 – *Agrochimie. Curs*.
66. Marinescu A., 1989 – *Tehnologii și mașini pentru mecanizarea lucrărilor în cultura legumelor de câmp*. Edit. Ceres, București.
67. Nagy Z., Luca E., 1995 – *Irigarea culturilor. Lucrări practice*. Tipografia Agronomia, Cluj Napoca.
68. Nicolescu, C., Darie C., Mateescu M., Cruceanu L., Marin C., Gheorghe F., Mușat A., Gâscă Gh. 2008 – *Valorificarea complexă a apei în agricultură*. Editura AGIR, ISBN 978-973-720-208-6, București.
69. Oprea R., 2013 – *Compendiu de pedologie*. Editura Universitară. București.
70. Pan, H.Y., Fisher K.J., Nichols M.A., 1999 – *Fruit yield and maturity characteristics of processing tomatoes in response to drip irrigation*. J. Vegetable Crop Prod.
71. Patron P., 2002, Balan V., 2001, Caraman I., 2003, Perstnirov N., 2000 – *Regimuri și norme de irigare a culturilor cu valoare adăugată (culturi legumicole, horticole și viță de vie) I. Normele de irigare la principalele culturi agricole*. Republica Moldova.
72. Pavlovschi, G., Groza, M., 1949 – *Studiul sistemelor fermentative din solul arabil*. Analele ICAR XIX, 1947: 3-17.
73. Pohrib C., Petrache M., 2011 – *Tehnologii moderne de cultură a legumelor timpurii în sere și solarii: tomate, ardei, castraveți*. Editura Printech, București.
74. Popescu V., 2006 – *Cultura legumelor în câmp și solarii*. Editura MAST, București.
75. Sanders D. C., 2001 – *Drip or Trickle Irrigation Systems: An Outline of Components*.
76. Săulescu N. A., Săulescu N.N., 1967 – *Câmpul de experiență*. Editura Agro-Silvică, București.

77. Schwankl L., 1992 – *Fertigation and Injection Systems*. University of California – Davis.
78. Schwankl L., 1992 – *Maintenance of Microirrigation Systems*. University of California-Davis.
79. Scripciu V., Babiciu P., 1979 – *Mașini agricole*. Editura Ceres, București.
80. Shock, C., 2003 – *Efficient Irrigation Scheduling, Malheur Experiment Station*, Oregon State University 595 Onion Avenue Ontario, OR 97914.
81. Stan N., 2010 – *Curs de legumicultură*. Iași.
82. Stan N., Munteanu N., Stoleru V., Stan T., Stoleru Carmen Maria, Păduraru E., 2006 – *Organic fertilizing effect on the sweet pepper crop in poly-tunnels, in NE area of Romania, during the conversion period*. Lucrări științifice vol.49, seria Horticultură, UȘAMV Iași, pg. 869-874.
83. Stoleru V., Munteanu N., Stoleru Carmen Maria, Rotaru Liliana., 2012 – *Cultivar selection and pest control techniques on organic white cabbage yield*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, Volume 40 (2), pg. 190-196.
84. Stoleru V., Munteanu N., V.M. Sellito, 2014 – *New approach of organic vegetable systems*. Editura ARACNE, Italia.
85. Suci Maria Sandu, 2010 – *Cercetări cu privire la stabilirea consumului de apă la cultura de soia, prin metode directe și indirecte, în condițiile zonei subumede a Transilvaniei*. Teză de doctorat, Cluj-Napoca.
86. Suci Z., Drăgănescu E., Vancea I., 1985 – *Cartea bunului gospodar*. Editura Facla, Timișoara.
87. Suditu P., 2003 – *Mașini pentru administrarea îngrășămintelor*. Editura Tehnopress, Iași.
88. Thaer A. D., 1844 – *The principles of agriculture. Vol. I*. Ridgway Piccadilly, London.
89. Toma Dr., Sin Gh., 1987 – *Calitatea lucrărilor agricole executate mecanizat pentru culturile de câmp*. Editura Ceres, București.
90. Toncea I., 2002 – *Ghid practic de agricultură ecologică/ Tehnologii ecologice de cultivare a terenurilor*. Editura Academicpres, București.
91. Țenu I., 2004 – *Echipamente pentru irigații*. Editura Cermi, Iași.
92. Țenu I., Corduneanu Oana, Roșca R., Stoleru V., Cârlescu P., Șovăială Gh., 2017 – *Tehnologii inovative de fertilizare și irigație în spații protejate în vederea reducerii gradului de poluare a solului*, ICEEM 09.
93. Vaillant V., 1901 – *Petit chemie de l'agriculteur*. Ed. F. Alcan: 26-27.
94. Vermeiren I. and Jobling, G.A., 1980 – *Localized irrigation: Design installation, operation, evaluation*. Irrigation and Drainage paper 36. FAO Rome.
95. Viliams V.R., 1947 – *Pedology. First edit.* 1927. Moskow.
96. Wuertz H., 2000 – *Subsurface Drip Irrigation: On-Farm Responses and Technical Advances*. Sundance Farms, Ariz.
97. *** American Society of Agricultural Engineers, 2003 – *Design and Installation of Micro irrigation Systems*. ASEA EP405.1 FEB03.

98. *** Cod de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole, 2007. Ediția a II- a revizuită. Editura Vox, București.
99. *** Dincă L., 2015 – Fertilitatea solului. Aspecte privind influența acestuia în productivitatea culturilor agricole. <https://www.stiriagricole.ro/fertilitatea-solului-aspecte-privind-influenta-acesteia-in-productivitatea-culturilor-agricole-24462.html>
- 100.*** Glenn Zollner, 2001 – Drip Irrigation: Is It for You. <http://extension.oregonstate.edu/wasco/sites/default/files/smallfarms/eatured-articles/irrigation/drip-irrigation-part-two.pdf>
100. *** Guide Pratique Irrigation, 1990 – Grupe France Agricole.
101. *** Irrigation System. Proc. Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, Fresno, Calif., pp. 119–125
102. *** Kafkafi, U., and Tarchitzky J., 2011 – *Fertigation A Tool for Efficient Fertilizer and Water Management*.
103. *** Moshe Sne, 2009 - *Micro irrigation technology and application Irrigation and Plant Nutrition Consultant*.
104. *** Șerban D., 2014 – *Solul. Tipuri de sol și caracteristici generale*.
105. *** Tehnologii de irigare în sere, solarii și pepiniere. NaanDainJain Irrigation.
106. *** Vătămanu V., 2011 – *Concepția științifică modernă despre fertilitatea solului*. Agrimedia.
<https://www.agrimedia.ro/articole/conceptia-stiintifica-moderna-despre-fertilitatea-solului>
107. *** Tomoiagă M. G., 2011 – *Cercetări asupra indicilor calitativi de lucru ai instalațiilor de irigare a culturilor în pepinierele forestiere*.
108. <http://agromash.by/en/catalog/topmachines-for-entering-mineral/apg-12>.
109. <http://agromash.by/en/catalog/topmachines-for-the-liquid/mgu-20>.
110. <http://test.jainirrigationinc.com/emission-devices/non-pc-emitters/mini-inline-ghn>
111. http://uniagroup.com/ug/vfs/downloads/folders/english%202014/unia_fertilization_eng.pdf.
112. http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/conducte_de_picurare/en.
113. http://www.agropataki.ro/produse/irigatii_pentru_agricultura/conducte_de_picurare/aqua-traxx/ro.
114. <http://www.jainsusa.com/wp-content/downloads/2015/Brochures/Ultraf.pdf>
115. <http://www.kvernelanditalia.it/Spandiconcimi/Spandiconcime-a-doppidisco/Spandiconcime-a-doppio-disco/Kverneland-Exacta-CL-EW>.
116. <http://www.magazialucostica.ro/fertilizator-subsolier-faza-model-ifs-250-500lt-30-80-cp.html>.
117. <http://www.naandanjain.ro/produs/valva-gpr>.
118. <http://www.naandanjain.ro/repository/pdf/produse/linii-de-picurare/catalog-produse-linii-de-picurare-naandanjain-date-tehnice-si-tehnologi.pdf>.
119. <http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/produse-accesorii-naandanjain-programatoare-irigare-profesional-galcon.pdf>.

120. <http://www.naandanjain.ro/sites/default/files/sere-sistem-irigare-control-climatic-naandanjain.pdf>.
121. <http://www.nzdl.org> - Soils, Crops and Fertilizer Use.
122. <http://www.omirritech.com/hydrocyclone-filter.html>.
123. <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/optimisation-water-use-agriculture/drip-irrigation>.
124. <http://www.toro.com/en-us/agriculture/drip-tape-dripline/driptape/Pages/Model.aspx?pid=Aqua-Traxx-FC>.
125. <http://www.utilul.ro/gradina/irigat-gradina/microaspersie-si-picuratori/microtub-pvc-5-mm--lungime-50-cm-30525050.html>.
126. <http://www.yamitf.com/english/Product.aspx?Product=132&Category=20&SubCategory=648>.
127. <https://www.scribd.com/doc/72076935/IRIGARE-PRIN-PICURARE#download>.
128. http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR573.pdf.

ANEXE ANNEXES

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1: Deficitul de apă din sol față de evapotranspirația potențială, calculată după formula Thornthwaite (mm)	39
Tabelul 1.2: Cerințele plantelor legumicole față de apă în diferite faze de vegetație (<i>Apahidean, 2004</i>)	40
Tabelul 2.1: Intervalele dintre udări în funcție de tipul de sol și zona climatică	63
Tabelul 2.2: Valorile debitelor la picurător în funcție de textura solului	65
Tabelul 4.1: Variantele experimentale pentru cultura de tomate și ardei	115
Tabelul 4.2: Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 30-10-30 (compoziție)	116
Tabelul 4.3: Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 15-10-30 (compoziție)	117
Tabelul 4.4: Compoziția chimică a îngrășământului Nutrispore® 12-48-8 (compoziție)	117
Tabelul 4.5: Caracteristicile benzilor de udare utilizate	122
Tabelul 5.1: Cantitatea de apă acumulată	139
Tabelul 5.2: Cantitatea de îngrășământ colectată la 100 m liniari/65 de rotații	140
Tabelul 5.3: Cantitatea de îngrășământ colectată la o rotație completă a roții motrice ...	141
Tabelul 5.4: Cantitatea de îngrășământ colectată la 100 m liniari/65 de rotații	142
Tabelul 5.5: Cantitatea de îngrășământ colectată la o rotație completă a roții motrice ...	143
Tabelul 6.1: Variantele experimentale pentru culturile de tomate și ardei	145
Tabelul 6.2: Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2015	146
Tabelul 6.3: Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2016	147
Tabelul 6.4: Dinamica înălțimii plantelor de tomate (cm) – 2017	148
Tabelul 6.5: Numărul de fructe pe plantă	149
Tabelul 6.6: Variabilitatea față de media numărului de fructe de tomate.....	149
Tabelul 6.7: Masa fructelor de tomate (g)	150
Tabelul 6.8: Variabilitatea față de media masei fructelor de tomate	150
Tabelul 6.9: Diametrul fructelor de tomate (mm)	151
Tabelul 6.10: Variabilitatea față de media diametrului fructelor de tomate	152
Tabelul 6.11: Lungimea fructelor de tomate (mm)	152
Tabelul 6.12: Variabilitatea față de media lungimii fructelor de tomate	153
Tabelul 6.13: Producția de tomate (t/ha) – 2015	153
Tabelul 6.14: Producția de tomate (t/ha) – 2016	154
Tabelul 6.15: Producția de tomate (t/ha) – 2017	154
Tabelul 6.16: Producția de tomate (t/ha), 2015 – 2017	154
Tabelul 6.17: Variabilitatea față de media producției de tomate	155
Tabelul 6.18: Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2015	156
Tabelul 6.19: Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2016	156
Tabelul 6.20: Dinamica înălțimii plantelor de ardei (cm) – 2017	157
Tabelul 6.21: Numărul de fructe pe o plantă	158

Tabelul 6.22: Variabilitatea față de media numărului de fructe de ardei pe plantă	159
Tabelul 6.23: Masa medie a fructelor de ardei (g)	160
Tabelul 6.24: Variabilitatea față de media masei fructelor de ardei	160
Tabelul 6.25: Diametrul fructelor de ardei (mm)	161
Tabelul 6.26: Variabilitatea față de media diametrului fructelor de ardei	162
Tabelul 6.27: Lungimea fructelor de ardei (mm)	162
Tabelul 6.28: Variabilitatea față de media lungimii fructelor de ardei	163
Tabelul 6.29: Producția de ardei (t/ha) – 2015	163
Tabelul 6.30: Producția de ardei (t/ha) – 2016	164
Tabelul 6.31: Producția de ardei (t/ha) – 2017	164
Tabelul 6.32: Producția medie (t/ha), 2015 – 2017	165
Tabelul 6.33: Variabilitatea față de media producției de ardei	165
Tabelul 6.34: Semnificația diferențelor	167
Tabelul 6.35: Cantitățile de îngrășământ pentru metoda gravitațională	167
Tabelul 6.36: Semnificația diferențelor	169
Tabelul 6.37: Cantitatea de îngrășămintă pentru metoda centrifugală	169
TABELE ANALIZA STATISTICĂ	196
Parametrii de calcul pentru linia 1	196
Parametrii de calcul pentru linia 3	196
Parametrii de calcul pentru linia 4	196
Parametrii de calcul pentru linia 5	197
Parametrii de calcul pentru linia 6	197
Parametrii de calcul pentru linia 8	197
Parametrii de calcul pentru linia 10	198
Parametrii de calcul pentru linia 2	198
Parametrii de calcul pentru linia 7	198
Parametrii de calcul pentru linia 9	199

LISTA FIGURILOR

Figura 2.1: Fertilizator subsolier <i>Faza</i> model IFS, 250-500L, 30-80 CP	56
Figura 2.2: Mașina de distribuit îngrășăminte solide EXACTA CLEW 1100	57
Figura 2.3: Schema modului de acoperire dat de sistemul CentreFlow prin suprapunere dublă	58
Figura 2.4: Echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice lichide APG-12	59
Figura 2.5: Cisterna pentru suspensii MGU-20	59
Figura 2.6: Agregatul AJU-12 pentru aplicarea suspensiilor în sol	60
Figura 2.7: Mașină de împrăștiat îngrășăminte organice solide Unia Apollo	60
Figura 2.8: Sistemul de distribuție a apei	66
Figura 2.9: Tipuri de furtunuri de udare	67
Figura 2.10: Magistrala situată pe mijlocul solei	68
Figura 2.11: Magistrala situată la capătul solei	68
Figura 2.12: Pat înălțat cu linie de udare	69
Figura 2.13: Pregătirea liniei de udare	70
Figura 2.14: Stratificarea	71
Figura 2.15: Irigarea în jgheaburi	71
Figura 2.16: Irigarea în substrat	71
Figura 2.17: Saci de cultură cu linie de picurare integrată	72
Figura 2.18: Instalație pentru irigarea prin picurare	73
Figura 2.19: Hidrociclon OM	74
Figura 2.20: Filtre cu elemente filtrante cu sită inox+ventil curățare sau cu discuri	75
Figura 2.21: Valva GPR cu acționare electrică NaanDanJain	75
Figura 2.22: Hidrometrul Ultraf	76
Figura 2.23: Programator de irigare Galcon	76
Figura 2.24: Modele speciale ale liniei de picurare NaanDanJain Irrigation	78
Figura 2.25: Prezentarea conceptului de Labirint Cascadă	78
Figura 2.26: Linie de picurare cu presiune compensată (PC) și antisifon (PC AS)	79
Figura 2.27: Picurător cilindric de 16 mm	80
Figura 2.28: J-Turbo Line, 12 mm	80
Figura 2.29: Picurătoare cu pereți de grosime mică/medie	81
Figura 2.30: Linia de picurare tip bandă Chapin	81
Figura 2.31: Aqua-Traxx cu avantaj PBX	82
Figura 2.32: Bandă de picurare T-TAPE	83
Figura 2.33: Picurătoare tip buton cu presiune compensată (PC) și compensare antiscurgere (CNL) Click Tif	83
Figura 2.34: Picurător tip buton cu presiune compensată (PC) J-SC-PC-Plus	84
Figura 2.35: Picurător intermediar tip buton pentru instalare tip buclă Mini in Line	84

Figura 2.36: Picurător reglabil tip buton Vari Flow	85
Figura 2.37: Microtub spaghetti	85
Figura 2.38: Tije de ghidaj Click Tif	85
Figura 2.39: Dispozitive speciale pentru perforarea și introducerea picurătorilor	86
Figura 2.40: Conducta de irigare Aqua-Traxx 6 mil, 30 cm	87
Figura 2.41: Tanc fertilizator	88
Figura 2.42: Cap de control cu injector Venturi	89
Figura 2.43: Dozator îngrășământ Venturi Alfa	90
Figura 2.44: Injector Mazzei	90
Figura 2.45: Instalare injector Mazzei	91
Figura 2.46: Pompe hidraulice	91
Figura 2.47: Cameră de amestecare (mixer)	92
Figura 2.48: Pompă dozatoare	92
Figura 2.49: Tipuri de pompe - pompe centrifugale	93
Figura 2.50: Pompă dozatoare cu acționare hidraulică	93
Figura 2.51: Pompe dozatoare cu motor Hydro2/ Hydro3	93
Figura 2.52: Pompa dozatoare cu membrană și acționare cu electromagnet	94
Figura 2.53: Controlor fertirigare Hanna	96
Figura 2.54: Sistem integrat FERTIJET (Bypass System)	96
Figura 4.1: Sectorul Legumicol al Fermei "Vasile Adamachi"	102
Figura 4.2: Sectorul Pomicol al Fermei "Vasile Adamachi"	102
Figura 4.3: Solar tunel de tip semicircular (<i>poză originală</i>)	110
Figura 4.4: Schema instalației de irigare prin picurare și fertirigare	111
Figura 4.5: Rezervorul fertilizator (<i>poză originală</i>)	111
Figura 4.6: Filtrul TORO	112
Figura 4.7: Conducta principală de distribuire a apei	112
Figura 4.8: Conducta secundară de distribuire a apei (<i>poză originală</i>)	113
Figura 4.9: Linia de udare	113
Figura 4.10: Sistemul automat de programare a udării (<i>poză originală</i>)	114
Figura 4.11: Apometru (<i>poză originală</i>)	114
Figura 4.12: Cântar electronic KERN	114
Figura 4.13: Șubler electronic Proma (<i>poză originală</i>)	115
Figura 4.14: Îngrășământul solubil Nutrispore.....	116
Figura 4.15: Sistemul de fertirigare (<i>poză originală</i>).....	118
Figura 4.16: Măsurători biometrice (<i>poză originală</i>)	119
Figura 4.17: Fructe luate în studiu (<i>poză originală</i>)	119
Figura 4.18: Determinarea masei fructelor la ardei și tomate (<i>poză originală</i>)	120
Figura 4.19: Recoltă de ardei și tomate (<i>poză originală</i>)	120
Figura 4.20: Prelevarea probelor de sol pentru determinarea umidității (<i>poză originală</i>)	120
Figura 4.21: Cântărirea probelor de sol (<i>poză originală</i>)	121
Figura 4.22: Standul experimental (<i>poză originală</i>).....	122
Figura 4.23: Materialele folosite la determinarea debitului de apă (<i>poză originală</i>)	123
Figura 4.24: Echipament de creare a presiunii apei (<i>poză originală</i>)	123
Figura 4.25: Înregistrarea cantității de apă	124
Figura 4.26: Vedere a echipamentului de împrăștiere a îngrășămintelor (<i>poză originală</i>)	125

Figura 4.27: Schema de transmisie a unității de dozare	125
Figura 4.28: Motocultor Valpadana Blitz 120 Rev	126
Figura 4.29: Pregătirea terenului (<i>poză originală</i>)	127
Figura 4.30: Ramă metrică (<i>poză originală</i>)	128
Figura 4.31: Analiza imaginii folosind ImageJ (<i>poză originală</i>)	128
Figura 4.32: Clasele de dimensiuni ale îngrășământului granulat	129
Figura 4.33: Analiza imaginii folosind ImageJ	130
Figura 4.34: Clasele de dimensiuni ale îngrășământului granulat	130
Figura 5.1: Standul experimental pentru testarea diferitelor benzi de picurare	137
Figura 5.2: Schema de transmitere a mișcării la unitatea de dozare	142
Figura 5.3: Cantitatea medie de îngrășământ colectată (kg) la 100 m liniari/65 de rotații ale roții motoare	143
Figura 6.1: Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2015	146
Figura 6.2: Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2016	147
Figura 6.3: Graficul dinamicii înălțimii plantelor de tomate pentru două determinări, 2017	148
Figura 6.4: Mediile multianuale ale numărului de fructe de tomate, 2015-2017	149
Figura 6.5: Mediile multianuale ale masei fructelor de tomate, 2015-2017	150
Figura 6.6: Mediile multianuale ale diametrului fructelor de tomate, 2015-2017	151
Figura 6.7: Mediile multianuale ale lungimii fructelor de tomate, 2015-2017	153
Figura 6.8: Mediile multianuale ale producției de tomate, 2015-2017	155
Figura 6.9: Graficul dinamicii înălțimii plantelor cu ardei pentru două determinări, 2015	156
Figura 6.10: Graficul dinamicii înălțimii plantelor de ardei pentru două determinări, 2016	157
Figura 6.11: Graficul dinamicii înălțimii plantelor de ardei pentru două determinări, 2017	158
Figura 6.12: Mediile multianuale ale numărului de fructe de ardei pe o plantă, 2015-2017	159
Figura 6.13: Mediile multianuale ale masei fructelor de ardei, 2015-2017	160
Figura 6.14: Mediile multianuale ale diametrului fructelor de ardei, 2015-2017	161
Figura 6.15: Mediile multianuale ale lungimii fructelor de ardei, 2015-2017	163
Figura 6.16: Mediile multianuale ale producției de ardei, 2015-2017	165
Figura 6.17: Distribuția mărimii granulelor pentru metoda gravitațională (valori medii)	166
Figura 6.18: Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_1 = 800$ rot/min)	168
Figura 6.19: Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_1 = 1000$ rot/min)	168
Figura 6.20: Distribuția mărimii granulelor pentru metoda centrifugală ($n_1 = 1250$ rot/min)	168

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE

1. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, V.STOLERU, R.ROȘCA, Gh.ȘOVĂIALĂ, Gabriela MATACHE – *Cercetări privind fertilizarea prin picurare a unei culturi de ardei în solar*, Lucrări Științifice Seria Horticultură, vol. 58(1) / 2015, U.S.A.M.V. IAȘI.
2. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, V.STOLERU, R.ROȘCA, Gh.ȘOVĂIALĂ – *Cercetări privind fertilizarea și irigarea prin picurare a unei culturi de tomate în solar*, Lucrări Științifice Seria Horticultură, vol. 58(2) / 2015, U.S.A.M.V. IAȘI.
3. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, V.STOLERU, G.TELIBAN – *Contribuții la îmbunătățirea regimului de fertilizare la o cultură de ardei gras*, Lucrări Științifice Seria Horticultură 59 (2) / 2016, USAMV IAȘI.
4. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, P.CÂRLESCU, Gh.ȘOVĂIALĂ – *Cercetări privind influența presiunii asupra debitului de picurare pentru diferite modele constructive de bandă de udare prin picurare*, Lucrări Științifice Seria Agronomie 59(2)_76 / 2016, USAMV IAȘI.
5. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, P.CÂRLESCU, Andreea DIACONU, V.ARSENOAIA – *Cercetări privind influența fertilizării prin picurare asupra producției de ardei și tomate în solar*, Proceedings of 2016 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX ISSN 1454 – 8003.
6. **Oana CORDUNEANU**, I.ȚENU, P.CÂRLESCU, V.ARSENOAIA – *Cercetări privind proiectarea și realizarea unei mașini pentru fertilizat în sere și solarii în agregat cu un motocultor*, Lucrări Științifice - vol. 60(2)_227 /2017, seria Agronomie.
7. I.ȚENU, **Oana CORDUNEANU**, R.ROȘCA, V.STOLERU, P.CÂRLESCU, Gh. ȘOVĂIALĂ – *Tehnologii inovative de fertilizare și irigație în spații protejate în vederea reducerii gradului de poluare a solului*, ICEEM 09.

TABELE ANALIZA STATISTICĂ

Parametrii de lucru pentru liniile de udare cu picurător sub formă de fantă

Parametrii de calcul pentru linia 1

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviația standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	5.125	0.661	7.87	strict reprezentativă
0.5	7.868	0.711	3.20	strict reprezentativă
0.75	10.581	0.397	1.53	strict reprezentativă
1	11.190	0.299	2.64	strict reprezentativă
1.25	12.705	0.209	0.49	strict reprezentativă
1.5	13.329	0.396	2.15	strict reprezentativă
1.75	13.742	1.178	0.94	strict reprezentativă
2	15.209	0.496	3.09	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 3

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviația standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	5.125	0.661	12.90	strict reprezentativă
0.5	7.868	0.711	9.04	strict reprezentativă
0.75	10.581	0.397	3.75	strict reprezentativă
1	11.190	0.299	2.67	strict reprezentativă
1.25	12.705	0.209	1.65	strict reprezentativă
1.5	13.329	0.396	2.97	strict reprezentativă
1.75	13.742	1.178	8.57	strict reprezentativă
2	15.209	0.496	3.26	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 4

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviația standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	7.020	0.386	5.50	strict reprezentativă
0.5	10.245	0.057	0.56	strict reprezentativă
0.75	11.856	0.125	1.05	strict reprezentativă
1	14.413	0.451	3.13	strict reprezentativă
1.25	16.131	0.172	1.07	strict reprezentativă
1.5	17.600	0.699	3.97	strict reprezentativă
1.75	18.275	0.176	0.96	strict reprezentativă
2	-	-	-	-

Parametrii de calcul pentru linia 5

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	5.271	1.211	22.97	moderat reprezentativă
0.5	9.401	0.474	5.04	strict reprezentativă
0.75	10.523	0.626	5.95	strict reprezentativă
1	12.253	0.567	4.63	strict reprezentativă
1.25	14.232	0.365	2.56	strict reprezentativă
1.5	15.271	0.673	4.41	strict reprezentativă
1.75	16.671	0.228	1.37	strict reprezentativă
2	17.218	0.735	4.27	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 6

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	5.174	0.304	5.88	strict reprezentativă
0.5	8.108	0.438	5.40	strict reprezentativă
0.75	8.719	0.148	1.70	strict reprezentativă
1	9.738	0.384	3.94	strict reprezentativă
1.25	10.979	0.251	2.29	strict reprezentativă
1.5	11.827	0.11	0.93	strict reprezentativă
1.75	12.342	0.451	3.65	strict reprezentativă
2	13.404	0.371	2.77	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 8

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	3.105	0.149	4.80	strict reprezentativă
0.5	4.308	0.716	16.62	strict reprezentativă
0.75	5.993	0.158	2.64	strict reprezentativă
1	7.225	0.255	3.53	strict reprezentativă
1.25	8.326	0.242	2.91	strict reprezentativă
1.5	9.295	0.248	2.67	strict reprezentativă
1.75	9.897	0.523	5.28	strict reprezentativă
2	10.615	0.612	5.77	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 10

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	1.709	0.131	7.67	strict reprezentativă
0.5	2.698	0.095	3.52	strict reprezentativă
0.75	3.393	0.100	2.95	strict reprezentativă
1	4.049	0.072	1.78	strict reprezentativă
1.25	4.771	0.328	6.88	strict reprezentativă
1.5	5.393	0.108	2.00	strict reprezentativă
1.75	5.809	0.066	1.14	strict reprezentativă
2	6.078	0.188	3.09	strict reprezentativă

Parametrii de lucru pentru liniile de udare cu picurător sub formă de pastilă

Parametrii de calcul pentru linia 2

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	2.719	0.148	5.44	strict reprezentativă
0.5	4.168	0.103	2.47	strict reprezentativă
0.75	5.086	0.115	2.26	strict reprezentativă
1	6.184	0.209	3.38	strict reprezentativă
1.25	7.253	0.147	2.03	strict reprezentativă
1.5	7.866	0.272	3.46	strict reprezentativă
1.75	-	-	-	-
2	-	-	-	-

Parametrii de calcul pentru linia 7

Presiune (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	4.431	0.473	10.68	strict reprezentativă
0.5	6.594	0.538	8.16	strict reprezentativă
0.75	8.229	0.161	1.96	strict reprezentativă
1	9.601	0.32	3.33	strict reprezentativă
1.25	10.329	1.306	12.64	strict reprezentativă
1.5	12.162	0.216	1.78	strict reprezentativă
1.75	13.071	0.334	2.56	strict reprezentativă
2	13.034	1.955	15.00	strict reprezentativă

Parametrii de calcul pentru linia 9

Presiunea (MPa)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$ (L/h)	σ deviatia standard	Coeeficientul de variație (%)	Semnificația reprezentativității mediei
0.25	2.483	0.177	7.13	strict reprezentativă
0.5	3.945	0.311	7.88	strict reprezentativă
0.75	4.528	0.123	2.72	strict reprezentativă
1	5.462	0.42	7.69	strict reprezentativă
1.25	6.518	0.087	1.33	strict reprezentativă
1.5	7.607	0.782	10.28	strict reprezentativă
1.75	-	-	-	-
2	-	-	-	-