

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

DOCTORAND
Ing. Gelu NUȚU

TEZĂ DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT
Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU
Membru titular ASAS București

IAȘI, 2020

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

PhD STUDENT
Eng. Gelu NUȚU

DOCTORAL THESIS

PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. Ioan ȚENU
Full member ASAS Bucharest

IAȘI, 2020

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

DOCTORAND
Ing. Gelu NUȚU

TEZĂ DE DOCTORAT
CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE LUCRU PENTRU
TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR
AGRICOLE LA MOMENTUL RECOLTĂRII

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT
Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU
Membru titular ASAS București

IAȘI, 2020

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

PhD STUDENT
Eng. Gelu NUȚU

DOCTORAL THESIS
RESEARCH ON OPTIMIZATION
WORKING PROCESS FOR
CUTTING OF AGRICULTURAL PLANTS AT
THE TIME OF RECOVERY

PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. Ioan ȚENU
Full member ASAS Bucharest

IAȘI, 2020

CUPRINS

Introducere	11
Rezumat	15
PARTEA I. STUDIUL CUNOAȘTERII	28
Capitolul I. NOȚIUNI GENERALE PRIVIND TEHNOLOGIILE DE RECOLTARE MECANIZATĂ A UNOR CULTURI AGRICOLE ..	29
1.1. Caracteristici generale, scurt istoric și perspective ale combinelor de recoltat cereale și plante tehnice	29
1.2. Tehnologii de recoltare mecanizată a culturilor agricole de cereale și plante tehnice	34
1.2.1. Caracteristici generale ale culturilor de cereale păioase și plante tehnice ...	34
1.2.2. Caracteristici generale ale culturii de rapiță	35
1.2.2.1. Tehnologii de recoltare mecanizată a culturii de rapiță	36
1.2.3. Caracteristici generale ale culturii de floarea-soarelui	38
1.2.4. Caracteristici generale ale culturii de soia	39
1.2.4.1. Recoltarea culturii de soia și păstrarea recoltei	41
1.3. Concluzii parțiale	42
Capitolul II. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND APARATELE PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE LA MOMENTUL RECOLTĂRII	44
2.1. Aspecte generale privind tehnologia de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării.....	44
2.2. Clasificarea aparatelor pentru tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	45
2.3. Construcția aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole	46
2.3.1. Construcția aparatului de tăiere cu degete	46
2.3.2. Construcția aparatului de tăiere cu plăci contratăietoare	49
2.3.3. Construcția aparatului de tăiere cu două cuțite	50
2.3.3.1. Aparare de tăiere cu plăci de ghidare	50
2.3.3.2. Aparare de tăiere cu brațe oscilante	51
2.3.4. Construcția și funcționarea aparatului de tăiere prin inerție	52
2.3.4.1. Aparatul de tăiere cu tambur	53
2.3.4.2. Aparatul de tăiere cu discuri	53
2.4. Concluzii parțiale	54
Capitolul III. BAZELE TEORETICE PRIVIND PROCESUL DE LUCRU AL APARATELOR PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE	56
3.1. Teoria procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole	56

3.1.1. Tăierea cu alunecare a tulpinilor plantelor agricole	59
3.2. Procesul de lucru al aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	60
3.3. Dinamica aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	63
3.3.1. Analiza dinamică a procesului de tăiere prin forfecare a tulpinilor plantelor agricole	64
3.3.1.1. Aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tip bielă-manivelă	65
3.3.1.2. Determinarea vitezei începutului și sfârșitul tăierii care are mecanismul de acționare de tip bielă-manivelă	65
3.3.1.3. Efectuarea traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe cuțitul aparaturii de tăiere, care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă	66
3.3.1.4. Trasarea deplasării părții active a lamei-cuțitului și a diagramei înălțimii miriștii	67
3.3.1.5. Tăierea tulpinilor plantelor agricole efectuată înclinat față de poziția verticală	70
3.4. Tăierea dinamică prin inerție a tulpinilor plantelor agricole	71
3.5. Concluzii parțiale	73
PARTEA A II-A. CONTRIBUȚII PROPRII	76
Capitolul IV. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT	77
4.1. Scopul tezei de doctorat	77
4.2. Obiectivele tezei de doctorat	77
Capitolul V. MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE	79
5.1. Descrierea cadrului general unde s-au efectuat cercetările experimentale	79
5.2. Proiectarea și realizarea standului de laborator destinat optimizării procesului de lucru, pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	80
5.2.1. Calibrarea traductorului de forță și a traductorului de deplasare	90
5.2.2. Măsurarea umidității tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării ...	90
5.2.3. Metoda de cercetare privind modul de operare și prelevarea datelor experimentale	92
5.3. Metoda de organizare a cercetării privind rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării pentru culturile de cereale	98
5.4. Metoda de organizare a cercetării privind rezistența pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, de la culturile de plante tehnice	99
5.5. Metoda de cercetare privind determinarea suprafeței secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării de la culturile de cereale și plante tehnice	99
5.6. Metoda de cercetare privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	100
5.6.1. Metoda de cercetare privind determinarea masei lamelor-cuțitelor noi, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	101
5.6.2. Metoda de cercetare privind determinarea suprafeței lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	101

5.6.3. Metoda de cercetare privind determinarea rugozității lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	103
5.6.4. Metoda de cercetare privind determinarea durității lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	107
5.7. Concluzii parțiale	110

**Capitolul VI. REZULTATE EXPERIMENTALE PRIVIND REZISTENȚA LA
TĂIERE A TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE DE LA
CULTURILE DE CEREALE ȘI PLANTE TEHNICE**

6.1. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea statică și dinamică a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice	113
6.1.1. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea statică a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice	113
6.1.2. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea dinamică a tulpinilor, de la cultura de floarea-soarelui	121
6.2. Rezultate experimentale privind determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice	123
6.3. Rezultate experimentale privind energia specifică la tăierea statică și dinamică a tulpinilor de la diferite culturi agricole la momentul recoltării.....	127
6.3.1. Rezultate experimentale privind energia specifică la tăierea statică a tulpinilor de la diferite culturi agricole la momentul recoltării	128
6.3.2. Rezultate experimentale privind energia specifică pentru tăierea dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui la momentul recoltării	129
6.4. Rezultate experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării	130
6.4.1. Rezultate experimentale privind determinarea masei lamelor-cuțit din cauza uzurii de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	130
6.4.2. Rezultate experimentale privind determinarea suprafeței lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	131
6.4.3. Rezultate experimentale privind determinarea rugozității lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	132
6.4.4. Rezultate experimentale privind determinarea durității lamelor-cuțit, din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	135
6.4.5. Rezultate experimentale privind variația parametrilor lamelor-cuțit după 100 ore de funcționare	137
6.5. Concluzii parțiale.....	138

**Capitolul VII. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE LUCRU AL APARATELOR FOLOSITE
PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE..**

7.1. Interpretarea datelor experimentale pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	145
7.1.1. Analiza statistică a datelor	145

7.1.2. Materialul și metoda utilizată pentru efectuarea analizei statistice	146
7.1.3. Rezultatele interpretării pentru cultura de grâu	147
7.1.4. Rezultatele interpretării pentru cultura de floarea-soarelui	150
7.2. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole	153
7.2.1. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor de grâu	153
7.2.2. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor de floarea-soarelui	154
7.3. Concluzii parțiale	155
Capitolul VIII. CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	157
8.1. Concluzii	157
8.1.1. Concluzii cu privire la oportunitatea temei	157
8.1.2. Concluzii cu privire la fundamentarea teoretică a procesului de tăiere a tulpinilor vegetale	157
8.1.3. Concluzii cu privire la cercetările experimentale efectuate pentru optimizarea procesului de lucru, a tăierii tulpinilor de la diferite culturi agricole	158
8.1.4. Concluzii cu privire la caracterul original al lucrării	159
8.2. Recomandări cu privire la căile ulterioare de dezvoltare a cercetării	160
Bibliografie	165
ANEXE	172
Anexa 1. Lista tabelor	173
Anexa 2. Lista figurilor	175
Anexa 3. Lista lucrărilor științifice	179

CONTENTS

Introduction	11
Abstract	15
FIRST PART. STAGE OF KNOWLEDGE	28
Chapter I. GENERAL NOTIONS REGARDING HARVESTING TECHNOLOGIES OF AGRICULTURAL PLANT STALKS	29
1.1. General characteristics, brief history and perspectives of harvesting machines for cereals and technical plants	29
1.2. Mechanized harvesting technologies for agricultural crops of cereals and technical plants	34
1.2.1. General characteristics of cereals and technical plants crops	34
1.2.2. General characteristics of rapeseed crops	35
1.2.2.1. Mechanized harvesting technologies for rapeseed crops	36
1.2.3. General characteristics of sun-flower crops.....	38
1.2.4. General characteristics of soybean crops	39
1.2.4.1. Harvesting of soybean crops and its preservation	41
1.3. Partial conclusions	42
Chapter II. THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE REGARDING DEVICES FOR CUTTING AGRICULTURAL PLANT STALKS AT HARVEST TIME.....	44
2.1. General aspects regarding cutting technology of agricultural plants stalks at harvest time	44
2.2. Classification of cutting devices of agricultural plants stalks at harvest time	44
2.3. Construction of cutting devices for agricultural plants stalks	46
2.3.1. Construction of cutting device with fingers	46
2.3.2. Construction of cutting device with counter-cutting plates	46
2.3.3. Construction of cutting device with two knives	50
2.3.3.1. Cutting devices with guiding plates	50
2.3.3.2. Cutting devices with oscillated arms	51
2.3.4. Construction and function of cutting device by inertia.....	52
2.3.4.1. Cutting device with drum	53
2.3.4.2. Cutting device with discs	53
2.4. Partial conclusions	54
Chapter III. THEORETICAL BASIS REGARDING WORKING PROCESS OF DEVICES FOR CUTTING AGRICULTURAL PLANTS STALKS AT HARVEST TIME	56
3.1. Cutting process theory of agricultural plants stalks	56

3.1.1. Sliding cutting of agricultural plants stalks by sliding	59
3.2. Working process of cutting devices for agricultural plants stalks	60
3.3. Dynamics of devices for cutting of agricultural plants stalks	63
3.3.1. Dynamic analysis of cutting process by shearing of agricultural plants stalks	64
3.3.1.1. Cutting device with connecting rod-crank type driven mechanism	65
3.3.1.2. Determination of cutting starting and ending velocity at a connecting rod-crank type driven mechanism	65
3.3.1.3. Absolute movement trajectory of points from cutting device knife, at a connecting rod-crank type driven mechanism	66
3.3.1.4. Movement design of active part of blade-knife and diagram of stubble height	67
3.3.1.5. Cutting of agricultural plants stalks effectuated inclined face to vertical position	70
3.4. Inertial dynamic cutting of agricultural plants stalks	71
3.5. Partial conclusions	73
SECOND PART. OWN CONTRIBUTIONS	76
<i>Chapter IV. THE PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE PhD THESIS</i>	<i>77</i>
4.1. Aim of PhD thesis	77
4.2. Objectives of PhD thesis	77
<i>Chapter V. MATERIAL AND RESEARCH METHOD</i>	<i>79</i>
5.1. Description of general framework where research were carried out	79
5.2. Design and realisation of laboratory stand for optimization of working process, for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	80
5.2.1. Calibration of force transducer and displacement transducer	90
5.2.2. Measuring of agricultural plants stalks moisture at harvest time	90
5.2.3. Research method regarding operation way and gathering of experimental data.....	92
5.3. Experimental design regarding cutting resistance of agricultural plants stalks at harvest time for cereals crops	98
5.4. Experimental design regarding cutting resistance of agricultural plants stalks at harvest time for technical plants crops	99
5.5. Research method regarding determination of cutting area of agricultural plants stalks at harvest time for cereals and technical plants crops	99
5.6. Research method regarding wearing resistance of devices used for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	100
5.6.1. Research method regarding mass determination of new knife blades, from the devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	101
5.6.2. Research method regarding area determination of new knife blades from the devices utilized for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	101
5.6.3. Research method regarding roughness determination of knife blades from the devices utilized for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	103

5.6.4. Research method regarding hardness determination of knife blades from the devices utilized for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	107
5.7. Partial conclusions.....	110

Chapter VI. EXPERIMENTAL RESULTS REGARDING RESISTANCE TO CUTTING OF AGRICULTURAL PLANTS STALKS FROM CEREALS AND TECHNICAL PLANTS CROPS 113

6.1. Experimental results regarding resistance at static and dynamic cutting of agricultural plants stalks from cereals and technical plants crops	113
6.1.1. Experimental results regarding resistance to static cutting of agricultural plants stalks from cereals and technical plants crops	113
6.1.2. Experimental results regarding resistance to dynamic cutting of stalks from sunflower crops.....	121
6.2. Experimental results regarding determination of cutting area of agricultural plants stalks from cereals and technical plants	123
6.3. Experimental results regarding specific energy at static and dynamic cutting of stalks from different agricultural crops at harvest time	127
6.3.1. Experimental results regarding specific energy at static cutting of stalks from different agricultural crops at harvest time	128
6.3.2. Experimental results regarding specific energy at dynamic cutting of sunflower stalks at harvest time	129
6.4. Experimental results regarding resistance to wearing of the devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	130
6.4.1. Experimental results regarding mass determination of knife blades due to wearing, at devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	130
6.4.2. Experimental results regarding area determination of knife blades due to wear, at devices utilised for cutting of agricultural plants stalks, at harvest time	131
6.4.3. Experimental results regarding roughness determination of knife blades due to wearing, at devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	132
6.4.4. Experimental results regarding hardness determination of knife blades due to wearing, at devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time	135
6.4.5. Experimental results regarding variation of knife blades parameters after 100 working hours	137
6.5. Partial conclusions.....	139

Chapter VII. EXPERIMENTAL RESERACH REGARDING OPTIMIZATION OF WORKING PROCESS OF THE DEVICES USED FOR CUTTING OF AGRICULTURAL PLANTS STALKS 145

7.1. Interpretation of experimental data for cutting of agricultural plants stalks	145
7.1.1. Analysis of statistical data	145
7.1.2. Material and method utilised for statistical analysis	146
7.1.3 Interpretation of the results for wheat crop	147
7.1.4. Interpretation of the results for sun-flower crop	150

7.2. Optimization of working process at cutting of agricultural plants stalks	153
7.2.1. Optimization of working process for cutting of wheat stalks	153
7.2.2. Optimization of working process for cutting of sun-flower stalks.....	154
7.3. Partial conclusions.....	155
Chapter VIII. GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	157
8.1. General	157
8.1.1. Conclusions regarding theme timeliness	157
8.1.2. Conclusions regarding theoretical basis of cutting process for vegetal stalks	157
8.1.3. Conclusions regarding experimental research effectuated for optimization of working process, for cutting of stalks from different agricultural crops	158
8.1.4. Conclusions regarding the novelty character of the paper	159
8.2. Recommendations regarding the further ways for research development	160
References	165
ANNEXES	172
<i>Annex 1.</i> List of tables	173
<i>Annex 2.</i> List of figures	175
<i>Annex 3.</i> List of scientific papers	179

INTRODUCERE

Recoltarea este operațiunea finală din complexul de lucrări al tehnologiilor specifice culturilor agricole, prin care se strâng de pe teren produsele obținute în procesul de producție agricolă. Acestea trebuie strânse la timp, fără pierderi și cu cheltuieli minime.

Recoltarea diferă de la o plantă la alta. Astfel, pentru cultura grâului, momentul optim de recoltare este la maturitatea deplină, atunci când boabele au 14-15% umiditate. În acest stadiu mașinile de recoltat lucrează fără pierderi și boabele se pot păstra în condiții bune, fără a fi necesare operațiuni speciale de uscare. De multe ori, pentru evitarea întârzierii, când suprafața cultivată cu grâu este mare, recoltarea se începe la umidități de 16-17%.

Acțiunea de recoltare, culegere și strângere a roadelor pământului are un istoric bogat în fapte. Recoltarea plantelor agricole a început odată cu practicarea agriculturii și este una dintre activitățile de bază din acest domeniu.

Pentru a crește eficiența și productivitatea muncii privind optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, pentru a-și ușura munca, omul a creat o diversitate de tehnici de lucru și mijloace de muncă, de la cele mai simple dispozitive până la cele mai complexe combine autopropulsate de recoltat. Când se spune despre o combină autopropulsată modernă că este o *uzină pe roți*, nu se face nici o exagerare.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării.

Mulțumiri alese aduc membrilor comisiei de doctorat pentru onoarea pe care mi-au acordat-o, acceptând participarea în comisie.

Exprim mulțumiri distinșilor referenți din componența comisiei: Conf. univ. dr. **Denis ȚOPA**, Prof. univ. dr.ing. **Dănuță COZMA**, Prof.univ.dr.ing. **Vasile CRĂCIUN**, Prof. univ.dr. ing. **Victor VÂLCU**.

În mod deosebit, și cu deosebită recunoștință, mulțumesc conducătorului științific, Prof. univ. dr. ing. **Ioan ȚENU**, Membru titular ASAS București, pentru profesionalismul științific, îndrumarea de o mare competență profesională pe care mi-a acordat-o pe întreaga perioadă a studiilor doctorale, și nu în ultimul rând pentru încrederea acordată.

De asemenea, mulțumesc membrilor comisiei de îndrumare formată din Prof. univ. dr. **Petru COJOCARIU**, Prof. univ. dr. ing. **Radu-Gheorghe ROȘCA**, Prof. univ. dr. ing. **Victor VÂLCU** și Conf. univ. dr. ing. **Petru-Marian CÂRLESCU** pentru sprijinul și încurajările făcute pe parcursul elaborării tezei de doctorat, pentru sugestiile, recomandările oferite, observațiile pertinente, pentru soluțiile găsite la problemele apărute prin consilierea de un înalt nivel științific.

Aduc mulțumirile mele conducerii Universității de Științe Agricole și Medicină

Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” din Iași, conducerii Facultății de Agricultură, Departamentului de Pedotehnică, disciplinei de Mecanizare a agriculturii, pentru sprijinul acordat prin accesul la sursele de informare și documentare ale universității, cât și de la alte universități din țară și străinătate.

Mulțumesc cu această ocazie personalului didactic și nedidactic din cadrul disciplinei de Mecanizare a agriculturii pentru sprijinul constant acordat pe perioada desfășurării studiilor doctorale.

Doresc să adresez mulțumiri d-lor: Șef lucr. dr. ing. **Ion ANTONESCU** de la Facultatea de Construcții și Instalații din cadrul Universității Tehnice “Gh. Asachi” din Iași, Conf. univ. dr. ing. **Ion BĂISAN** de la Facultatea de Mecanică a Universității Tehnice “Gh. Asachi” din Iași.

Mulțumesc mult d-lui Ing. **Costică BALĂU** pentru sfaturile, consultările profesionale prețioase și a schimbului de idei, în repetate rânduri.

De asemenea, mulțumesc foarte mult d-lui Ing. **Iulian MIHĂILĂ** pentru efortul și bunăvoința de care a dat dovadă, pentru ajutorul acordat la elaborarea acestei lucrări.

Dedic această lucrare fiicei mele **Mădălina-Ana NUȚU** în care am avut un sprijin permanent și susținut pentru efectuarea încercărilor pe bancul de laborator și la captarea datelor cu ajutorul calculatorului.

În sfârșit, dar nu în ultimul rând, mulțumesc tuturor prietenilor pe care nu i-am menționat, dar pe care i-am simțit alături, pentru încurajarea și încrederea pe care mi-au arătat-o, familiei mele pentru răbdarea, înțelegerea, suportul și ajutorul acordat.

INTRODUCTION

Harvesting is the final operation in the complex of works of technologies specific to agricultural crops, through which the products obtained in the agricultural production process are collected from the field. They must be collected on time, without loss and with minimal expense.

Harvesting differs from one plant to another. Thus for wheat crop, the optimal time of harvest is at full maturity, when the grains have 14-15% moisture. At this stage harvesting machines work without losses and the grains can be kept in good condition, without the need for special drying operations. Often, to avoid delays, when the area cultivated with wheat is large, harvesting begins at 16-17% moisture.

The action of harvesting, gathering and picking of the earth fruits has a rich history of facts. Harvesting of agricultural plants began with the practice of agriculture and is one of the basic activities in this field.

In order to increase working efficiency and productivity regarding optimizing the work process for cutting the stalks of agricultural plants, to facilitate his work, man has created a variety of working techniques and means, from the simplest devices to the most complex self-propelled harvesters. When it is said of a modern self-propelled combine that it is a *wheeled factory*, no exaggeration is made.

The aim of the doctoral thesis is to streamline the optimization of working process for cutting the agricultural plants stalks at harvest time.

I would like to express my gratitude to the members of the doctoral committee for the honour they have given me, accepting the participation in the committee.

I would like to thank the distinguished members of the committee: Assoc. Conf. dr. eng. **Denis ȚOPA**, Prof. univ. dr. eng. **Dănuță COZMA**, Prof. univ. dr. eng. **Vasile CRĂCIUN**, Prof. univ. dr. eng. **Victor VÂLCU**.

In particular, and with special gratitude, I thank to the scientific leader, Prof. univ. dr. eng. **Ioan ȚENU**, Full Member of ASAS Bucharest, for the scientific professionalism, the guidance of a great professional competence that he granted me for the entire period of my doctoral studies, and last but not least for the trust granted.

I would also like to thank the members of the steering committee formed by Prof. univ. dr. **Petru COJOCARIU**, Prof. univ. dr. eng. **Radu ROȘCA**, Prof. univ. dr. eng. **Victor VÂLCU** and Assoc. Prof dr. eng. **Petru CÂRLESCU** for the support and encouragement made during the elaboration of doctoral thesis, for suggestions, recommendations offered, pertinent observations, for solutions found to the problems appeared by the advice of a high scientific level.

I thank the board of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine

“Ion Ionescu de la Brad” from Iași, to the board of Faculty of Agriculture, Department of Pedotechnics, discipline of Mechanization of Agriculture, for support through access to information and documentation sources of the university, as well as from other universities in the country and abroad.

On this occasion, I thank the teaching and non-teaching staff within the discipline of Mechanization of Agriculture for the constant support provided during the development of doctoral studies.

I would like to express my gratitude to: Mr. Lecturer dr. eng. **Ion ANTONESCU** from Faculty of Civil engineering and building services within “Gh. Asachi” Technical University of Iași, Mr. Assoc. Prof. univ. dr. eng. **Ion BĂISAN** from Faculty of Mechanical engineering belonging to “Gh. Asachi” Technical University of Iași.

Lots of thanks go to Mr. Eng. **Costică BALĂU** for advice, valuable professional consultations and the exchange of ideas, repeatedly.

Also, I express my gratitude to Mr. Eng. **Iulian MIHĂILĂ** for the effort and goodwill he showed, for the help given in the elaboration of this paper.

I dedicate this work to my daughter **Mădălina-Ana NUȚU** in whom I had a permanent and sustained support for performing tests on the laboratory bench and for capturing data with the help of the computer.

Last but not least, thanks to all the friends I didn't mention, but I felt for, for the encouragement and trust they showed me, to my family for their patience, understanding, support and aid provided.

REZUMAT

În cadrul tezei de doctorat, intitulată „*Cercetări privind optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării*”, autorul a efectuat cercetări teoretice și experimentale privind optimizarea procesului de lucru la tăierea unor tulpini, de la diferite culturi de cereale (grâu, sorg și porumb), și plante tehnice (floarea-soarelui, rapiță și soia), aflate în faza tehnologică de recoltare.

Prin efectuarea cercetărilor experimentale s-au determinat soluții și metode de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, folosindu-se în acest scop un stand de laborator, original, proiectat și realizat de autorul tezei de doctorat.

Obiectivele tezei de doctorat, pentru realizarea scopului propus, sunt următoarele:

- stabilirea și analiza stadiului actual privind tehnologiile de recoltare a diferitelor culturi agricole, prin tăierea statică și dinamică a tulpinilor;
- stadiul actual al cercetărilor și tendințe în dezvoltarea aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării;
- conceperea, proiectarea și realizarea unui stand de laborator care să permită efectuarea de cercetări experimentale, prin utilizarea de organe de lucru din componența aparatelor de tăiere cu degete și cuțit superior, la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor, $p = 76,2 \text{ mm}$, de la unele combine (Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422, Claas, John Deere, Fendt și NewHolland) etc;
- influența unor parametri constructivi ai lamelor tăietoare, din componența aparatelor de tăiere, asupra procesului de lucru, respectiv pentru diferite unghiuri de ascuțire: $i_c = 20^\circ$ (folosit de majoritatea firmelor constructoare de combine); $i_c = 15^\circ$ și $i_c = 10^\circ$;
- influența tratamentelor termochimice asupra durabilității lamelor tăietoare, prin aplicarea unui strat cu nitrură de titan TiN (procedeu numit titanare) în zona de lucru a tăișului;
- cercetări experimentale pentru determinarea parametrilor dinamici și cinematici ai procesului de lucru pentru tăierea prin forfecare a tulpinilor, respectiv forța maximă și medie de tăiere, cursa activă a lamelor tăietoare, energia totală și specifică de tăiere, pentru tăierea statică și dinamică cu viteze ale cuțitului de 1 m/s și 2 m/s ;
- cercetări experimentale privind influența poziției tulpinilor plantelor față de planul de tăiere al lamelor asupra procesului de lucru, pentru poziția verticală (90°) și înclinat-longitudinal cu (45°);

- cercetări experimentale privind influența zonei de tăiere a tulpinilor, între noduri și pe nod, asupra procesului de lucru;
- cercetări experimentale privind determinarea suprafeței secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării;
- cercetări experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite la tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării;
- analiza statistică și interpretarea datelor experimentale;
- optimizarea procesului de lucru a aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării.

Teza de doctorat are un număr de 179 de pagini, este structurată pe două părți „**Stadiul cunoașterii**” și „**Contribuții proprii**”, care conține opt capitole. Lucrarea conține 105 figuri, 57 relații, 45 tabele, 130 surse bibliografice și 4 anexe.

În prima parte a lucrării sunt prezentate aspecte privind stadiul actual al cercetărilor în domeniul abordat și bazele teoretice ale procesului de lucru pentru recoltarea culturilor agricole, prin tăierea tulpinilor. În partea a doua a tezei sunt prezentate condițiile pentru realizarea demersului științific, rezultatele cercetărilor experimentale efectuate în condiții de laborator și reale de exploatare în producție, precum și analiza și interpretarea datelor experimentale.

Capitolul I al tezei de doctorat intitulat „**Noțiuni generale privind tehnologiile de recoltare a tulpinilor plantelor agricole**” cuprinde aspecte generale privind tehnologia de recoltare a diferitelor culturi, prin tăierea tulpinilor. De asemenea, se prezintă importanța și necesitatea temei de cercetare. Primul subcapitol abordează caracteristici generale, scurt istoric și perspective de dezvoltare a combinelor de recoltat cereale și plante tehnice. În subcapitolul al doilea se menționează oportunitatea și necesitatea cercetărilor privind optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în vederea recoltării. La finalul primului capitol sunt prezentate în sinteză tehnologiile mecanizate de recoltare a principalelor culturi de cereale (grâu, orz, porumb și sorg) și plante tehnice (floarea-soarelui, rapiță și soia).

În **capitolul II** al tezei de doctorat, intitulat „**Stadiul actual al cunoașterii privind aparatele pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării**”, sunt abordate aspecte generale privind rolul aparatelor de tăiere în cadrul tehnologiilor de recoltare mecanizată a culturilor de cereale și plante tehnice, după care se continuă cu clasificarea aparatelor de tăiere și construcția acestora. Din punct de vedere constructiv aparatele de tăiere se clasifică în două grupe principale și anume: aparate care efectuează secționarea tulpinilor prin forfecare și prin inerție. Pentru recoltarea culturilor de cereale și plante tehnice, combinele sunt echipate cu aparate de tăiere prin forfecare. În continuarea acestui capitol, sunt prezentate principalele tipuri de aparate de tăiere din dotarea combinelor, în special cele cu lame tăietoare și cu mișcare rectilinie alternativă. Pentru fiecare grupă de aparate de tăiere, autorul scoate în evidență avantajele și dezavantajele utilizării acestora la recoltarea diferitelor culturi.

Capitolul III al tezei de doctorat cuprinde „*Bazele teoretice privind procesul de lucru al aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării*”. Operația tehnologică de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, în vederea recoltării, constă în distrugerea continuității fibrelor, respectiv secționarea acestora. Tulpinile plantelor agricole se compun din celule dispuse în țesuturi. Acestea, la rândul lor, cuprind fascicule fibro-vasculare, care au rolul de elemente de rezistență. Din aceste considerente, procesul de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole realizează distrugerea continuității fasciculelor fibro-vasculare. Aceste fascicule, la unele tulpini vegetale, sunt distribuite uniform pe întreaga secțiune, iar la altele în zona periferică.

Tulpinile plantelor agricole sunt materiale anizotrope a căror rezistență și plasticitate depind de structura țesuturilor și de umiditatea acestora. Ca urmare, procesul de lucru pentru tăierea tulpinilor este complex, fiind realizat prin forțe de strivire locală, încovoieri și întinderi ale fibrelor, a căror pondere este în funcție de modul de rezemare și de scula de lucru folosită. Tăierea semnifică retezarea tulpinilor plantelor agricole în vederea secționării, sau înlăturării unor părți dintre acestea, cu ajutorul aparatelor de tăiere. După modul de acțiune, tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării se face în două moduri: tăierea prin forfecare (prin rezemarea tulpinilor plantelor agricole) și tăierea prin inerție (fără rezemarea tulpinilor plantelor agricole),

Primul subcapitol tratează tăierea prin forfecare a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, în care secționarea se execută de către elemente active, cuțit și contracuțit, determinându-se forțele de rezistență la tăierea cu alunecare.

Al doilea subcapitol pune în evidență tăierea prin inerție, în acest caz tăierea o execută un singur element activ, cuțitul, care aplică o forță tăietoare asupra tulpinii plantelor agricole, cu o viteză relativ mare. În subcapitolul trei se abordează dinamica aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole. Viteza de tăiere a lamei tăietoare reprezintă un parametru important, și de care depinde productivitatea aparatelor de tăiere a combinelor de recoltat.

Din analiza cercetărilor efectuate pe plan mondial, rezultă că viteza de tăiere influențează semnificativ procesul de lucru, ajungând la concluzia că, pentru tăierea materialelor vegetale fibroase, prin creșterea vitezei de tăiere se reduce consumul de energie pentru secționarea tulpinii.

A doua parte a tezei de doctorat cuprinde „*Contribuții proprii*” și include următoarele capitole: *Scopul și obiectivele tezei de doctorat; Materialul și metoda de cercetare; Rezultate experimentale privind rezistența la tăiere a tulpinilor de la culturile de cereale și plante tehnice; Rezultate experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole; Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru al aparatelor folosite pentru tăierea plantelor agricole la momentul recoltării*. În final sunt prezentate *Concluziile generale și recomandări*.

Capitolul IV al tezei de doctorat este intitulat „*Scopul și obiectivele tezei de doctorat*”. Autorul și-a propus să optimizeze procesul de lucru de tăiere a tulpinilor

plantelor agricole la momentul recoltării, prin modificarea parametrilor constructivi și cinematici ai aparatelor de tăiere, de tipul cu lame-cuțit și mișcare rectilinie alternativă, care echipează combinele autopropulsate de recoltat cereale și plante tehnice.

Pe baza analizei stadiului actual al cunoașterii s-a stabilit obiectivul principal al tezei de doctorat, de optimizare a procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării. Pentru realizarea obiectivului general s-au avut în vedere următoarele obiective specifice:

- stabilirea stadiului actual al cercetărilor efectuate pe plan mondial cu privire la tehnologiile de recoltare a culturilor de cereale și plante tehnice;
- identificarea stadiului actual al cercetărilor privind construcția și parametrii cinematici și dinamici ai aparatelor de tăiere, din componența combinelor de recoltat, fabricate pe plan mondial;
- analiza, conceperea, proiectarea și realizarea unui demers științific prin care să se stabilească parametrii cinematici și dinamici ai aparatelor de tăiere a plantelor agricole în vederea recoltării, precum și prelucrarea datelor experimentale obținute în vederea optimizării proceselor de lucru;
- stabilirea de soluții tehnologice în vederea creșterii performanțelor de durabilitate ale aparatelor de tăiere din componența combinelor de recoltat.

Capitolul V al tezei de doctorat denumit **„Materialul și metoda de cercetare”**. Pentru realizarea obiectivelor tezei de doctorat, autorul a conceput și proiectat elementele necesare demersului științific de efectuare a cercetărilor experimentale, atât în condiții de laborator cât și în condiții de producție. Astfel, în prima parte a acestui capitol este prezentat cadrul general unde s-au efectuat cercetările experimentale, respectiv în laboratoarele disciplinelor de Mecanizarea agriculturii, de la USAMV Iași, laboratoare de specialitate de la Universitatea Tehnică ”Gh. Asachi” din Iași și la diverse unități economice din jud. Bacău. Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-a conceput un stand de laborator original, iar ca material experimental s-au recoltat tulpini de la diferite culturi de cereale (grâu, orz, sorg și porumb) și plante tehnice (floarea-soarelui, rapiță și soia). Standul de laborator poate fi echipat cu organe de lucru din componența aparatelor de tăiere de la diferite combine de recoltat, cum ar fi: Sema – 110, Dropia – 1110, Dropia – 1430, Claas Lexion 420, John Deere S 770, Fendt 5225 E și New Holland CX 8080 Elevation.

Pentru modificarea geometriei și creșterea durabilității lamelelor tăietoare s-a solicitat sprijinul unor agenți economici din industria constructoare de mașini, cum ar fi FEPA S.A. și Rulmenții SA, ambele din municipiul Bârlad, jud. Vaslui.

În continuarea acestui capitol se prezintă în detaliu construcția, funcționarea și principalii parametri ai standului, conceput pentru efectuarea cercetărilor experimentale în vederea simulării în condiții de laborator a procesului de lucru de tăiere a tulpinilor de la diferite culturi, la momentul recoltării. Pentru efectuarea încercărilor experimentale s-au folosit componente de la aparatele de tăiere cu mișcare rectilinie alternativă, cu degete și cuțite superioare, la care pasul lamelor tăietoare este același cu cel al degetelor

($p = 76,2 \text{ mm}$). Standul pentru efectuarea încercărilor experimentale este construit din componente mecanice și electronice, performante, de ultimă generație, pentru efectuarea cât mai eficientă a măsurărilor. Astfel, standul de laborator pentru efectuarea încercărilor experimentale este dotat cu traductor de forță CTS63200KC25-200 Kg, traductor de deplasare TLDT50 și sisteme de achiziție date, care înlesnește transferul de date pe un computer personal (PC). Astfel, pe partiția „C” a computerului s-a instalat softul specializat Lookout HMI-SCADA. Prin intermediul acestuia s-au prelucrat rezultatele privind forța de tăiere (N) și cursa activă a cuțitului (mm), fiind salvate sub formă de tabel, în Microsoft Office Excel. În prealabil, s-au efectuat încercări pentru a determina forțele rezistente, de frecare, între elementele componente ale acestuia, fără a executa operația de tăiere a tulpinilor. De precizat că, forțele de tăiere măsurate în timpul încercărilor experimentale, includ forțele de tăiere F (N) propriu-zise, la care se adaugă și forțele de frecare ale aparatului de tăiere rezultate de la funcționarea în ”gol” a dispozitivului.

Pentru atingerea scopului tezei de doctorat, acela de a optimiza procesul de lucru, s-au efectuat încercări cu lame tăietoare la care muchiile active, netede și zimțate, au fost acuite la diferite unghiuri, de 20° (standard), 15° și 10° . Pentru a crește rezistența la uzură a aparatului de tăiere, ulterior s-au durificat lamele tăietoare și contra-cuțitele netede și zimțate de la combinele românești Sema, Gloria și Dropia, prin depunerea de nitrură de titan TiN , într-un strat subțire cuprins între 3 și $8 \mu m$, pe suprafețele acestora, realizându-se o duritate de 2500 HV . Operația de tăiere s-a realizat pentru două poziții ale cuțitului față de tulpină: tăierea prin rețezare (cuțitul se deplasează perpendicular, la 90° față de axa longitudinală a tulpinii) și tăierea înclinată (cuțitul se deplasează după o direcție înclinată la 45° față de axa longitudinală a tulpinii). Viteza cuțitului este un element important în ceea ce privește procesul de tăiere. Este cunoscut faptul că aceasta este variabilă deoarece mecanismele de acționare, care transformă mișcarea de rotație a arborelui motor în mișcare rectilinie alternativă, determină apariția unei viteze a cuțitului de formă sinusoidală. Secționarea tulpinilor plantelor agricole s-au efectuat între noduri și pe nod, în regim de lucru static și dinamic, prin forfecare, folosind două viteze de lucru: 1 m/s și 2 m/s .

Pentru a putea măsura cu acuratețe forța de tăiere a tulpinilor plantelor agricole cu ajutorul cuțitului, în prealabil s-a efectuat calibrarea traductoarelor cu ajutorul unui dinamometru.

De asemenea, înainte de a efectua tăierile tulpinilor plantelor agricole s-a procedat la măsurarea umidității materialului luat în studiu cu ajutorul etuvei de uscare BIOBASE BOV-T 25F.

În subcapitolele 5.3 și 5.4 se prezintă metoda de organizare și desfășurare a cercetărilor pentru determinarea forței rezistente la tăierea tulpinilor de cereale și plante tehnice. Experimentele sunt multifactoriale pentru fiecare soi, la care s-au avut în vedere cinci factori de influență, respectiv: tipul de combine (fabricate în România, Claas; John Deere, Fendt și New Holland); poziția tulpinii (verticală și înclinată longitudinal la 45°);

zona de tăiere a tulpinilor (între noduri și pe nod); viteza medie a lamelor tăietoare (1 m/s și 2 m/s) și unghiul de ascuțire a lamelor tăietoare (10°; 15° și 20°).

În continuarea acestui capitol se prezintă metoda de cercetare pentru determinarea *suprafeței secțiunii de tăiere (S)*, rezultată după secționarea tulpinilor luate în studiu. Pentru a putea determina suprafața de tăiere s-a folosit programul *Image J*, prin care s-au analizat imaginile fotografiate ale tulpinilor secționate.

În ultimul subcapitol 5.6, se evidențiază metoda de cercetare pentru a cuantifica rezistența la uzură a aparatelor de tăiere folosite pentru secționarea tulpinilor plantelor agricole. S-au efectuat cercetări utilizând lame tăietoare din componența aparatelor de tăiere de la următoarele combine: Claas, John Deere și Sema. În campania de recoltare a cerealelor din anul 2017 s-au montat lame tăietoare noi pe aparatele de tăiere a combinelor prezentate mai sus. Înainte de a fi montate, lamele tăitoare au fost cântărite, măsurate și analizate pentru a se determina suprafața, masa, rugozitatea și duritatea, după care s-au utilizat la recoltare în câmp, în condiții reale de exploatare, pe durata a 100 de ore de funcționare. Lamele cuțit au fost montate pe cuțitele aparatelor de tăiere în stânga, la mijlocul și dreapta acestora. După 100 de ore de funcționare în câmp, lamele tăietoare au fost demontate de pe cuțite, curățate, degresate și apoi cântărite, determinând masa, suprafețele, rugozitatea și duritatea, din nou.

La finalul acestui capitol sunt prezentate concluziile parțiale privind materialul și metoda de cercetare folosite pentru efectuarea cercetărilor experimentale.

Capitolul VI cuprinde *“Rezultatele experimentale privind rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării”*. În subcapitolul 6.1 sunt prezentate rezultatele experimentale privind rezistența pentru tăierea statică și dinamică, prin forfecare, a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de plante tehnice și cereale. În subcapitolul 6.2 se face referire la rezultate experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării. În subcapitolul 6.3 s-au notat rezultatele experimentale privind determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice.

S-au notat rezultatele experimentale pentru determinarea masei, suprafeței, rugozității și a durității lamelor cuțit noi, și la cuțite după 100 de ore de funcționare în câmp, în condiții reale de exploatare, montate pe echipamentele de tăiere ale combinelor Claas, John Deere și Sema. Subcapitolul 6.4 cuprinde concluziile parțiale.

Capitolul VII pune în evidență interpretarea datelor experimentale notate în subcapitolul 7.1. Subcapitolul 7.2 prezintă optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole de cereale și plante tehnice. Sunt punctate rezultatele interpretării datelor experimentale pentru culturile de grâu și floarea-soarelui, pentru valorile medii ale energiei de tăiere, coeficientul de variație și testul de semnificație pentru cele cinci combine (Sema, Claas, Fendt, NewHolland și John Deere). Sunt interpretate datele experimentale pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, între noduri, cu tulpina pe verticală $\alpha_1 = 90^\circ$ și înclinat la 45° , pentru tăierea statică și dinamică, prin forfecare, la viteze de lucru: 1 m/s și 2 m/s.

În **Capitolul VIII**, subcapitolul 8.1, sunt stipulate concluziile generale ale tezei de doctorat, urmat de subcapitolul 8.2 în care s-au notat recomandările cu privire la căile ulterioare de dezvoltare a cercetărilor.

ABSTRACT

In the doctoral thesis, entitled “*Research on optimizing of working process for cutting stalks of agricultural plants at harvest time*”, the author conducted theoretical and experimental research on optimizing the work process for cutting stalks from different cereals (wheat, sorghum and maize) and technical plants (sunflower, rapeseed and soybeans), in the technological phase of harvesting.

By carrying out experimental research, solutions and methods for cutting the stalks of agricultural plants at the time of harvest were determined, using for this purpose a laboratory stand, original, designed and made by the author of the doctoral thesis.

The aims of the doctoral thesis, in order to achieve the proposed goal, were the following:

- determination and analysis of the nowadays harvesting technologies for different crops, by static and dynamic cutting of the stalks;
- the current state of research and trends in the development of devices for cutting the stalks of agricultural plants at harvest time;
- conception, design and implementation of a laboratory stand allowing experimental research using working parts from composition of cutting devices with fingers and upper knife, at which the step of cutting blades is equal with the fingers step, $p = 76.2 \text{ mm}$, from some of harvesting machines (Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422, Claas, John Deere, Fendt and New Holland etc.)
- influence of some constructive parameters of the cutting blades, from composition of cutting devices, on working process, respectively for different sharpening angles: $i_c = 20^\circ$ (used by most of the harvesting machines manufacturers); $i_c = 15^\circ$ and $i_c = 10^\circ$;
- influence of the thermo-chemical treatments that on durability of the cutting blades, through application of a titanium nitride layer TiN (process called titanium application) in the working area of the edge;
- experimental research regarding determination of dynamic and kinematicss parameters of the working process for cutting through shearing forces of stalks, respectively the maximum and medium cutting forces, the active stroke of the cutting blades (mm), total and specific cutting energy, for static and dynamic cutting at a velocity of the cutter of 1 m/s and 2 m/s ;
- experimental research regarding the influence of the position of plant stalks face to cutting plane on working process, for vertically position (90°) and longitudinally inclined with (45°);

- experimental research on the influence of the stalk cutting area, between nodes and per node, on the working process;
- experimental research regarding determination of cutting section area of agricultural plant stalks at harvest time;
- experimental research on the wear resistance of the devices used to cut the stalks of agricultural plants at harvest time;
- statistical analysis and interpretation of experimental data;
- optimization of working process of the cutting devices for agricultural plant stalks at harvest time.

Thesis has a total of 174 pages, and is structured into two parts “*Stage of knowledge*” and “*Own contributions*”, which contains eight chapters. It contains 105 figures, 57 formulas, 45 tables, 129 bibliographical sources and 4 annexes.

The doctoral thesis is structured in two parts. In the first part are presented aspects regarding the current state of research in the field approached and the theoretical basis of the working process for crops harvesting by stalks cutting. In the second part of the thesis are presented the conditions for carrying out of the scientific approach, the results of experimental research carried out in laboratory and in real operating production conditions, as well as the analysis and interpretation of experimental data.

Chapter I of the thesis entitled “*General notions regarding harvesting technologies of agricultural plant stalks*” includes general aspects of harvesting technology of different cultures by cutting of stems. Also, it shows the importance and necessity of the research. The first subchapter addresses general characteristics, a brief history and development perspectives of harvesting machines for cereals and technical plants. The second section states the opportunity and need for research on optimizing workflow for cutting of agricultural plant stalks to harvest. At the end of the first chapter is presented in synthesis the mechanized harvesting technologies of the main cereals crops (wheat, barley, maize and sorghum) and technical plants (sunflower, rapeseed and soybean).

In the **chapter II** of the PhD thesis, entitled “*The current state of knowledge regarding devices for cutting agricultural plant stalks at harvest time*”, are approached general aspects regarding the role of cutting devices in the technology of mechanized harvesting of cereals and technical plants crops, followed by a classification of cutting devices and their construction. From the point of view of construction the cutters are classified into two main groups, namely: devices which performs stalks’ cutting by shear and by inertia. For harvesting of cereals and technical plants crops, harvesting machines are equipped with cutters by shearing. Following in this chapter, are presented the main types of cutting devices which equip the harvest machines, in particular those with cutting blades and reciprocation ones. For each group of cutting devices, the author highlights the advantages and disadvantages of their use at harvesting of different crops.

Chapter III of the doctoral thesis includes “*Theoretical basis regarding working process of devices for cutting agricultural plants stalks at harvest time*“. Technological

cutting operation of agricultural crops, for harvest, consists in destroying of fibres continuity respectively their sectioning. The stems of agricultural plants consist of cells arranged in tissues. These, in turn, comprise fibre-vascular fascicles, which have the role of resistance elements. For this reasons, the working process for cutting of agricultural plants stalks, performed destroy of continuity of fibro-vascular fascia. These fascicles, at some vegetal stems, are distributed evenly over the section, and the other ones in the peripheral region.

The stems of agricultural plants are anisotropic materials whose strength and plasticity depend on the structure of the tissues and their humidity. As a result, the working process for stalks cutting is complex, being conducted by locally crushing, flexing and stretching forces on the fibres, whose share is by way of support and working tool used. Cutting means slicing of agricultural plants stems for sectioning, or removal of parts of them, with the cutters. According to the mode of action, the cutting of the agricultural plants stems at harvest time is done in two ways: cutting by shearing (by supporting agricultural plants stems) and cutting by inertia (without supporting the stems of agricultural plants).

The first subchapter deals with cutting by shear of agricultural plant stalks at harvest time, when sectioning is performed by the active elements, knife and counter-knife, determining the resistance forces to cutting by sliding.

The second subchapter highlights inertial cutting, in which case the cutting is performed by a single active element, the knife, which applies a shear force on the stem of agricultural plants, with a relatively high velocity. Subchapter three addresses the dynamics of agricultural plant stem cutters. The cutting velocity of the blades is an important parameter, and on which depends the productivity of cutting devices from harvesting machines.

From the analysis of research conducted worldwide, results that cutting velocity significantly influences the working process and concluded that, for cutting of fibrous vegetal materials, by increasing of cutting velocity leads to a reduced energy consumption for stalks cutting.

The second part of the doctoral thesis includes “*Own contributions*” and is formed by the following chapters: *The purpose and objectives of the PhD thesis*; *Research material and method*; *Experimental results regarding cutting resistance of cereals and technical plant stalks*; *Experimental results regarding the wear resistance of the devices used for cutting of agricultural plants stalks*; *Experimental research regarding optimization of working process of the devices used for cutting of agricultural plants at harvest time*. Finally are presented *General conclusions and recommendations*.

Chapter IV of doctoral thesis is entitled “*The purpose and objectives of the PhD thesis*”. The author aims to optimize the working process of cutting of agricultural plants stems at harvest time, by changing the constructive and kinematicss parameters of the cutters, type of blade knife and reciprocation, which equips the self-propelled harvesting machines for grains and technical plants.

Based on the analysis of the actual knowledge stage was established main aim of the thesis, the optimization workflow for cutting of agricultural plants stalks at harvesting time. To achieve the aim we generally have in mind the following specific goals:

- establishment of current state of research conducted worldwide regarding harvesting technologies for cereals and technical plants;
- identification of current research stage regarding construction and kinematics and dynamics parameters of cutting devices, at harvesting machines, manufactured worldwide;
- analysis, conception, design and implement of a scientific approach that should be set kinematics and dynamics parameters of cutting devices for agricultural plants in order for their harvesting, as well as processing of obtained experimental data in order to optimize the working processes;
- establishing of technological solutions in order to increase the durability performance of the cutting devices from harvesting machines.

Chapter V of the doctoral thesis entitled *“Research material and method”*. In order to achieve the aims of the doctoral thesis, the author conceived and designed the elements necessary for the scientific approach of conducting experimental research, both in laboratory conditions and in production condition. Thus, in the first part of this chapter is presented the general framework where they investigated, respectively the laboratories of Agriculture mechanization disciplines, from UASVM Iași, laboratories from Technical University “Gh. Asachi” of Iași and from various economic units in Bacău County. An original laboratory stand was designed to carry out the experimental research, and as experimental material, stalks from different cereal crops (wheat, barley, sorghum and corn) and technical plants sunflower, rapeseed and soybean) were harvested. The laboratory stand can be equipped with working organs from the components of cutting devices from different harvesters, such as: Sema – 110, Dropia – 1110, Dropia – 1430, Claas Lexion 420, Claas Vario 610, John Deere S 770, Fendt 5225 E and New Holland CX 8080 Elevation.

In order to change the geometry and increase the durability of the cutting blades, the support of economic agents from the machine building industry, such as FEPA S.A. and Rulmenții S.A., was requested, both of them from Bârlad City, Vaslui County.

In this chapter is presented in detail the construction, operation and main parameters of the stand, designed to perform experimental research to simulate under laboratory procedural of the working process for cutting the stems from different cultures at harvest time. For carrying out the experimental tests have been used parts from cutting devices with reciprocating, with fingers and upper knife, wherein the cutting blade step is the same as that of the fingers ($p = 76.2 \text{ mm}$). The stand for performing the experimental tests is built of high-performance, mechanical and electronic components, of the latest generation, for performing the measurements as efficiently as possible. Thus, the laboratory stand for conducting experimental tests is equipped with a power transducer CTS63200KC25-200 Kg, TLD T50 displacement transducer and data acquisition systems,

which facilitates the transfer of data to a personal computer (PC). Thus, the specialized software Lookout HMI-SCADA was installed on the “C” partition of the computer. Through it, the results regarding the cutting force (N) and the active stroke of the knife (mm) were processed, being saved as a table, in Microsoft Office Excel. Previously, tests were carried out to determine the tensile strengths between its components without performing the operation of cutting the stems. Note that, the cutting forces measured during the experimental tests, including the cutting forces F (N) itself, to which is added the frictional forces of the cutter resulting from “idling” operation of the device.

To achieve the aim of the PhD thesis, to optimize the workflow, were conducted trials with cutting blades at which the edges are active, smooth and jagged, were sharpened at different angles 20° (standard), 15° and 10° . To increase the wear resistance of the cutter, subsequently were hardened smooth and serrated cutting blades and counter-knives from Romanian harvesting machines Sema, Gloria and Dropia by depositing titanium nitride TiN , into a thin layer between 3 and $15\ \mu m$, on their surfaces, making a hardness of $2500\ HV$. The cutting operation was performed for two positions of the knife face to stem: cutting by slicing (the knife moves perpendicularly, 90° to the longitudinal axis of the stem) and inclined cutting (the knife moves in an inclined direction to 45° to the longitudinal axis of strain). The speed of the knife is an important element in the cutting process. It is known that this is variable because the actuating mechanisms, which convert the rotational movement of the crankshaft into reciprocating rectilinear motion, cause a sinusoidal velocity of knife. The sectioning of agricultural plants was effectuated between nodes and per node, in static and dynamic working regime, by shearing, using two working velocities: $1\ m/s$ and $2\ m/s$.

In order to be able to accurately measure the cutting force of agricultural plants stems using a knife, the transducers were previously calibrated using a dynamometer.

Also, prior to cutting of agricultural plants strains was done a measure of moisture of the studied material using the drying oven BIOBASE BOV-T 25F.

In subchapters 5.3 and 5.4 are presented the method of organizing and conducting of the research in order to determine the force resistance at cutting of cereal and technical plants stems of crops. The experiments are multifactor for each variety, in which five influencing factors were taken into account, respectively: the type of harvesting machines (made in Romania, Claas; John Deere, Fendt and New Holland); stem position (vertical and longitudinally inclined at 45°); the cutting area of the stems (between nodes and per node); the average velocity of cutting blades ($1\ m/s$ and $2\ m/s$) and the sharpening angle of the cutting blades (10° ; 15° and 20°).

Further to this chapter is presented the research method for determining **the surface of cutting section (S)**, resulted after sectioning of studied stalks. In order to be able to determine the cutting surface, the **Image J** program was used, through which the photographed images of the sectioned stems', were analyzed.

In the last subchapter 5.6, is highlighted the research method for quantifying the wear resistance of cutting devices which were used for cutting the strains of agricultural

plants. It was made research using cutting blades from the cutting devices which belongs to the following harvesting machines: Claas, John Deere and Sema. In the 2017 grain harvesting campaign, new cutting blades were installed on the combine cutters presented above. Prior to installation, the cutting blades were weighed, measured and analyzed to determine their surface area, mass, roughness and hardness, after which were used for harvesting in the field, in real operating conditions, for 100 operating hours. The knife blades were mounted on the cutters of the cutting devices to their left, middle and right. After 100 hours of operation in the field, the blades were removed from the knives, were cleaned, degreased, and then weighed determining again the mass, surface, roughness and hardness.

At the end of this chapter, the partial conclusions on the research material and method used for conducting the experimental research are presented.

Chapter VI comprise “*Experimental results regarding cutting resistance of cereals and technical plant stalks at harvest time*”. In subchapter 6.1 are presented the experimental results regarding resistance to static and dynamic cutting, by shearing, of the strains of agricultural plants from technical crops and cereals. In subchapter 6.2 are presented the experimental results regarding determination of cutting area of agricultural plants stalks from cereals and technical plants. Subchapter 6.3 deals with the specific energy for static and dynamic cutting of agricultural plants stalks at harvest time. In the last but one subchapter 6.4 are mentioned the experimental results regarding wearing resistance of the devices utilised for cutting of agricultural plants stalks at harvest time. Experimental results were noted for determination of the mass, surface, roughness and hardness of new knife blades, and for knives after 100 hours of field operation, in real operating conditions, mounted on the cutting equipment of Claas, John Deere and Sema harvesting machines. Partial conclusions are mentioned in subchapter 6.5.

Chapter VII highlights the interpretation of experimental data noted in subchapter 7.1. Subchapter 7.2 presents the optimization of working process for cutting the stems of cereal agricultural plants and technical plants. The results of the interpretation of the experimental data for wheat and sunflower crops are scored for the average values of cutting energy, the coefficient of variation and the significance test for five harvesting machines (Sema, Claas, Fendt, New Holland and John Deere). There are interpreted experimental data for cutting of agricultural plants stalks, between the nodes, with vertically stem $\alpha_1 = 90^\circ$ and inclined at 45° , for static and dynamic cutting, by shearing, at working velocities of 1 m/s and 2 m/s.

In **Chapter VIII**, subchapter 8.1, are laid down general conclusions of the thesis, followed by subchapter 8.2 in which are noted the recommendations for a further development of research.

PARTEA I
STUDIUL CUNOAȘTERII

FIRST PART
STAGE OF KNOWLEDGE

CAPITOLUL I

NOȚIUNI GENERALE PRIVIND TEHNOLOGIILE DE RECOLTARE MECANIZATĂ A UNOR CULTURI AGRICOLE

CHAPTER I

GENERAL NOTIONS REGARDING HARVESTING TECHNOLOGIES OF AGRICULTURAL PLANT STALKS

1.1. Caracteristici generale, scurt istoric și perspective ale combinelor de recoltat cereale și plante tehnice

Recoltarea tulpinilor plantelor agricole se efectuează, din vechi timpuri și până în prezent, cu ajutorul combinelor. Combina de recoltat cereale și plante tehnice sunt mașini complexe care execută în totalitate operațiile procesului tehnologic de recoltare, necesare strângerii produsului principal, boabele. Combina de recoltat cereale a fost brevetată în 1834 de americanul Hiram Moore. Primele combine de recoltat cereale, dintre care unele de mari dimensiuni, au fost trase de atelaje de cai sau catâri și au folosit roțile de sprijin ca și roți motoare pentru acționarea organelor de lucru. Apariția combinelor a fost o consecință a necesității recoltării unor suprafețe agricole din ce în ce mai mari într-un interval de timp cât mai mic și cu un minim posibil de forță de muncă umană. Acestea au permis reducerea semnificativă a numărului muncitorilor din agricultură și trecerea lor în alte activități necesare societății, productivitatea muncii crescând de 6000 de ori în cazul recoltării cu combinele actuale față de recoltarea manuală (*INMA București - P2, 2011*).

În fig.1.1. se prezintă o combină tractată de recoltat cereale, fabricată la începutul secolului XX, din localitatea Henty, Australia.



Fig.1.1. Combină tractată de recoltat cereale
Fig.1.1. Trailed harvesting machine for cereals
<http://multilingual.bionetsyst.com>

Primele combine autopropulsate de recoltat cereale păioase au apărut în America de Nord în deceniul al 4-lea al secolului XX, una dintre primele combine fiind realizată de firma Massey-Harris din Manitoba – Canada, încercată în Argentina în 1946. În fig.1.2. se prezintă o combină autopropulsată de recoltat cereale Massey-Harris-1950 (*INMA București - P2, 2011*).



Fig.1.2. Combină autopropulsată de recoltat cereale Massey-Harris-1950

Fig.1.2. Self-propelled harvesting machine for cereals Massey-Harris-1950

<http://multilingual.bionetsyst.com>

Această combină avea în componență un echipament numit heder necesar tăierii plantelor, un elevator central pentru transportul acestora la batoză, organele principale ale batozelor (aparatură de treier tangențial, scuturător cu cai, sistem de curățare), buncăr, transportoare, platformă de conducere, post de conducere, motor și transmisie necesare autopropulsării. Aceste combine poartă denumirea generică de combine convenționale de recoltat cereale (*INMA București - P2, 2011*).

Combina, nici o altă invenție nu a avut un astfel de impact asupra producției mondiale de alimente ca acest ”cal de bătaie”. Combina realizează un proces operațional care în plan istoric, de-a lungul mileniilor, a necesitat eforturi fizice enorme atât pe câmp cât și în cadrul fermelor, mașina taie cerealele pe durata traversării câmpului, în timp ce simultan treieră boabele, aproape fără pierderi, adunând materialul recoltat într-un buncăr mare. Face acest lucru foarte rapid și la o scară imensă.

Combina a apărut pe scena agricolă în Europa în vara lui 1936. În același an, pe moșia Zschernitz lângă Halle, în landul german *Sachsen-Anhalt*, *August Claas* a fabricat o mașină tractată de către tractor, mașina pe care el a conceput-o la fabrica sa din *Harsewinkel* din *Westfalen*. Din prima zi, această secerătoare-legătoare a oferit un flux perfect al grânelor pe timpul traversării câmpului, cu materialul transportat în saci, astfel cauzând o revoluție în cadrul agriculturii europene.

Până la acel moment, cerealele erau tăiate manual în Germania cu secera, fiind apoi uscate în scripeți sau puse în șure, spre uscare. Abia mai târziu au fost fabricate mașinile staționare de treierat, fiind utilizate până și în cele mai întunecate zile de iarnă, pentru a separa boabele de tulpini.

August Claas, care în 1913, a fondat o companie de mașini agricole împreună cu frații săi *Theo* și *Franz*, a fost energic în convingerea sa că și cerealele europene s-ar putea preta pentru recoltarea cu combinele. Fiul său *Helmut Claas*, care mai târziu urma să preia conducerea firmei de mașini agricole, a dus-o la recunoaștere pe plan mondial, își

amintește: “Tatăl meu, împreună cu *Walter Brenner*, asistentul profesorului *Vormfelde* de la Universitatea din Bonn, au dezvoltat un prototip încă din anii 1930. Era o mașină fabricată după *Lanz Bulldog*, făcând o combină extrem de modernă cu un heder frontal. Până în acel moment, niciunde în lume nu a mai existat așa ceva”.

Conceptul în sine era ingenios, dar ideea a apărut cu mulți ani prea devreme. Multe dintre tehnologiile necesare ca de exemplu tractoarele de înaltă performanță, hidraulica, electrica etc., încă mai trebuiau să fie dezvoltate pentru combinele tractate în urma tractorului. Prototipul a fost expus în mod oficial industriei germane de mașini agricole cu speranța de a câștiga de partea sa, industria în favoarea conceptului combinei. Însă nimeni nu a părut interesat. “În acest caz, ne vom descurca singuri”, a spus *August Claas*, care nu vroia să renunțe la conceptul său.

Realizarea a avut loc în 1936 prin intermediul unei combine tractate, cu un heder montat lateral. *Claas* și-a dezvăluit modelul pe moșia *Zschernitz* în fața unui număr mare de fermieri instruiți și deosebit de sceptici din regiunile centrale ale Germaniei, prima “secerătoare-legătoare” complet funcțională fabricată în Europa. Mașina a făcut o producție zilnică recoltând 30 de tone de grâu. În următorii șase ani, alte 1450 de prototipuri ale mașinii au fost fabricate și vândute cu succes.

Prima combină autopropulsată, cu motor integrat, a fost lansată pe piață de către *Claas* în 1953. Acest sistem autopropulsat de recoltat a continuat să-și arate din nou valoarea. În următoarele decenii, *Claas* a elaborat combine și mai eficiente pentru toate tipurile de cereale, pentru toate condițiile climaterice și pentru toate tipurile de câmpuri de pe glob.

Cel mai recent model în cadrul gamei de combine *Claas Lexion* este acum capabil să recolteze până la 100 de tone de grâu într-o singură oră. Acesta este echivalentul cantității de făină necesară pentru a aproviziona un întreg oraș de mărimea lui Dresda sau Nisa, cu produse de patiserie, pentru o zi întreagă. Aceste mașini moderne pot fi echipate cu hedere de până la 12 metri lățime, sunt operate precis prin intermediul ghidajului GPS, pot stoca până la 12000 litri de grâne într-un buncăr, integrat, și costă până la jumătate de milion de euro (*Flucsa M, 2011 - Agrocomerț Holding S.A.*).

În România, prima combină românească, denumită C12, a fost fabricată în anul 1972 la uzina “Semănătoarea” București.

Cu timpul însă combinele autopropulsate au înlocuit pe cele tractate, care în prezent se produc foarte rar. În fig.1.3. se prezintă combina românească GLORIA-2007.

În fig.1.4. se prezintă organele principale de lucru ale unei combine convenționale de recoltat cereale.

Procesul tehnologic de recoltare a cerealelor păioase efectuat cu ajutorul combinelor este alcătuit din următoarele operații: tăierea plantelor, desprinderea semințelor din spice, separarea, transportul și colectarea semințelor, eliminarea paielor și fracțiunilor păioase.

Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale acestor combine sunt sintetizate în schema din fig.1.5.



Fig.1.3. Combină românească de recoltat cereale Gloria-2007

Fig.1.3. Romanian harvesting machine for cereals Gloria-2007

<http://multilingual.bionetsyst.com>

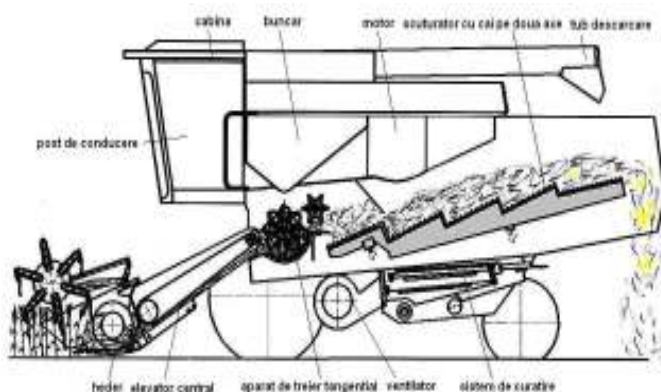


Fig.1.4. Organele principale de lucru ale unei combine convenționale de recoltat cereale

Fig.1.4. The main working organs of a conventional harvesting machine for cereals

<http://multilingual.bionetsyst.com>

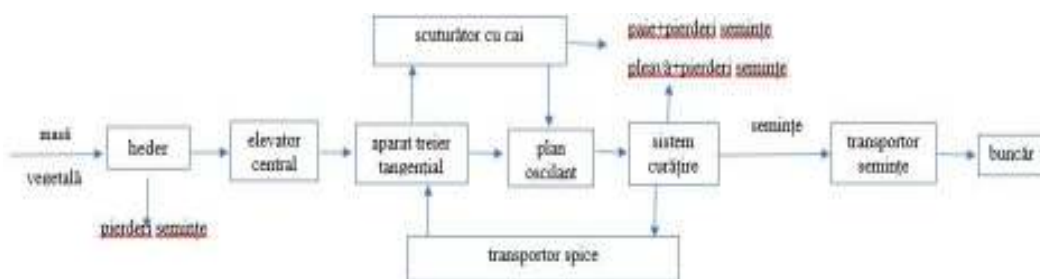


Fig.1.5. Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale combinelor convenționale de recoltat cereale

Fig.1.5. Technological flow and main working organs of conventional harvesting machines for cereals

<http://multilingual.bionetsyst.com>

Domeniul de utilizare al combinelor convenționale de recoltat cereale păioase a fost treptat extins, acestea prevăzându-se cu diferite echipamente și reglaje ale organelor de lucru care permit utilizarea lor și la recoltarea altor culturi (porumb, sorg, floarea-soarelui, rapiță, mazăre, soia, fasole etc), modificându-se în funcție de cultură, componența organelor de lucru și regimul lor de funcționare.

În perioada 1950-1980 preocuparea constructorilor de combine de recoltat cereale a constat în definitivarea concepției combinei convenționale de recoltat cereale și apariția concepției combinei cu flux axial (1956).

În 1975 firma *Sperry New Holland* a lansat în fabricație combina cu flux axial TR 70, care are aparatul de treier format din două rotoare paralele, montate pe axa longitudinală a batozei, iar în 1977 firma Case Internațional Harvester a introdus în fabricație trei tipuri de combine cu flux axial (IH 1440, IH 1460, IH 1480), având aparatul de treier cu un singur rotor. În fig.1.6. se prezintă combina cu flux axial IH 1440.



Fig.1.6. Combina cu flux axial IH 1440
Fig.1.6. Harvesting machine with axial flow
IH 1440
<http://multilingual.bionetsyst.com>

Procesul tehnologic de recoltare a cerealelor păioase cu ajutorul combinelor este alcătuit din următoarele operații: tăierea plantelor, desprinderea semințelor din spice, separarea, transportul și colectarea semințelor, eliminarea paielor și fracțiunilor păioase. Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale acestor combine sunt sintetizate în schema din fig.1.7.

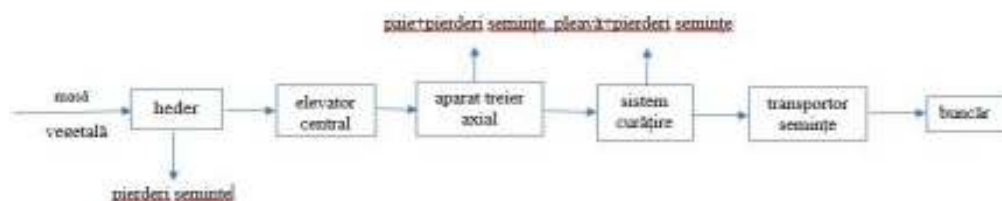


Fig.1.7. Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale unei combine cu flux axial
Fig.1.7. Technological flow and main working organs of a harvesting machine with axial flow
<http://multilingual.bionetsyst.com>

Perfecționarea combinelor cu flux axial s-a realizat în sensul îmbunătățirii performanțelor tehnice și măririi universalității acestora. Astfel, în 2000 firma John Deere a lansat cel mai mare model de combină de recoltat cereale, tipul 9880 STS, echipat cu un aparat de treier axial prevăzut cu o serie de elemente constructive și funcționale deosebite de cele realizate anterior. În fig.1.8. se prezintă combina John Deere 9880 STS.



Fig.1.8. Combina John Deere 9880 STS
Fig.1.8. John Deere 9880 STS harvesting
machine
<http://www.utilben.ro>

1.2. Tehnologii de recoltare mecanizată a culturilor agricole de cereale și plante tehnice

1.2.1. Caracteristici generale ale culturilor de cereale păioase și plante tehnice

Grâul este cea mai importantă cereală, care ocupă cele mai mari suprafețe de pe glob. Varietele produse care se obțin din făina de grâu constituie hrana de bază pentru o mare parte a populației globului (35-40 %). Importanță prezintă și faptul că boabele sale pot fi păstrate timp îndelungat. Boabele de grâu se întrebuințează în hrana animalelor, prezentând în comparație cu boabele de porumb mai multe avantaje între care conținutul mai ridicat în substanțe proteice și o producție comparativă cu a porumbului dar cu un cost mai scăzut.

Constituie o plantă premergătoare excelentă pentru culturile de primăvară și plantele furajere de toamnă. În fig.1.9 se prezintă recoltarea grâului cu o combină autopropulsată Fendt 5225E.



Fig.1.9. Recoltarea grâului cu o combină autopropulsată Fendt 5225E

Fig.1.9. Harvesting of wheat using a self-propelled harvesting machine Fendt 5225E

<http://www.utilben.ro>

Grâul aparține ordinului Graminalis, familia Graminee. Grâul comun (*Triticum estivum SSP vulgare*) este specia cea mai răspândită pe glob, ocupând 90% din grâul cultivat. Boabele lui sunt folosite în special pentru fabricarea pâinii. Are forme de toamnă și primăvară și cuprinde un număr foarte mare de soiuri. Boabele grâului durum (*Triticum turgidum*) se întrebuințează pentru prepararea pastelor făinoase.

Recoltarea mecanizată constituie un proces complex care se efectuează în cel mai scurt timp și fără pierderi. La recoltare se practică două metode: recoltarea directă și recoltarea divizată.

Recoltarea directă se efectuează cu combina și trebuie îndeplinite următoarele condiții:

- lanul să fie în faza de coacere deplină;
- cultura să fie cât mai puțin îmburuienată;
- plantele să nu fie căzute;
- vremea să fie caldă și însorită.

În zonele uscate durata optimă de recoltare a grâului este de 5-6 zile, iar în cele mai umede de 6-8 zile. În orice exploatație agricolă cultivarea a două-trei soiuri de grâu cu

diferență în durata de vegetație, favorizează ca fiecare lan de grâu să fie recoltat în faza optimă. Indicii de calitate ai operației de recoltare mecanizată a grâului cu combina, care se urmăresc pe parcursul recoltării, se referă la pierderile, gradul de spargere și puritatea boabelor. Recoltarea divizată apare în general ca necesară în zonele mai umede, în anii ploioși, în culturile îmburuienate sau cu coacere neuniformă. În asemenea situație grâul se recoltează în două faze, metoda constând în secerarea plantelor în faza de coacere în pârgă cu vindroverul la înălțimea de 20-25 cm de la suprafața solului și rămân suspendate pe miriște în brazdă continuă până la umiditatea boabelor de 14%, timp de 7-10 zile, după care se treieră cu combina echipată cu ridicători de brazdă.

1.2.2. Caracteristici generale ale culturii de rapiță

Rapița este o plantă din familia crucifere *Brassicaceae*, care cuprinde 34 specii, din care 5 sunt cultivate. Se cultivată la nivel global pe o suprafață de peste 27 milioane hectare, ocupând un loc important în economia mondială, ca sursă de uleiuri vegetale. În fig.1.10. se prezintă cultura de rapiță.



Fig.1.10. Cultura de rapiță:
Fig.1.10. Rapeseed crop
<http://multilingual.bionetsyst.com>

Se cultivă două specii de rapiță:

a) *Rapița Colza* (rapița mare sau rapița belgiană), cu două forme:

- *Brassica rapa oleifera* var. *autumnalis* D.C., cu forme de toamnă, mai viguroasă, mai productivă și cu conținut de ulei mai mare;

- *Brassica napus oleifera* var. *annua* Metzg, forma de primăvară.

b) *Rapița Naveta* (rapița mică), cu două forme:

- *Brassica rapa oleifera* var. *autumnalis* D.C., cu forme de toamnă.

- *Brassica rapa oleifera* var. *annua* D.C., cu forme de primăvară.

Rapița are următoarele caracteristici:

- rădăcină pivotantă, slab ramificată, care patrunde în sol la 70...100 cm adâncime, masa principală de rădăcini fiind răspândită la adâncimi de 25...45 cm;

- tulpina erectă, înaltă de 1,2...2 m și ramificată;

- frunzele bazale sunt pețiolate, iar cele mijlocii și de vârf sunt lanceolate;

- florile sunt galbene, de tip racem;

- fructul este o teacă lungă de 5... 10 cm, cu 10 ... 30 semințe, pe o plantă fiind până la 800 de teci;

- semințele sunt neregulat sferice, de culoare cafenie închis, cenușie închis sau

neagră, iar masa a 1000 semințe este de 3,5 ... 5,6 g;

- perioada de vegetație a soiurilor de toamnă este de 270...290 zile, iar a soiurilor de primăvară de 110...130 de zile;

- densitatea optimă la rapiță este cuprinsă între 130 și 160 plante/m².

Progresele realizate pe plan mondial și în țara noastră, în ameliorarea acestei plante și în utilizarea multiplă a uleiului motivează pe deplin reconsiderarea suprafețelor cultivate cu aceasta plantă și în România.

Din punct de vedere al procesului tehnologic de recoltare cu un consum minim de utilaje și energie, soiurile de rapiță trebuie să îndeplinească următoarele caracteristici:

- talie mică și medie (*Rapița Naveta*);
- rezistente la cădere și scuturare.

Soiurile de rapiță recomandate a fi cultivate în România, din punct de vedere al recoltării, sunt soiurile de primăvară și soiurile de toamnă Contact, Dexter, Astus, Rasmus, pentru că având caracteristicile menționate se pot recolta într-o singură fază, direct cu combina de recoltat cereale echipată cu heder de cereale (*INMA București - P2, 2011*).

1.2.2.1. Tehnologii de recoltare mecanizată a culturii de rapiță

Tehnologia de recoltare a rapiței prevede recoltarea acesteia în funcție de caracteristicile soiurilor, într-o fază sau în două faze.

- **Tehnologia de recoltare mecanizată a culturii de rapiță în două faze**

Recoltarea rapiței în două faze se practică la soiurile cu talie mare (*Rapița Colza*) sau în anumite condiții de climă. Această tehnologie de recoltare constă în cositul plantelor în faza de coacere în pârgă (teci de culoare galbenă și sămânța cu început de brunificare, cu umiditatea de 25 ... 30 %). Plantele se taie cu vindroverul fig.1.10. și rămân pe miriștea înaltă de 25 ... 30 cm, până când umiditatea semințelor ajunge la 12...14 %, după care se treieră cu combina de recoltat cereale echipată cu heder și ridicător de brazdă, care preia plantele tăiate și le transmite hederului combinei. În fig.1.11. se prezintă vindroverul pentru tăierea rapiței și lăsarea acesteia în brazdă.



Fig.1.11. Vindrover pentru tăierea rapiței și lăsarea acesteia în brazdă

Fig.1.11. Vindrover for cutting of rapeseed and leaving it on soil

<http://multilingual.bionetsyst.com>

Această tehnologie prezintă avantajul că se obțin semințe cu un conținut redus de umiditate și mai curate de impurități. Prin această tehnologie pierderile de semințe sunt reduse, astfel sporul de recoltă care se obține acoperă cheltuielile suplimentare cu recoltarea în două faze și cu două mașini (*INMA București - P2, 2011*).

- **Tehnologia de recoltare mecanizată a culturii de rapiță într-o fază**

Recoltarea într-o fază, direct cu combina de recoltat cereale, este cea mai sigură tehnologie, fiind practică de 95 % dintre fermieri. Această tehnologie de recoltare este eficientă numai dacă se iau măsuri de micșorare a pierderilor la recoltare și există posibilități de uscare a recoltei. În fig.1.12 se prezintă o combină Claas Tucano 570 echipată cu heder care are despărțitoare de lan prevăzute cu aparate de tăiere, folosite la recoltarea rapiței într-o fază.



Fig.1.12. Combină Claas echipată cu heder care are despărțitoare de lan prevăzute cu aparate de tăiere, folosite la recoltarea rapiței într-o fază

Fig.1.12. Class harvesting machine equipped with header which have field dividers equipped with cutter bar, utilised at rapeseed harvesting into a single phase
<http://www.google.com>

Recoltarea începe când semințele sunt brunificate și umiditatea acestora ajunge la 16...18 % (umiditatea optimă la recoltare într-o fază fiind de 9...10 %). Recoltarea se face numai dimineața sau seara și nu va dura mai mult de 2...3 zile, după recoltare făcându-se curățarea suplimentară a semințelor și reducerea umidității acestora prin lopătare sau cu echipamente specializate.

Sunt situații în care pentru ușurarea recoltării rapiței într-o singură fază, se realizează desicarea lanului (se folosesc substanțe care micșorează rapid umiditatea plantelor). În acest caz, recoltarea începe când semințele au o umiditate de 15 % și se termină când umiditatea lor este de 9 %.

Combinele moderne de recoltat cereale pot fi ușor reglate astfel încât să se realizeze recoltarea rapiței într-o singură fază, de bună calitate și fără pierderi.

La unele modele de hedere, distanța dintre aparatul de tăiere și melcul de alimentare se mărește la recoltarea rapiței. În fig.1.13 se prezintă mărirea distanței dintre aparatul de tăiere și melcul de alimentare la hederele combinelor de recoltat cereale ale firmei Claas.

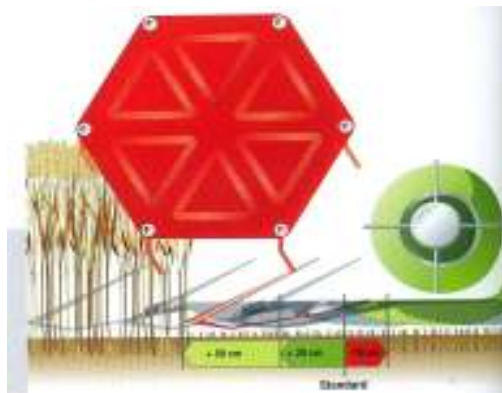


Fig.1.13. Mărirea distanței dintre aparatul de tăiere și melcul de alimentare la hederele combinelor de recoltat cereale ale firmei Claas
 Fig.1.13. Increasing of the distance between cutting bar and supply chain at the headers belonging to Claas harvesting machines
<http://multilingual.bionetsyst.com>

1.2.3. Caracteristici generale ale culturii de floarea-soarelui

Denumirea în latină a florii-soarelui este *Helianthus annuus*, derivă din două cuvinte grecești care înseamnă „soare” și „floare”. Planta atinge de obicei înălțimea de 2 m, însă unele exemplare pot avea chiar peste 4 m. Diametrul pălăriei florii-soarelui poate varia de la 5 cm la 50 cm, iar o singură floare poate produce între 100 și 8000 de semințe (Hughes V., 2010).

Lucrarea de recoltare a florii-soarelui prezintă o importanță deosebită în reducerea pierderilor și asigurarea calității recoltei. Este foarte important să se stabilească corect momentul recoltării, de acesta depinzând treieratul corespunzător și păstrarea semințelor de floarea-soarelui în condiții optime, fără dificultăți. Ajungerea la maturitate a plantelor de floarea-soarelui trebuie urmărită cu atenție, prin controale periodice în lan.

Floarea-soarelui se recoltează când umiditatea semințelor este cuprinsă între 10 și 15%, adică atunci când 70% dintre calatidii sunt uscate și 30% au culoarea brună.

Însă, recoltarea poate fi începută în momentul în care umiditatea semințelor este de 13-14% adică 75-80% din calatidii au culoarea brună și brună gălbuie.

În fig.1.14. se prezintă recoltarea cu ajutorul combinei Claas autopropulsată echipată cu heder specializat pentru floarea-soarelui.



Fig.1.14. Recoltarea cu ajutorul combinei Claas autopropulsată echipată cu heder specializat pentru floarea-soarelui
 Fig.1.14. Harvesting using a Claas self-propelled harvesting machine equipped with a special header for sunflower
<http://www.utiben.ro>

După recoltare, semințele trebuie curățate rapid de impurități și uscate. Recoltarea se va încheia atunci când umiditatea semințelor este de 10%, după acest procent semințele se scutură. La noi în țară recoltarea florii-soarelui se realizează calendaristic în ultima

decadă a lunii august și mijlocul lunii septembrie, cu diferențe în funcție de zona geografică.

În cazul fermelor cu suprafețe mici recoltarea se va realiza prin tăierea calatidiilor cu secera și strângerea lor în grămezi, unde se lasă la uscat câteva zile.

În cazul fermelor extinse, floarea-soarelui se va recolta cu ajutorul combinelor la care se atașează echipamentul special pentru recoltat floarea-soarelui.

Viteza optimă de lucru, la care se înregistrează pierderile minime prin scuturare, este de 3-5 km/h.

La combină se efectuează următoarele reglaje specifice:

- înălțimea de tăiere este cuprinsă între 50 și 100 cm, în funcție de înălțimea plantelor și gradul de cădere. La un procent de peste 15% plante culcate, înălțimea de tăiere se reduce la 20-30 cm, iar intrarea combinei în lan se face în sens invers înclinării plantelor;

- turația bătătorului este redusă pentru a nu se decortica semințele, fiind cuprinsă între 450 și 600 rotații/minut, turația mai mică fiind la culturile cu umiditatea semințelor scăzută și cu plante uniform ajunse la maturitate;

- distanța dintre bătător și contrabătător este de 28-32 mm la intrare și 14-16 mm la ieșire;

- contrabătătorul trebuie să fie pentru semințe mari, cu spații duble între vergele;

- postbătătorul trebuie să aibă palete din cauciuc sau se păstrează cele metalice, dar se demontează jumătate dintre ele;

- sitele trebuie alese și reglate corespunzător mărimii semințelor;

- curentul de aer al ventilatorului trebuie atent reglat, astfel încât, să fie eliminate semințele seci și resturile de inflorescență și frunze, dar fără a fi antrenate în pleava și semințele pline. Nu se trec semințele prin decorticator. Reglajele combinei se modifică zilnic și chiar în cadrul zilei, dimineața, la prânz și seara. La recoltarea mecanizată a florii-soarelui se cere ca pierderile de semințe să nu fie mai mari de 2%, procentul de semințe sparte să nu depășească 5%, iar puritatea semințelor să fie mare de 97%. La noi în țară recoltarea florii-soarelui se realizează calendaristic în ultima decadă a lunii august și mijlocul lunii septembrie, cu diferențe în funcție de zona geografică. Planta de floarea-soarelui se rotește după soare. Atât frunzele, cât și florile sunt heliotropice, adică se orientează spre lumină. Planta stochează auxina, un hormon vegetal care stimulează creșterea. După ce ating nivelul maxim de înflorire, florile nu mai sunt heliotropice, ci în general rămân orientate spre est.

1.2.4. Caracteristici generale ale culturii de soia

Soia (*Glycine max* (L) Merr., sin. *Glycine hispida* Moench) este o cultură care face parte din familia leguminoaselor. Sămânța de soia are o structură tipică de leguminoase. În timpul germinației, cotiledoanele soiei ("frunzele din semințe") sunt împinse spre suprafață. După răsărit, cotiledoanele devin verzi, se desfac și aprovizionează frunzele în curs de dezvoltare cu substanțe nutritive depozitate în ele, în același timp,

captează și o cantitate mică de energie luminoasă în procesul de fotosinteză. Se consideră că o plantă de soia a răsărit atunci când cotiledoanele se află în poziție orizontală. Primele frunze care se dezvoltă deasupra cotiledoanelor sunt unifoliare și au poziția opusă una față de altă pe tulpină, deasupra cotiledoanelor. Toate frunzele formate ulterior sunt trifoliolate (formate din 3 foliole). În fig.1.15 se prezintă cultura de soia.



Fig.1.15. **Cultura de soia**

Fig.1.15. **Soybean crop**

<http://www.pestre.ro>

Dezvoltarea plantei de soia este caracterizată prin două etape de creștere distincte. Prima etapă vegetativă (V) durează de la răsărire și până la începutul înfloriturii. A doua este faza reproductivă (R), care durează de la începutul înfloriturii până la maturitate. Stadiile pe care le parcurge planta de-a lungul perioadei de vegetație sunt marcate prin dezvoltarea frunzelor, florilor, păstăilor și semințelor. Precizarea stadiilor respective necesită identificarea nodurilor. Nodul este partea tulpinii care comunică cu frunzele. O frunză se consideră pe deplin deschisă când marginile frunzei nu se mai ating.

Cerințele față de temperatură. Soia este o plantă cu cerințe relativ înalte față de factorii vitali – temperatură, umiditate și sol. Pentru a se dezvolta normal ea are nevoie, în funcție de soi, de o sumă de temperaturi ce variază între 1700 și 3200⁰C. Temperatura minimală pentru germinația semințelor este de 7⁰C. Temperatura prielnică pentru germinarea semințelor de soia se consideră 12-14⁰C. Dacă primăvara semințele de soia s-au semănat într-un sol neîncălzit, atunci ele pot fi vătămate de boli și insecte. Plantele care au răsărit pot suporta înghețurile de primăvară de minus 3⁰C. Se consideră că cea mai favorabilă temperatură a aerului de creștere a soiei este de 20-25⁰C. Schimbările mari de temperatură de la zi-noapte influențează negativ asupra procesului de înflorire și formare a boabelor.

Cerințele față de apă. Soia este rezistentă la secetă, datorită perișorilor formați pe frunze, tulpină și păstăi. Totodată față de umiditate este pretențioasă mai ales în faza de înflorire și formare a boabelor. Pentru germinația semințelor ea absoarbe cca 150% din greutatea lor. Soia reacționează mai puțin la neajunsul de apă la sfârșitul primăverii și începutul verii, mai bine spus până în perioada înfloririi, atunci când masa biologică e slab dezvoltată. Începând cu faza înfloririi, necesitatea în apă crește considerabil, mai ales când se formează organele de reproducere și boabele. Insuficiența de apă în această perioadă influențează negativ asupra dezvoltării plantelor, reține creșterea lor și provoacă înșeșia joasă a păstăilor, diminuând considerabil recolta de boabe la hectar. La diferite soiuri

perioada critică în ce privește comportarea față de umiditate în timpul vegetației soiei, se manifestă în diferite perioade. Astfel, pentru a obține o recoltă mare de soia la hectar, trebuie să se cultive câteva soiuri la care perioada critică privind umiditatea să nu coincidă. În afară de aceasta o mare influență o are căderea precipitațiilor atmosferice în perioada de toamnă-iarnă-primăvară (septembrie-mai). Productivitatea acestor soiuri depinde mai puțin de precipitațiile atmosferice de vară. De aceea ele se deosebesc că au o productivitate mai stabilă, comparativ cu soiurile care au o epocă de maturizare medie și tardivă. Productivitatea soiurilor cu o epocă de maturizare medie și tardivă, într-o mare măsură depinde de precipitațiile care cad în perioada de vegetație. Astfel, diminuarea efectelor secetei poate fi asigurată nu numai prin operații agrotehnice, dar și prin crearea a noi soiuri cu o perioadă de vegetație mai scurtă și totodată mult mai rezistente la secetă. Aupra productivității soiei influențează nu atât de mult suma de precipitații în perioada de vegetație, cât distribuirea lor pe faze și perioade de creștere și dezvoltare. Precipitațiile căzute în faza de înflorire, formarea și umplerea boabelor au o influență decisivă la formarea recoltelor înalte ale acestei culturi.

Cerințele față de lumină. Soia este o plantă de zi scurtă. Ea nu are nevoie de o lumină cu intensitate înaltă. Are nevoie de o iluminare uniformă a suprafeței plantei. Conform studiilor efectuate, sunt patru grupe de soiuri de soia după gradul de reacție la lungimea zilei: prima cu reacție neutră, a doua cu reacție slabă, a treia – mijlocie, și ultima – puternică. În practică, regimul de lumină se poate regla prin metode și norme de semănat. În semănăturile rare se crează condiții bune de lumină, planta se ramifică puternic, dezvoltând o suprafață foliară mare și totodată formând o cantitate mare de boabe. În semănăturile dese sau îmburuenite, se încalcă regimul de lumină, plantele se întind, formând puține ramuri și frunze, ducând la diminuarea productivității individuale a fiecărei plante. Astfel este foarte important de a crea și forma un regim bun de lumină, prin asigurarea unei densități optime la ha. Harta de maturitate a soiei în Europa: 000 (ultra timpurii); 00-0 (timpurii-intermediare); I (tardive); II (ultratardive). Planta de soia are un sistem radicular puternic și preferă solurile bine aerate. Pentru o mai bună dezvoltare a plantei, solul trebuie să aibă o reacție neutră. Solurile ușoare cu capacități mici de reținere a apei nu sunt recomandate pentru producerea soiei. Creșterea soiei unde pH-ul este mai mic de 3,9 și mai mare de 9,6 este imposibilă. Soia poate să crească pe toate tipurile de sol, în afară de solonețuri și soluri acide mlăștinoase. Cele mai favorabile soluri pentru soia sunt cernoziomurile, solurile nisipo-lutoase și luto-nisipoase. Însă cele mai bune recolte de soia se obțin pe cernoziomuri bogate în humus, unde reacția solului este neutră sau slab alcalină. Soia este sensibilă la gradul de tasare a solului. Densitatea optimă a solului pentru soia este de 0,9-1,2 g/cm³. Prin mărirea volumului de greutate până la 1,27 g/cm³ și mai mult se observă deprimarea creșterii și dezvoltării plantelor, care duce la diminuarea productivității (Axinte M., 2001).

1.2.4.1. Recoltarea culturii de soia și păstrarea recoltei

În fig.1.16 se prezintă recoltarea culturii de soia cu o combină Claas Lexion 620.

Recoltarea soiei ridică probleme legate de limitarea pierderilor de semințe din

cauza inserției joase a primelor păști. Pentru reducerea la minimum a pierderilor la recoltare se iau măsuri de nivelare a terenului înainte de semănat, realizarea densității optime, fără plante căzute, folosirea soiurilor cu inserție a primelor păști la peste 10-12 cm de la nivelul solului, executarea lucrărilor de prășit fără denivelarea solului.



Fig.1.16. Recoltarea culturii de soia cu combina Claas Lexion 620

Fig.1.16. Harvesting of soybean using a Class Lexion 620 harvesting machine

<http://www.google.com>

Momentul optim de recoltare poate fi determinat luându-se în considerare următoarele: îngălbenirea frunzelor și căderea acestora; brunificarea a minimum 70% din păști; semințele capătă culoarea specifică soiului și se întăresc; semințele au umiditatea de 16%. Recoltarea soiei se execută cu combine autopropulsate la care se fac reglajele necesare pentru reducerea pierderilor: se folosește hederul de la culturile de cereale păioase, aparatul de tăiere va fi coborât cât mai jos posibil (4-6 cm față de sol), viteza de înaintare a combinei să nu depășească 4-5 km/h, turația bătătorului va fi de 400-600 rotații/minut, distanța dintre bătător și contrabătător să fie de 20-25 mm la intrare și 15-18 mm la ieșire și se va folosi setul de site corespunzătoare.

Soia se caracterizează printr-un potențial mare de producție, realizând 2,5-3 t/ha în condiții de neirigat și până la 4-4,5 t/ha în cultură irigată. Raportul boabe tulpini este de 1:1,3-2. Semințele de soia se păstrează la 14% umiditate (Axinte M., 2001).

1.3. Concluzii parțiale

- Recoltarea culturilor de cereale și plante tehnice este un proces complex, care se efectuează din vechi timpuri cu ajutorul combinelor.

- Prima combină din lume a fost brevetată în anul 1834 de către americanul Hiram Moore, combină care era trasă de cai și folosea roțile de sprijin ca și roți motoare pentru acționarea organelor de lucru.

- Ulterior, în deceniul al patrulea din secolul XX, a apărut în America de Nord combina autopropulsată, fabricată de firma Masey – Harris din Monitoba – Canada, încercată în Argentina.

- În Europa combina a apărut în vara anului 1936, fabricată la fabrica din Harse Winkel, de către August Claas, combină care era tractată de tractor.

- În anul 1953 apare pe piață prima combină autopropulsată cu motor integrat, combina Claas.

- Prima combină autopropulsată românească este fabricată în anul 1972 la uzina Semănătoarea din București.
- Firma Sperry New Holland, în anul 1975, a lansat în fabricație prima combină cu flux axial TR 70 care are aparatul de treier format din două rotoare paralele.
- Prima combină autopropulsată cu aparat de treier, cu un singur rotor, a fost fabricată de Case International Harvester în anul 1977.
- Combinele de recoltat cereale păioase și plante tehnice au cunoscut o dezvoltare semnificativă în timp, ajungând astăzi la performanța ca o combină Claas Lexion, care are un heder de 12 m, să fie capabilă să recolteze 100 tone de grâu într-o singură oră.
- S-a considerat necesar și oportun continuarea cercetărilor în acest domeniu privind: optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării; rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole; rezistența la uzură a organelor active din componența aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole.

CAPITOLUL II

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII PRIVIND APARATELE PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE LA MOMENTUL RECOLTĂRII

CHAPTER II

THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE REGARDING DEVICES FOR CUTTING AGRICULTURAL PLANT STALKS AT HARVEST TIME

2.1. Aspecte generale privind tehnologia de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Tăierea semnifică fragmentarea tulpinilor plantelor agricole în vederea prelucrării sau înlăturării unor părți din acestea și se realizează cu ajutorul cuțitelor.

Tulpinile plantelor agricole se compun din celule dispuse în țesuturi. Acestea, la rândul lor, cuprind fascicule fibro-vasculare care îndeplinesc rolul de armură. Ca urmare, procesul de tăiere al tulpinilor plantelor agricole constă în ruperea fasciculelor fibro-vasculare. Aceste fascicule, la unele tulpini vegetale, sunt distribuite uniform pe întreaga secțiune, iar la altele în zona periferică.

Tulpinile plantelor agricole sunt materiale anizotrope a căror rezistență și plasticitate depinde de structura țesuturilor și de umiditatea acestora. Ca urmare, procesul de tăiere este însoțit de striviri locale, încovoieri și întinderi ale fibrelor a căror pondere este în funcție de modul de rezemare și de scula de lucru folosită.

În perioada de vegetație ritmul de creștere al tulpinilor plantelor agricole trece prin diferite faze, caracterizate de schimbări semnificative în configurarea lor și schimbări în compoziția chimică (*Neculăiaș și colab., 1995*).

Procesul de tăiere este unul complex, în care acțiunea muchiilor active ale lamelor-cuțitului asupra tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, determină secționarea acestora. Procesul de lucru este influențat de caracteristicile plantei, cum ar fi: elasticitatea, tenacitatea, plasticitatea etc. Noțiunea de elasticitate se referă la însușirea tulpinilor plantelor agricole de a-și reface forma și dimensiunile după încetarea solicitării sarcinii exterioare care a provocat modificarea lor.

Capacitatea de tăiere a lamelor-cuțit este condiționată de gradul de ascuțire a unghiului i_c . Cel mai important parametru referitor la modificările provocate de uzura lamelor-cuțit este gradul său de ascuțire. Cu cât o lamă se uzează (tocește) mai intens, cu atât este mai mare coeficientul acțiunii de uzură al acesteia. De o importanță semnificativă pentru fenomenul de uzură a lamelor-cuțit sunt parametrii fizici, cum ar fi: umiditatea,

densitatea structurii tulpinilor, conținutul de particule abrazive rezultat în procesul de tăiere etc. Umiditatea excesivă, urmată de depunerea apei pe lame, are rol de lubrifianț în frecarea cu lamele-cuțit.

Secțiunea tulpinilor plantelor agricole rezultate în urma acțiunii lamelor-cuțit este precedată de procesul comprimării prealabile de către lamă până la apariția pe muchia ei a forței distructive de contact. În majoritatea cazurilor de tăiere a tulpinilor elastice, tenace, omogene etc, forța aplicată la cuțit, care depășește o serie de rezistențe de diferite origini cu care se termină procesul de comprimare a tulpinilor plantelor agricole și începe tăierea acestora, este cea mai mare între alte forțe care se manifestă în timpul tăierii.

2.2. Clasificarea aparatelor pentru tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Operația tehnologică în procesul de tăiere a tulpinilor plantelor agricole constă în distrugerea continuității fibrelor tulpinilor și separarea părții aeriene de rădăcini.

Tăierea tulpinilor plantelor agricole se poate face în două moduri: **tăierea prin forfecare și tăierea prin inerție.**

În fig.2.1 se prezintă schema tăierii prin forfecare.

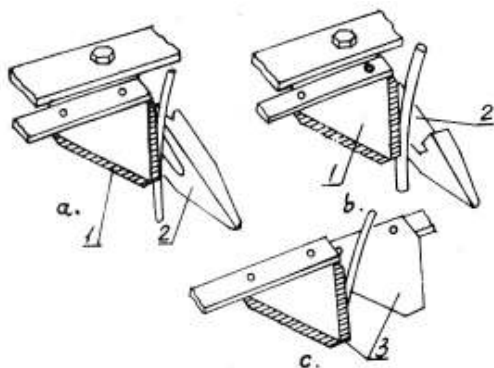


Fig.2.1. Procesul de lucru pentru tăierea prin forfecare:

a) și b) – tăierea cu ajutorul cuțitului și a contracuțitului; c) – tăierea cu două cuțite.
1 – cuțit; 2 – contracuțit; 3 – lame cuțit.
(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.1. Working process for shear cutting:
a) and b) - cutting with a knife and counter-knife; c) - cutting with two knives.
1 - knife; 2 - counterknife; 3 - knife blades.
(Neculăiasa et al., 1995)

În primul caz, tăierea se execută de către două elemente active distincte, cuțit și contracuțit (fig.2.1 a,b) sau două cuțite (fig.2.1 c) (Neculăiasa, 2002).

În cazul al doilea, tăierea o execută un singur element activ, cuțitul, care aplică o forță tăietoare asupra tulpinilor plantelor agricole cu o viteză tangențială.

În funcție de felul mișcării elementelor active, aparatele de tăiere folosite în construcția mașinilor pentru recoltarea culturilor agricole se împart în trei grupe, și anume:

- aparate de tăiere care au cuțite cu mișcare rectilinie-alternativă;
- aparate de tăiere cu mișcare de rotație;
- aparate de tăiere care au cuțite cu mișcare liniară uniformă.

Aparatele de tăiere care au cuțite cu mișcare rectilinie-alternativă sunt de două feluri:

- cu un cuțit;
- cu două cuțite.

Aparatul de tăiere cu un cuțit este realizat în două variante:

- cu degete;
- cu plăci contratăietoare.

Aparatul de tăiere cu degete este foarte mult folosit în construcția mașinilor de recoltat, pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, cereale păioase, cânepă ș.a. și funcționează normal la viteze de înaintare în lucru de până la 8 km/h. Celelalte aparate de tăiere se folosesc îndeosebi în construcția mașinilor de recoltat plante furajere, legumicole ș.a. (Neculăiasa și colab., 1995).

2.3. Construcția aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole

Aparatele de tăiere care execută mișcare rectilinie-alternativă, cu un singur cuțit, sunt construite în două variante:

- cu degete;
- cu plăci contratăietoare.

2.3.1. Construcția aparatului de tăiere cu degete

Aparatele de tăiere cu degete se clasifică, după poziția cuțitului față de degete, astfel:

- aparate de tăiere care au cuțit superior;
- aparate de tăiere care au cuțit inferior.

Cel mai des întâlnit este aparatul de tăiere cu degete și cuțit superior. Acesta pot fi: cu plăci de presare (fig.2.2) sau cu plăci de ghidare (fig.2.3) (Neculăiasa și colab., 1995).

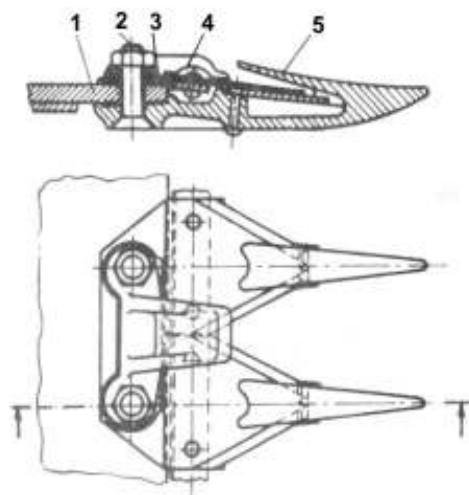


Fig.2.2. Aparat de tăiere cu degete și plăci de presare:

1 - bară port degete; 2 - șuruburi; 3 - plăci de ghidare a barei port-lame cuțit; 4 - plăci de presare; 5 - degete.

Fig.2.2. Cutting device with fingers and pressing plates:

1 - finger holder bar; 2 - screws; 3 - guiding plates of the knife blade bar; 4 - pressing plates; 5 - fingers
(Neculăiasa, 1995)

Elementele care compun aparatele de tăiere cu degete, sunt:

- partea fixă (degetele fixate pe suportul lor);
- partea mobilă (cuțitul propriu-zis);
- mecanismul de acționare.

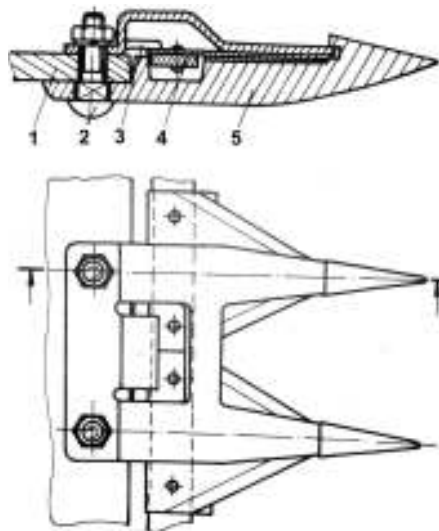


Fig. 2.3. Aparat de tăiere cu degete și plăci de ghidare:
1 - bară port degete; 2 - șurub; 3 - plăci de ghidare a barei
port-lame cuțit; 4 - plăci de presare; 5 - degete.

Fig.2.3. Cutting device with fingers and guiding plates:
1 - finger holder bar; 2 - screw; 3 - guiding plates of the
knife blade bar; 4 - pressing plates; 5 - fingers.
(Neculăiasa, 1995)

Partea fixă, fig.2.2, constituie partea de sprijin și de ghidare a cuțitului care este formată din: bara port-degete (1), degete (5), șuruburi (2), plăci de presare (4), plăci de ghidare a suportului lamelor-cuțit (3). În timpul tăierii tulpinilor, degetele au rolul de a împărți plantele agricole în fâșii longitudinale și a le susține.

Degetele pot fi: singulare, fig.2.4 a, sau grupate în blocuri, câte două, fig.2.4b, respectiv câte trei, fig.2.4 c, executate prin forjare sau prin turnare. Sunt construite aparate de tăiere cu degete fără lame-contracuțit, fig.2.3. Rolul lamelor-contracuțit este preluat de muchiile laterale ale degetelor care sunt prelucrate în acest sens. Muchiile active ale contra-cuțitului pot fi netede sau zimțate (6; 7 zimți/cm cu adâncimea de 0,6-0,9 mm).

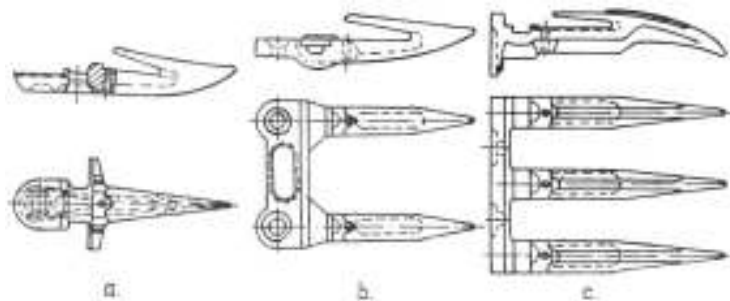


Fig.2.4. Forme de degete:

a – deget cu vârful curbat în sus; b – degete cu vârful drept; c - degete cu vârful curbat în jos.

Fig.2.4. Fingers shape

a - finger with the tip curved upwards; b - fingers with the right tip; c - fingers with the tip curved downwards.

(Neculăiasa, 1995)

Pentru a reține tulpinile plantelor agricole, zimții sunt orientați în sens invers înaintării mașinii. Muchiile active ale contra-cuțitului sunt ascuțite sub un unghi $i_p = 45 \dots 82^\circ$. Ajustarea și menținerea jocului între lamele cuțitului și lamele contra-cuțitului se efectuează cu ajutorul plăcilor de presare așezate în intervalele dintre degete la distanțe

egale de-a lungul barei port-degete. Pasul plăcilor de presare este de trei la cinci ori pasul degetelor. Sprijinirea cuțitului în partea posterioară este asigurată de plăcile de ghidare. Ele sunt dispuse sub plăcile de presare și sunt prevăzute cu orificii alungite pentru reglare. În cazul aparatului de tăiere cu plăci de ghidare a cuțitului, degetele nu mai au puncte de rezemare, plăcile de ghidare asigurând atât sprijinirea plantelor în procesul de tăiere, cât și menținerea unei distanțe constante între muchiile tăietoare ale cuțitului și ale degetelor.

Vârful degetului poate fi: drept (fig.2.4b), curbat în sus (fig.2.4a) și curbat în jos (fig.2.4c).

Degetul prezentat în fig.2.5 este format din: partea de fixare (1), canalul (2), umerii de sprijin (3), corpul (4), vârful (6), puntea de rezemare (7) și lama contracuțit (5).

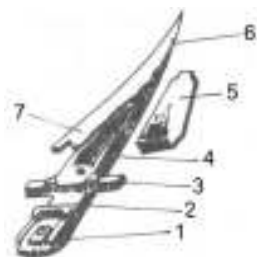


Fig.2.5. **Deget:**

1 - partea de fixare; 2 - canalul; 3 - corpul; 4 - vârful; 5 - lama contracuțit; 6 - vârful; 7 - puntea de rezemare.

(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.5. **Finger**

1 - fixing part; 2 - channel; 3 - body; 4 - tip (peak); 5 - counter-knife blade; 6 - peak (tip); 7 - bearing bridge.

(Neculăiasa et al., 1995)

În fig.2.6 se prezintă lama contracuțit care se fixează pe deget cu un nit, având două muchii active înclinate față de axa degetului cu un unghi $\alpha_p = 3 \dots 8^\circ$.

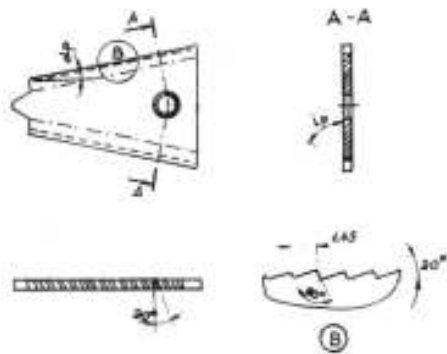


Fig.2.6. **Lama contracuțit**

(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.6. **Counter-knife blade**

(Neculăiasa et al., 1995)

Partea mobilă, cuțitul prezentat în fig.2.7 a aparatului de tăiere, este alcătuit din: bară port-lame (3), lamele-cuțit (2) și capul de acționare (1).

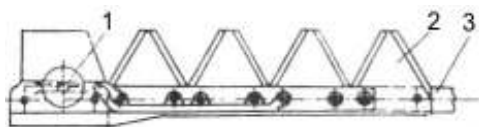


Fig.2.7. **Cuțit asamblat:**

1 - capul de acționare; 2 - lame cuțit; 3 - bară port-lame.

(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.7. **Assembled knife:**

1 - drive head; 2 - knife blades; 3 - blade holder bar.

(Neculăiasa et al., 1995)

Pe bara port-lame sunt fixate cu nituri, lamele cuțitului care au două muchii active, înclinate față de direcția de înaintare cu un unghi $\alpha_c = 20 - 50^\circ$.

La mașinile de recoltat plante verzi muchiile active ale lamelor-cuțitului sunt netede, iar la mașinile de recoltat cereale sunt zimțate. Zimții sunt executați fie pe partea superioară, fie pe partea inferioară. Diametrul tulpinilor trebuie să fie de două-trei ori mai mare decât pasul zimților. Culturile cerealelor păioase au diametrul $d = 2-4$ mm, iar pasul zimților este de $1-1,2$ mm, la plantele furajere ierboase diametrul tulpinilor putând să fie de $0,4$ mm, iar pasul zimților este de $0,2-0,3$ mm. Cu ajutorul pietrelor abrazive cu granulație mare, prin polizarea muchiilor active se obțin zimții lamelor cuțitului. În fig.2.8 se prezintă lama-cuțit.

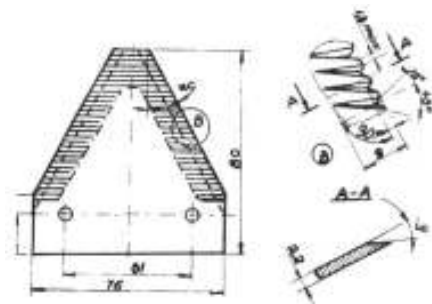


Fig.2.8. **Lamă-cuțit**
(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.8. **Knife-blade**
(Neculăiasa et al., 1995)

Muchiile active ale lamelor cuțit sunt ascuțite sub un unghi $i_c = 19 - 25^\circ$. Lamele cuțitului și contracuțitului sunt tratate termic pe laturile active, prin CIF (curenți de înaltă frecvență), pe o distanță de $10 - 15$ mm, și au duritatea de $50-60$ HRC (Neculăiasa și colab., 2002).

2.3.2. Construcția aparatului de tăiere cu plăci contratăietoare

Aparatul de tăiere cu plăci contratăietoare are fixat pe bara suport, în locul degetelor, lame contratăietoare triunghiulare cu muchii ascuțite. Poziția cuțitului față de lamele contratăietoare poate fi cu: **dispunere superioară** sau **inferioară**.

Cuțitul superior al aparatului de tăiere cu plăci contratăietoare este reprezentat în fig.2.9, aparține unei cositori purtate și este alcătuit din: patina exterioară (1), cuțit (2), bara suport (3), plăci de ghidare (4), capul de acționare a cuțitului (5) și patina interioară (6) (lamele contracuțit nu apar pe schemă). Mecanismul bielă-manivelă imprimă cuțitului o mișcare rectilinie-alternativă (Neculăiasa și colab., 1995).

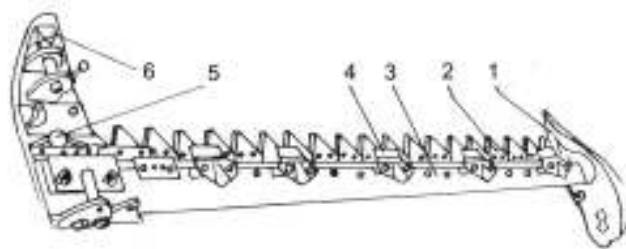


Fig.2.9. **Aparat de tăiere cu plăci contratăietoare și cuțit superior:**

1 - patina exterioară; 2 - cuțit; 3 - bară suport; 4 - plăci de ghidare; 5 - capul de acționare a cuțitului;
6 - patina interioară. (Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.9. **Cutting device with counter plates and upper knife:**

1 - outer skate; 2 - knife; 3 - support bar; 4 - guide plates; 5 - actioning head of the knife; 6 - inner skate.
(Neculăiasa et al., 1995)

În cazul aparatului de tăiere care are cuțitul inferior, fig.2.10, plăcile contratăietoare (fixe) sunt situate deasupra lamelor tăietoare.



Fig. 2.10. **Schema aparatului de tăiere care are cuțitul inferior**
(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.10. **Design of a cutting device with lower knife**
(Neculăiasa et al., 1995)

Aceasta face ca în timpul tăierii tulpinile plantelor agricole să nu se frângă și să pătrundă în interstițiul dintre cele două lame tăietoare. Avantajele acestui aparat de tăiere sunt: nu se înfundă la viteze de lucru mărite și realizează o înălțime a miriștii uniformă chiar și la o tăiere joasă. Aparatul de tăiere fără degete se folosește în construcția unor cositori sau motocositori destinate tăierii ierburilor și vegetației din parcuri sau crescute pe taluzele digurilor sau drumurilor pe terenurile defrișate recent etc (Neculăiasa și colab., 1995).

2.3.3. Construcția aparatului de tăiere cu două cuțite

Aparatul de tăiere cu două cuțite este alcătuit din următoarele componente: elementele active (cele două cuțite); elementele de susținere a cuțitelor și mecanismul pentru acționarea cuțitelor. După felul componentelor de susținere a cuțitelor, se împart în:

- aparate de tăiere cu plăci de ghidare, fig.2.11;
- aparate de tăiere cu brațe oscilante, fig.2.13.

2.3.3.1. Aparare de tăiere cu plăci de ghidare

În fig. 2.11 este prezentată schema aparatului de tăiere cu plăci de ghidare.

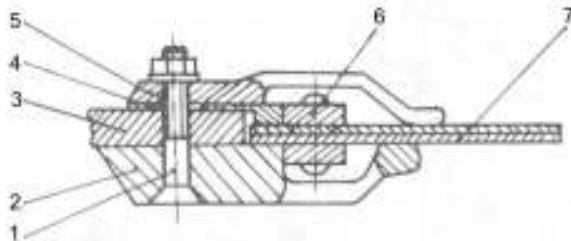


Fig.2.11. **Schema aparatului de tăiere cu plăci de ghidare:**

1 - șuruburi; 2 - ghidaj; 3 - bara principală; 4 - plăci de ghidare; 5 - plăci de apăsare; 6 - șina port - lame; 7 - lame-cuțit. (Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.2.11. **Design of a cutting device with guide plates:**

1 - screws; 2 - guidance; 3 - main bar; 4 - guide plates; 5 - pressure plates; 6 - rail rails-blades; 7 - knife blades. (Neculăiasa et al., 1995)

Aparatul de tăiere cu plăci de ghidare cuprinde: bara principală (3), ghidaj (2), șuruburi (1), plăci de ghidare (4), plăci de apăsare (5), șina port-lame (6) și lamele-cuțit (7). Bara principală și ghidajul inferior sunt, în general, pe toată lungimea aparatului de tăiere, iar plăcile de apăsare și plăcile de ghidare sunt amplasate asemănător ca la aparatul de tăiere cu degete.

După legătura care există între pasul lamelor-cuțit p și cursa S a fiecărui cuțit, se împart în trei grupe, și anume:

- aparat de tăiere care are cursa normală, $S = p = 76,2 \text{ mm}$;
- aparat de tăiere care are cursa medie, $S = p/\alpha = 50,8 \text{ mm}$ ($\alpha = 1,5$);
- aparat de tăiere care are cursa simplă, $S = p/2 = 38,1 \text{ mm}$.

Lamele cuțit sunt fixate cu nituri pe șinele port-lame, fig. 2.12., și au două muchii active ascuțite, netede. Unghiul de ascuțire este $i_c = 20 - 45^\circ$, iar unghiul de înclinare al muchiilor față de axa lamei este $\alpha_c = 16 - 30^\circ$.

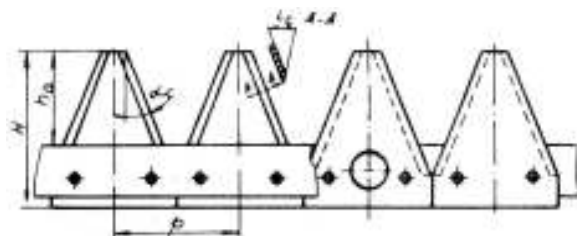


Fig.2.12. **Cuțite**
(Neculăiasa și colab., 1995)

Fig.2.12. **Knives**
(Neculăiasa et al., 1995)

2.3.3.2. Aparat de tăiere cu brațe oscilante

În fig.2.13 este reprezentat aparatul de tăiere cu brațe oscilante (Neculăiasa și colab., 1995).

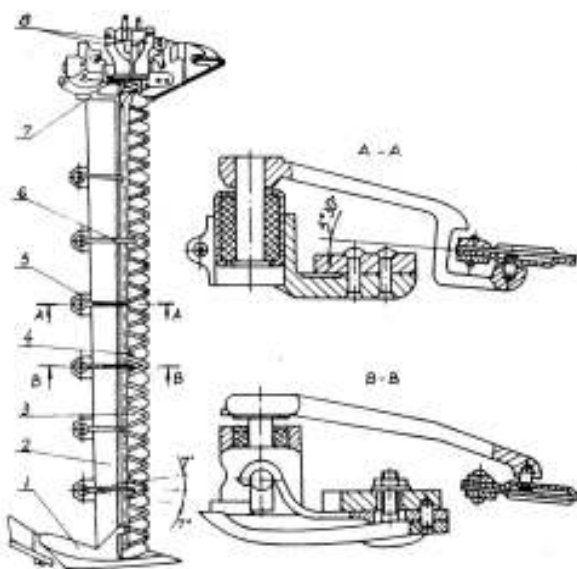


Fig. 2.13. **Aparat de tăiere cu brațe oscilante:**

- 1 – patină exterioră; 2 – bară suport;
3 – cuțit superior; 4 – cuțit inferior;
5 – brațe oscilante de apăsare a cuțitului inferior; 6 – brațe oscilante de apăsare a cuțitului superior; 7 – patina interioară;
8 – capetele pentru acționarea cuțitelor.
(Neculăiasa și colab., 1996)

Fig.2.13. **Cutting device with oscillating arms:**

- 1 - outer skate; 2 - support bar; 3 - upper knife; 4 - lower knife; 5 - oscillating arms for pressing the lower knife; 6 - oscillating arms for pressing the upper knife; 7 - inner skate; 8 - heads for operating the knives
(Neculăiasa et al., 1995)

Aparatul de tăiere cu brațe oscilante este construit în două variante: varianta care are cursă simplă și varianta care are cursa micșorată. Aparatul de tăiere cu brațe oscilante este alcătuit din următoarele părți componente: patina exterioră (1), bara suport (2), cuțitul superior (3), cuțitul inferior (4), brațele oscilante de apăsare a cuțitului superior (6), brațele oscilante de susținere a cuțitului inferior (5), patina interioară (7), capetele (8) pentru acționarea cuțitelor.

Brațul oscilant de susținere a cuțitului inferior, fig.2.13, (secțiunea A-A), este montat pe bara suport prin intermediul suportului (11) prevăzut cu un guler de prindere cu șurub de strângere, bușca elastică de torsiune din cauciuc (10) și bolțul (9).

În fig.2.13, (secțiunea B-B), este reprezentat braț oscilant de apăsare montat pe bara suport prin intermediul bolțului (12), bușei elastice de torsiune (13), suportul (14), lama elastică (15), șurubul (16) și știftul (17). Cămașa bușei elastice este prevăzută cu doi umeri laterali care se reazămă pe urechile suportului (14) și un prag sprijinit pe lama elastică (15). Pe bara suport sunt amplasate brațele elastice la distanță de trei pași ai lamelor tăietoare.

Brațele oscilante asigură reglarea jocului între cuțite și amortizarea forței de inerție la capetele cursei. Poziția brațelor de susținere a cuțitului inferior se poate regla prin deplasarea bușelor elastice, în inelul de strângere al fiecărui suport pentru aducerea lamelor-cuțit în același plan.

Cu ajutorul șuruburilor (16) se reglează apăsarea brațelor superioare. Forța de apăsare a unui braț pe cuțitul superior este de 10-15 daN. Valoarea maximă a forței din capătul brațului oscilant care acționează în planul cuțitului la punctele extreme ale cursei este de 12-14 daN. Lungimea brațelor este de circa 180 mm.

În fig.2.14 este prezentat cuțitul care se compune din: șina port-lame și lamele-cuțit.

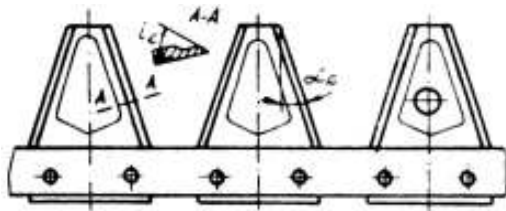


Fig.2.14. **Cuțit:**
1 – șina port lame-cuțit; 2 – lame-cuțit
(Neculăiasa și colab., 1996)

Fig.2.14. **Knife:**
1 - knife blade rail; 2 - knife blades
(Neculăiasa et al., 1995)

Aparatul de tăiere cu două cuțite execută tăierea tulpinilor plantelor agricole prin forfecare și poate funcționa în condiții grele de lucru (plante culcate și încurcate) fără să se înfunde, îndepărtează pietrele care ajung între lamele-cuțit și datorită echilibrării reciproce a cuțitelor, permite mărirea numărului de curse în unitatea de timp și prin aceasta, a vitezei de înaintare (Neculăiasa și colab., 1996).

2.3.4. Construcția și funcționarea aparatului de tăiere prin inerție

Aparatele de tăiere rotative execută tăierea inerțială a tulpinilor plantelor la momentul recoltării, poate să lucreze în condiții grele de lucru, cu umiditate ridicată, tulpini culcate și încurcate, fără să se înfunde. Realizează viteze mari de lucru, până la 15 km/h, având siguranță mare în funcționare. Practic, viteza de deplasare în lucru este limitată de viteza de deplasare a agregatului în siguranță pe suprafața terenului. Lamele-cuțit ale aparatului de tăiere se uzează lent, se pot schimba rapid și reascuți ușor.

Aparatele de tăiere rotative se compun din două grupe de elemente: partea fixă și partea mobilă.

Partea fixă cuprinde elemente de legătură, acționare și susținere a organelor de

lucru și este denumită caseta de acționare. După poziția sa față de organele de lucru poate fi: casetă superioară, situată deasupra organelor de lucru și casetă inferioară situată sub organele de lucru. Partea mobilă este alcătuită din două până la șase organe de lucru care funcționează în paralel. Pe un organ de lucru sunt montate două până la patru lame-cuțit dispuse orizontal ori înclinat. Diametrul la periferia cuțitelor în mod obișnuit este cuprins între $D = 400 \dots 1050 \text{ mm}$, iar turația organului de lucru $n = 1720 \dots 3550 \text{ rot/min}$ (Neculăiasa și colab., 2002).

Organele de lucru pot fi: **de tip tambur**, fig. 2.15; și **de tip disc**, fig.2.16.

2.3.4.1. Aparatul de tăiere cu tambur

Organul de tip tambur este alcătuit din două părți legate între ele, una cilindrică (2) și alta tronconică (4) fixată pe arborele vertical (3). Pe partea cilindrică sunt fixate paletetele radiale (6) pentru antrenarea tulpinilor tăiate. Pe partea inferioară a părții tronconice sunt montate lamele-cuțit (8). Partea tronconică, împreună cu lamele-cuțit, constituie partea activă a organului de lucru. Sub fiecare tambur este montat pe arborele de antrenare scutul de protecție (7), care are rol de copiere a terenului și reglare a înălțimii de tăiere. Fiecare tambur este acționat printr-un angrenaj conic montat în caseta (5) (Neculăiasa și colab., 2002).

În fig. 2.15 se prezintă schema aparatului de tăiere cu tambur.

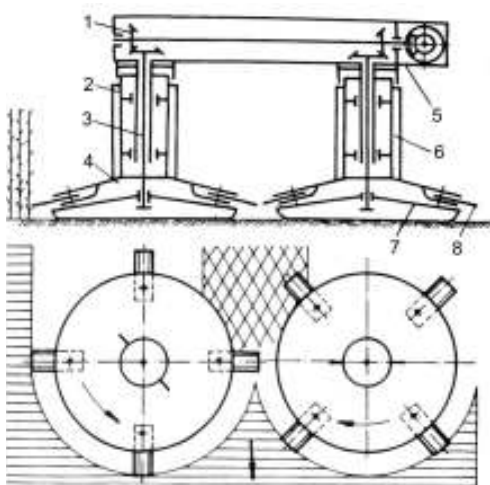


Fig.2.15. **Schema aparatului de tăiere cu tambur:**
1 – angrenaj conic; 2 – partea cilindrică; 3 – arbore vertical; 4 – partea tronconică; 5 – casetă; 6 – paletete radiale pentru antrenarea tulpinilor tăiate; 7 – scutul de protecție.

(Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.2.15. **Design of a cutting device with drum:**
1 - bevel gear; 2 - cylindrical part; 3 - vertical shaft; 4 - tronconic part; 5 - box; 6 - radial vanes for driving the cut stems; 7 - protective shield.

(Neculăiasa et al., 1995)

2.3.4.2. Aparatul de tăiere cu discuri

În fig.2.16 se prezintă schema aparatului de tăiere cu discuri.

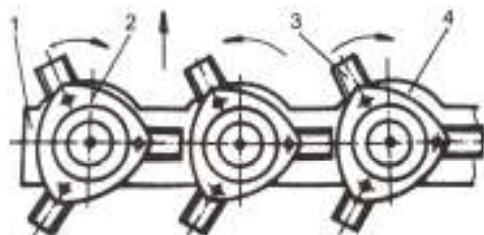


Fig.2.16. **Schema aparatului de tăiere cu discuri:**
1 – casetă de acționare; 2 – discuri port lame-cuțit; 3 – lame-cuțit; 4 – scut.

(Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.2.16. **Design of a cutting device with discs:**
1 - drive box; 2 - discs with knife blades; 3 - knife blades; 4 - shield.

(Neculăiasa et al., 1995)

Aparatul de tăiere cu discuri, fig.2.16, cuprinde o casetă de acționare (1) care conține o succesiune de roți dințate cilindrice, discurile port-lame (2) situate deasupra casetei, lamele-cuțit (3) și patinele de copiere a terenului situate sub caseta de acționare. Discurile port-lame au formă circulară, eliptică, triunghiulară, pătrată ș.a. Pe casetă, în partea anterioară, sub fiecare disc port-lame, se găsește câte un scut semicircular (4).

Lamele-cuțit sunt montate articulat pe discuri sau tamburi pentru a evita deteriorarea organelor de acționare, când acestea lovesc obstacole rezistente. Lamele-cuțit, fig.2.16, de regulă au formă dreptunghiulară. Acestea sunt așezate sub un unghi $\beta = 0 \dots 45^\circ$ față de orizontală. Lamele pot fi drepte sau îndoite. Cele îndoite sunt destinate cositorilor cu tamburi care execută o înălțime de tăiere cu 2,8 – 3,5 cm mai mică decât grosimea scutului de protecție. În timpul procesului de lucru lamele-cuțit sunt orientate pe direcția radială datorită forței centrifugale.

2.4. Concluzii parțiale

- În cadrul tezei s-a efectuat o clasificare a aparatelor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, ordonată după criteriile funcționale și constructive.

- Combinatele autopropulsate au fost concepute inițial numai pentru recoltarea cerealelor păioase, dar treptat au fost dezvoltate și dotate cu echipamente de lucru pentru a se putea recolta și alte culturi, cum ar fi: porumb, floarea-soarelui, soia, sorg, etc.

- Ca rezultat al parcurgerii stadiului actual al cercetărilor și analizei efectuate asupra domeniului procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, tăierea se poate face în două moduri: - tăierea prin forfecare și tăierea prin inerție. Tăierea prin forfecare se efectuează în special la culturile de cereale păioase, dar prin găsirea de soluții constructive se pot recolta și alte culturi, precum floarea-soarelui, porumb, sorg, soia, etc. Tăierea prin inerție este destinată culturilor de plante furajere. Aparatele cu tăiere prin inerție pot funcționa în condiții grele de lucru: umiditate crescută, tulpini culcate și încurcate, fără să se înfunde, și la viteze de deplasare a utilajului de până la 15 m/s.

- Procesul de tăiere al tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice este un proces complex care depinde de factori interni și externi ai tulpinilor, dar și de muchiile active ale organelor componente ale aparatelor de tăiere.

- Tăierea tulpinilor plantelor agricole are loc în timpul recoltării de către combine autopropulsate moderne, când tulpina plantei este separată de rădăcina acesteia.

- În timpul tăierii tulpinilor plantelor agricole, acestea au un comportament diferit în funcție de materialul tăiat. Tulpinile pot fi umede sau uscate, fără măduvă sau cu măduvă și pereți lemnoși, tăierea putând să fie pe nod sau între nodurile tulpinilor.

- În timpul procesului tehnologic de tăiere, tulpinile plantelor agricole sunt supuse unor forțe mecanice care sunt asociate cu deformații, striviri, comprimări, întinderi, încovoieri.

Importanța procesului de tăiere propriu-zis a tulpinilor plantelor agricole este astăzi de necontestat, având în vedere aplicabilitatea și posibilitățile de extindere pentru toate culturile agricole existente. În mod evident, se impune analiza parametrilor

constructivi, a muchiiilor tăietoare, respectiv al unghiului de ascuțire inițial ($i_c = 20^\circ$), în unghi micșorat de ($i_c = 15^\circ$) și ($i_c = 10^\circ$) din componența aparatelor de tăiere.

- Prin ascuțirea muchiiilor tăietoare a lamelor-cuțit, scade forța de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, implicit scade lucrul mecanic, ducând în final la scăderea consumului de combustibil și creșterea vitezei de înaintare a combinei. Prin micșorarea unghiului de ascuțire i_c , muchiile active ale lamelor-cuțit în procesul de lucru se uzează (toces) mai repede. Pentru a înlătura acest inconvenient s-a venit cu soluția tehnică de acoperire cu nitrură de titan TiN , procedeu numit titanare, a acestor cuțite, în grosime de 3-8 μm .

CAPITOLUL III

BAZELE TEORETICE PRIVIND PROCESUL DE LUCRU AL APARATELOR PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE

CHAPTER III

THEORETICAL BASIS REGARDING WORKING PROCESS OF DEVICES FOR CUTTING AGRICULTURAL PLANTS STALKS AT HARVEST TIME

3.1. Teoria procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole

Tăierea semnifică fragmentarea tulpinilor plantelor agricole în vederea prelucrării sau înlăturării unor părți din acestea și se realizează cu ajutorul cuțitelor.

Tulpinile plantelor agricole se compun din celule dispuse în țesuturi. Acestea la rândul lor cuprind fascicule fibro-vasculare, care îndeplinesc rolul de armură. Ca urmare procesul de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole constă în ruperea fasciculelor fibro-vasculare. Aceste fascicule la unele tulpini vegetale sunt distribuite uniform pe întreaga secțiune, iar la altele în zona periferică.

Tulpinile plantelor agricole sunt materiale anizotrope a căror rezistență și plasticitate depind de structura țesuturilor și de umiditatea acestora. Ca urmare procesul de lucru pentru tăiere este însoțit de striviri locale, încovoieri și întinderi ale fibrelor, a căror pondere este în funcție de modul de rezemare și de scula de lucru folosită.

Tulpinile plantelor agricole pot fi tăiate în două moduri: **prin forfecare** sau **prin inerție**.

În primul caz tăierea se face cu ajutorul a două scule de tăiere distincte: cuțit și contracuțit, iar în al doilea caz tăierea este realizată de o singură sculă, cuțitul care aplică forța de tăiere asupra tulpinii cu o viteză mare $> 3 \text{ m/s}$ (*Neculăiasa și colab., 2002*)

În funcție de deplasarea tăișului cuțitului față de direcția fibrelor, tăierile sunt prezentate în fig.3.1. și pot fi: propriu-zise sau de retezare și longitudinale sau de defibrare.

Tăierile propriu-zise sunt: tăiere frontală (a), tăiere oblică (b), tăiere înclinată (c) și oblic-înclinată (d).

Tăierile longitudinale sunt: tăiere de despicare (e), tăiere transversală (f) și transversal-longitudinală (g).

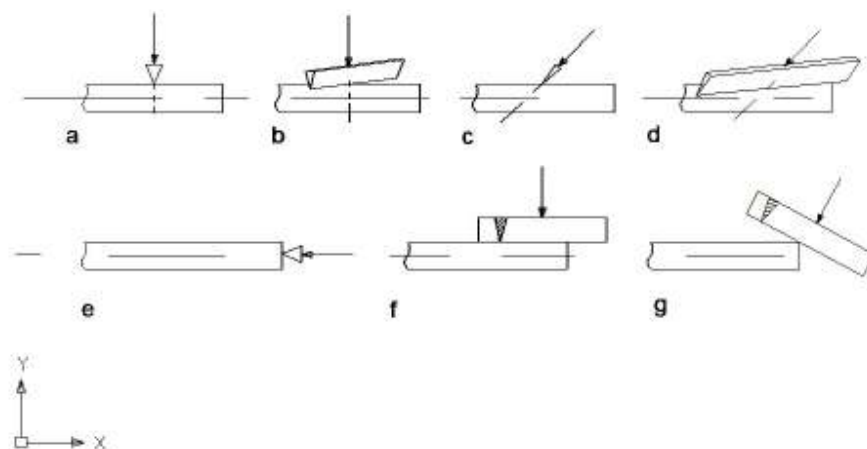


Fig.3.1. Tipuri de tăieri aplicate tulpinilor vegetale:

a - tăiere frontală; b - tăiere oblică; c - tăiere înclinată; d - oblic-înclinată. (Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.3.1. Types of cuttings applied to plant stems:

a - front cutting; b - oblique cutting; c - inclined cutting; d - oblique-inclined.

(Neculăiasa et al., 2002)

După poziția rezultantei forțelor aplicate asupra cuțitului, se deosebesc: tăierea normală, când direcția rezultantei este perpendiculară pe tăiș și tăierea cu alunecare, când direcția rezultantei este înclinată față de linia tăișului. La tăierea oblică, înclinată sau oblic-înclinată lucrul mecanic este mai mic decât în cazul tăierii frontale. Procesul de tăiere are loc în faza de precomprimare a materialului, de către tăișul cuțitului, urmată de tăierea propriu-zisă. Pe măsura creșterii apăsării cuțitului pe tulpină, se intensifică presarea și strivirea tulpinii perpendicular pe direcția fibrelor care duc inițial la întărirea materialului în zona de contact cu tăișul, ca urmare a creșterii densității materialului.

Urmează încovoierea fibrelor alăturate și întinderea celor încovoiate, care duc în final la rupere.

La tăierea cu alunecare, apare în plus și o solicitare transversală a fibrelor, tăierea acestora făcându-se prin izolarea și ruperea mănunchiurilor de fibre mai puțin rezistente. Forța de tăiere cu alunecare este mai mică decât forța de tăiere normală.

În timpul procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, asupra cuțitului apar eforturi datorate rezistenței întâmpinată la înaintarea cuțitului în material.

În fig.3.2. se prezintă schema rezistențelor, opuse de material la tăiere.

Forța F_c înclinată cu unghiul φ față de normală, este rezultanta forțelor N și F_2 , având componentele F_{co} și F_{cv} , care comprimă materialul pe direcție longitudinală și transversală. Unde i_c este unghiul sub care s-a ascuțit muchia tăietoare a lamelor-cuțit.

Pentru trecerea cuțitului prin material, asupra acestuia se aplică forța F_n :

$$F_n = F_t + F_{cv} + F_l + F_{2v} \quad (N) \quad (3.1)$$

Forța de tăiere este dată de relația:

$$F_t = tL\sigma_r \quad (N) \quad (3.2)$$

în care: t – reprezintă grosimea tăişului mm; L – lungimea tăişului mm; σ_r - tensiunea la rupere N/mm^2 .

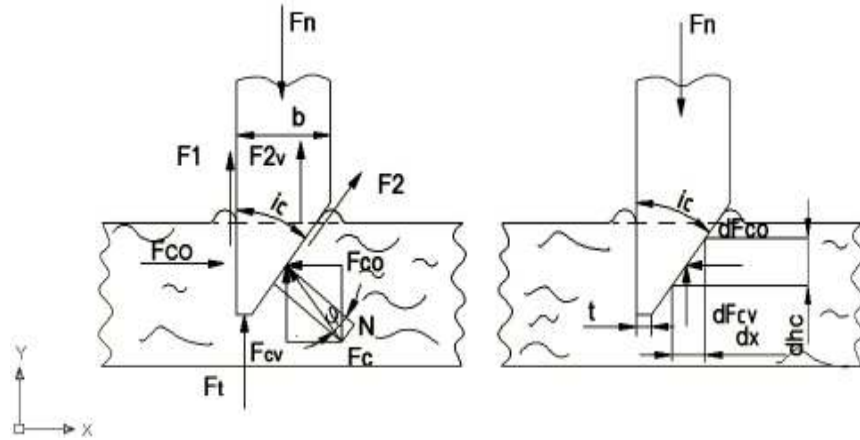


Fig.3.2. Schema rezistențelor opuse de material la tăiere (Neculăiasa și colab., 2002)
Fig.3.2. Diagram of material opposing resistances to cut (Neculăiasa et al., 2002)

Pentru unele materiale, tensiunea la rupere σ_r este:

$$\sigma_r = \varepsilon E \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.3)$$

în care: E – este modulul de elasticitate al materialului N/m^2 ; ε - deformația relativă la limita de tăiere mm.

$$\varepsilon = \frac{h_c}{h} \text{ (mm)} \quad (3.4)$$

în care: h – reprezintă grosimea stratului de material mm; h_c - precomprimarea materialului la începerea tăierii.

Deformarea ε și h_c , variază invers proporțional cu viteza de tăiere.

Cercetările experimentale au arătat că $\sigma_r = 25 - 50 \text{ N/mm}^2$. Din fig.3.2, rezultă:

$$N = F_{cv} \sin i_c + F_{co} \cos i_c \text{ (N)} \quad (3.5)$$

unde: i_c - este unghiul sub care s-a ascuțit muchia tăietoare a lamelor cuțit.

Forța F_1 este forța de frecare laterală, este:

$$F_1 = f F_{co} \text{ (N)} \quad (3.6)$$

unde: f reprezintă coeficientul de frecare dintre material și cuțit.

Componenta verticală F_{2v} , a forței de frecare $F_2 = fN$ este dată de relația:

$$F_{2v} = fN \cos i_c = f \left(F_{cv} \frac{\sin 2i_c}{2} + F_{co} \cos^2 i_c \right) \text{ (N)} \quad (3.7)$$

Pe direcția transversală, se produce precomprimarea materialului, iar forța

elementară raportată la unitatea de lungime a cuțitului, este:

$$dF_{cv} = \varepsilon E dx = \varepsilon E dh_c \operatorname{tg} i_c = E \frac{h_c}{h} dh_c \operatorname{tg} i_c \quad (3.8)$$

Componenta verticală F_{cv} se determină cu relația:

$$F_{cv} = \frac{E}{h} \operatorname{tg} i_c \int_0^{h_c} h_c dh_c = \frac{E}{2h} h_c^2 \operatorname{tg} i_c \quad (\text{N}) \quad (3.9)$$

Coeficientul lui Poisson este, $\mu = 0,008 - 0,1$ a stratului de material fibros, deformarea relativă longitudinală $\varepsilon_l = \mu \varepsilon$, iar forța elementară F_{co} este:

$$dF_{co} = \varepsilon_l E dh_c = \mu \frac{h_c}{h} E dh_c \quad (3.10)$$

atunci:

$$F_{co} = \mu \frac{E}{h} \int_0^{h_c} h_c dh_c = \mu \frac{E h_c^2}{2h} \quad (\text{N}) \quad (3.11)$$

Rezultă forța totală pe unitatea de lungime a cuțitului:

$$F_n = t\sigma_r + \frac{E h_c^2}{2h} \left[\operatorname{tg} i_c + f \sin^2 i_c + \mu (f + \cos^2 i_c) \right] \quad (\text{N}) \quad (3.12)$$

În relația 3.12, primul termen reprezintă rezistența la tăiere a materialului iar cel de al doilea termen reprezintă rezistențele parazite produse de material la pătrunderea cuțitului. Se consideră că 50 – 70 % din energia totală de tăiere o reprezintă rezistențele suplimentare, parazite, care depind direct de ascuțirea muchiilor tăietoare, sub unghiul i_c . Prin ascuțirea muchiilor tăietoare, pătrunderea cuțitului în material are loc mai ușor, se reduc frecările acestuia cu materialul și implicit, consumul de energie. Valorile mici ale unghiului i_c , reduc însă rezistența tăișului la frecarea cu materialul, crescând uzura acestora în timp mai scurt. În practică, unghiul i_c este cuprins între 19 - 24° (Neculăiasa și colab., 2002).

3.1.1. Tăierea cu alunecare a tulpinilor plantelor agricole

La tăierea cu alunecare cuțitul se deplasează pe direcție perpendiculară pe fibrele tulpinii sub acțiunea forței R și pe direcție orizontală, sub acțiunea forței T . Din $\triangle OAB$ și OAC , rezultă $\operatorname{tg} i_c = OA / OB$ și $\operatorname{tg} i_{cl} = OA / OC$. Împărțind se obține:

$$\operatorname{tg} i_{cl} / \operatorname{tg} i_c = OB / OC \cos y \quad \text{sau} \quad \operatorname{tg} i_{cl} = \operatorname{tg} i_c \cos y \quad (3.13)$$

Rezultă că unghiul efectiv de tăiere i_{cl} este mai mic decât unghiul i_c , care reprezintă ascuțirea muchiei tăietoare a lamelor-cuțit.

În fig.3.3 se prezintă schema tăierii cu alunecare.

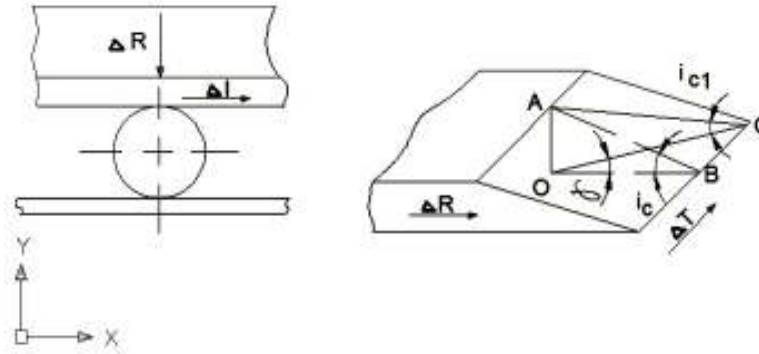


Fig.3.3. Schema tăierii cu alunecare (Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.3.3. Sliding cutting scheme (Neculăiasa et al., 2002)

Reducerea unghiului efectiv ca urmare a componentei orizontale T , numită transformare cinematică a unghiului i_c , are ca efect micșorarea rezistenței la tăiere, datorită reducerii rezistențelor parazite. În relația 3.12, primul termen depinde pentru un material tăiat, de grosimea tăișului, a cărei valoare este de $t = 1 - 2 \mu m$. Un asemenea tăiș se uzează foarte repede, iar odată cu uzura crește și consumul de energie pentru tăiere.

În practică, pentru o tăiere bună, grosimea tăișului trebuie să fie de $15 - 150 \mu m$.

La grosimi $t > 1,5 mm$, tăierea încetează și are loc ruperea materialului.

3.2. Procesul de lucru al aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Procesul de lucru al aparatului de tăiere cu degete cuprinde trei faze:

- faza a-I-a - separarea plantelor ;
- faza a-II-a - înclinarea plantelor ;
- faza a-III-a - tăierea tulpinilor plantelor.

În faza I-a degetele execută împărțirea plantelor în fâșii. Plantele situate pe suprafețele de sub degete sunt înclinate atât lateral, cât și pe direcția de deplasare a mașinii. Pentru a ajunge în zona de lucru a cuțitului plantele trebuie să alunece pe marginile laterale ale degetelor, adică $T > F$, unde:

$$T = R \cos \alpha_p \quad (3.14)$$

$$F = f_p R \sin \alpha_p \quad (3.15)$$

De aici rezultă:

$$\cos(\alpha_p + \varphi_p) > 0 \quad (3.16)$$

$$\alpha_p < \pi / 2 - \varphi_p \quad (3.17)$$

Unde: φ_p e unghiul de frecare al plantei cu degetul; R e forța de rezistență a plantelor ca urmare a încovoierii tulpinii pe direcția de înaintare a mașinii (Neculăiasa și colab., 2002).

În fig.3.4 se prezintă acțiunea degetului asupra tulpinilor plantelor agricole.

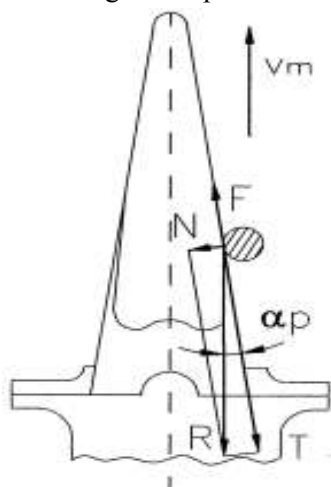


Fig.3.4. Acțiunea degetului asupra tulpinilor plantelor
(Neculăiasa și colab., 2002)

Fig.3.4. Finger action on plants' stems
(Neculăiasa et al., 2002)

În faza II-a plantele vin treptat în contact cu muchiile active ale lamelor cuțit și sunt înclinate pe direcția de mișcare a cuțitului. Direcția de mișcare a cuțitului corespunde cu direcția vitezei absolute, v_r (rezultanta vitezelor v_m și v_r) și este caracterizată prin unghiul ε , format cu direcția mișcării relative. În timpul lucrului, direcția vitezei v_r respectiv unghiul ε se modifică.

Planta aflată în contact cu muchia tăietoare este împinsă de aceasta pe direcția mișcării absolute. Ea opune rezistență R datorită încovoierii treptate de către lamă. Valoarea și direcția forței R se modifică în timp. Aceasta, forța se poate descompune în componentele T și N de-a lungul tăișului și normalei la tăiș.

Componenta normală N formează cu forța R unghiul γ . Componenta T tinde să deplaseze tulpina pe tăiș. Se opune deplasării (alunecării pe tăiș) forța de frecare F . Forța reactivă R nu poate să fie mai mare decât forța T . În fig.3.5 se prezintă acțiunea lamelor asupra tulpinilor plantelor agricole (Neculăiasa și colab., 2002).

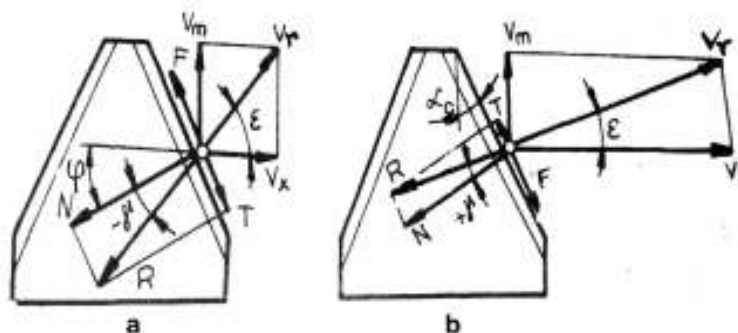


Fig 3.5. Acțiunea lamei asupra tulpinilor plantelor agricole (Neculăiasa și colab., 2002):

a) forța T este orientată către baza mare a lamei; b) forța T este orientată către baza mică a lamei

Fig.3.5. Blade action on agricultural plants' stems (Neculăiasa et al., 2002):

a) force T is oriented towards the large base of the blade; b) force T is oriented towards the small base of the blade

Se deosebesc două situații:

• **Când $\gamma < 0$** , fig.3.5a, forța T este orientată către baza mare a lamei și este posibilă alunecarea tulpinii către șina port-lame în zona de lucru a muchiilor tăietoare. Nu are loc alunecarea dacă $T \leq F \Rightarrow \gamma \leq \varphi$, unde φ este unghiul de frecare al tulpinii cu muchia tăietoare. Dacă se produce alunecarea tulpinilor pe tăiș are loc aglomerarea plantelor la baza lamei tăietoare ceea ce îngreunează procesul de lucru în faza următoare.

Din fig.3.5 rezultă:

$$tg\varepsilon = v_m / v_x \quad (3.18)$$

iar în cazul acționării cuțitului printr-un mecanism biela-manivelă

$$tg\varepsilon = v_m / \omega r \sin \omega t \quad (3.19)$$

unde r și ω sunt raza și respectiv, viteza unghiulară a manivelei. Dacă se are în vedere că:

$$\gamma = \varepsilon - \alpha_c \quad (3.20)$$

condiția ca plantele să nu alunece către baza lamelor tăietoare devine

$$\varepsilon \leq \alpha_c + \varphi \quad (3.21)$$

Pentru cazul când $\sin \omega t = 1$ se obține :

$$v_{m1} \leq \frac{\omega r (tg\alpha_c + tg\varphi)}{1 - tg\alpha_c tg\varphi} \quad (3.22)$$

• **Când $\gamma > 0$** , fig.3.5.b forța T este orientată către baza mică a lamei. Dacă $\gamma > \varphi$ la $T > F$, planta alunecă de-a lungul tăișului către baza mică putând să iasă din zona activă a lamei, deci să nu mai poată avea loc tăierea. Tulpina nu alunecă pe tăiș dacă $T < F$, respective $\gamma \leq \varphi$. Dar din fig.3.10.b rezultă $\gamma = \alpha_c - \varepsilon$, iar condiția ca tulpina să nu alunece se mai scrie:

$$tg\varepsilon = \frac{tg\alpha_c - tg\varphi}{1 + tg\alpha_c tg\varphi} \quad (3.23)$$

În cazul acționării cuțitului printr-un mecanism bielă-manivelă, viteza relativă este

$$v_x = \omega r \sin \omega t \quad (3.24)$$

condiția de nealunecare a tulpinii se scrie:

$$v_m \geq \frac{\omega r \sin \omega t (tg\alpha_c - tg\varphi)}{1 + tg\alpha_c tg\varphi} \quad (3.25)$$

Partea dreaptă a acestei inegalități are valoare maximă la $\sin \omega t = 1$, corespunzător acestei valori rezultă viteza minimă a mașinii, v_{m2} , la care tulpinile nu alunecă pe tăiș.

$$v_{m2} \geq \frac{\omega r (tg\alpha_c - tg\varphi)}{1 + tg\alpha_c tg\varphi} \quad (3.26)$$

Așadar, viteza de înaintare în lucru a unei mașini prevăzută cu un aparat de tăiere determinat prin parametrii $\alpha_c = \text{const.}$; $r = \text{const.}$ și $\omega = \text{const.}$, trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu viteza minimă v_{m2} dată de relația 3.26, altfel unele dintre plante sunt împinse înainte și scoase din zona de lucru a muchiilor active. Pentru asigurarea condițiilor de tăiere a tulpinilor este necesar ca viteza de înaintare a mașinii să fie: $v_{m2} \leq v_m \leq v_{m1}$, (Neculăiaș și colab., 2002).

În faza III-a se execută tăierea tulpinilor. Această fază începe în momentul în care tulpinile plantelor înclinate de lamele-cuțit ajung la muchiile lamelor-contracuțit.

Calitatea tăierii cât și rezistența specifică la tăiere depind de:

- caracteristicile culturii (rigiditatea tulpinilor, grosimea și umiditatea lor, densitatea plantelor);
- încărcarea aparatului de tăiere (avansul cuțitului);
- starea tehnică a aparatului de tăiere (grosimea tăișului lamelor-cuțit și contracuțit, unghiul de ascuțire al cuțitului i_c și al contracuțitului i_p , jocul între lamele- cuțit și contracuțit, unghiurile de înclinare ale tăișurilor α_c și α_p), viteza de tăiere, s.a.

Diferite feluri de plante prezintă rezistență la tăiere diferită. De exemplu, ierburile la care frunzele sunt în apropierea solului au rezistența la tăiere mai mare decât cele la care primele frunze sunt mai sus. Rezistența la tăiere a cerealelor cu umiditate ridicată este mai mare decât a celor uscate. Unghiul de ascuțire i_c și grosimea tăișului lamelor influențează rezistența la tăiere, prinderea tulpinilor între muchiile active cât și rezistența la uzură a tăișului. Când valorile unghiului de ascuțire și grosimea tăișului sunt mici, capacitatea de tăiere a lamei este mai bună. Dar muchiile tăietoare cu unghi de ascuțire mic și cu tăiș subțire se uzează (tocesc) rapid. Valorile optime ale unghiului de ascuțire i_c sunt de 19 - 25°, iar al grosimi tăișului sunt de 25-30 μm . Se asigură tăiere satisfăcătoare a tulpinilor atât timp cât grosimea cuțitului nu depășește 80 μm în cazul plantelor furajere și 120 - 130 μm în cazul cerealelor păioase (Neculăiaș și colab., 2002).

3.3. Dinamica aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Prin viteza de tăiere cu lame tăietoare a tulpinilor plantelor agricole, se înțelege viteza lamei, într-un punct dat, în direcția tăierii. Cel mai important parametru al procesului de tăiere este viteza, acest parametru fiind în strânsă legătură cu productivitatea aparatelor de tăiere a combinelor de recoltat.

În consecință, legătura între capacitatea procesului de absorbție a energiei și viteza de tăiere este un factor determinant pentru aprecierea tehnico-economică a acestui proces.

Sesizarea diminuării efortului, implicit a cantității de energie necesară odată cu creșterea vitezei de tăiere, a provocat dezvoltarea tăierii rapide a tulpinilor plantelor agricole. Explicația fenomenului de scădere a efortului de tăiere constituie până în prezent, obiectul cercetărilor fundamentale teoretice și experimentale (Boboc V., 1998).

Studiind fenomenul influenței vitezei de tăiere asupra procesului de lucru a tulpinilor plantelor agricole, mai mulți cercetători au ajuns la concluzia că, pentru tăierea materialelor vegetale fibroase, prin creșterea vitezei forțele de secționare scad respectiv se

reduce valoarea lucrului mecanic. Tulpinile plantelor agricole pot fi tăiate: prin forfecare sau prin inerție.

3.3.1. Analiza dinamică a procesului de tăiere prin forfecare a tulpinilor plantelor agricole

Viteza de tăiere este unul din cei mai importanți parametri care determină calitatea procesului de tăiere, înălțimea miriștii, consumul de energie etc.

Scopul analizei este studierea procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole cu dispozitive de tăiere, care au diferite tipuri de mecanisme de acționare. Pentru efectuarea acestora, trebuie îndeplinite următoarele condiții :

- a) stabilirea tipului mecanismului de acționare a aparatelor de tăiere;
- b) determinarea vitezei de tăiere a cuțitului, comparată cu cea admisă;
- c) efectuarea diagramei traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe cuțitul aparatului de tăiere, de tipul: bielă-manivelă;
- d) efectuarea diagramei înălțimii miriștii, trasată astfel:
 - de-a lungul liniei $m - m$, se trasează marginea cotracuțitului prezentată în fig.3.9;
 - și de-a lungul liniei $m_I - m_I$, se tasează deplasarea cuțitului în raport cu această margine, la o anumită distanță, prezentată în fig.3.10.

Unele combine de recoltat sunt echipate cu aparate de tăiere care efectuează o singură cursă cu o singură lovitură a cuțitului, în care pasul lamelor t este egal cu pasul degetelor t_0 , adică $t = 76,2$ mm. Cursa S a cuțitului este:

$$S = k t = k t_0 \quad (3.27)$$

unde: $k = 1$ - pentru combinele de tip SK-5A "NIVA"; $k = 1.115$ - pentru combinele de tip KZS-7 și "LIDA-1300"; $k = 1.155$ - pentru combinele de tip "DON-1200" și "DON-1500".

Pentru combinele DON, marginea activă a lamei-cuțitului este determinată de următoarea relație:

$$h = b - (f + m) \quad (3.28)$$

unde: m este partea inactivă a marginii lamei-cuțitului; h - înălțimea contactuțitului; b - înălțimea lamei-cuțit; f - distanța de la baza lamei-cuțit până la baza muchiei tăietoare.

- în fig.3.6 se prezintă cuțitul și contracuțitul aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării, de la combina SK-5A "NIVA" care este echipată cu un mecanism de acționare de tip bielă - manivelă;

Mecanismul de acționare de tip bielă - manivelă are următoarele caracteristici:

- dimensiunile cuțitului și a contracuțitului;
- pasul cuțitului t , pasul degetelor t_0 și cursa S a cuțitului;
- viteza de funcționare a combinei V_m , m/s, determinată din condiția de a asigura încărcarea maximă a aparatelor de tăiere;
- viteza de rotație n_H a arborelui cotit, viteza de rotație sau oscilările axului

mecanismului de antrenare a cuțitului;

- modelul modificărilor vitezei de tăiere a cuțitului
(<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

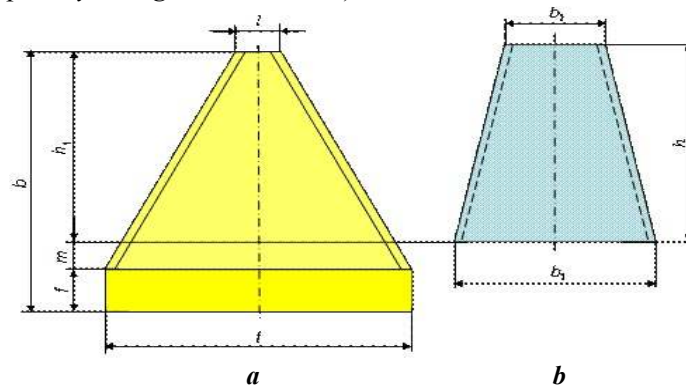


Fig. 3.6. **Cuțitul și contracuțitul aparatelor de tăiere a tulpinilor: a - cuțit; b – contra-cuțit.**
Fig.3.6. **Knife and counterknife of stems cutting devices: a – knife, b – counterknife.**
(<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

3.3.1.1. Aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tip bielă-manivelă

Combinele care sunt dotate cu aparat de tăiere care au mecanismul de acționare de tip bielă-manivelă sunt: KShM și SK-5A "NIVA".

Pentru acționare cuțitului cu mecanismul de tip bielă-manivelă, $k = 1$.

- cursa S a cuțitului este:

$$S = t = t_0 = 76,2 \text{ mm} \quad (3.29)$$

unde: t – pasul lamei-cuțit; t_0 – pasul degetelor.

- viteza de deplasare a cuțitului m/s

$$u_H = \sqrt{r^2 - x^2} = \omega y \quad m/s \quad (3.30)$$

unde: r – raza manivelei; x – spațiul parcurs de cuțit; ω – viteza unghiulară a manivelei;
(<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

3.3.1.2. Determinarea vitezei începutului și sfârșitul tăierii care are mecanismul de acționare de tip bielă-manivelă

Deoarece procesul de tăiere se desfășoară după principiul forfecării, începerea tăierii va fi efectuată în momentul întâlnirii punctului A al lamei-cuțit de pe muchia activă AB cu contracuțitul în punctul A₁ (lama va lua poziția segmentului A₁B₁), prezentate în fig.3.7. Odată cu deplasarea suplimentară a lamei-cuțit spre dreapta, ajunge în contact cu contracuțitul, va ciupi plantele și le va tăia. Tăierea se va încheia atunci când punctul B al lamei-cuțit întâlnește contracuțitul în punctul B₂, iar muchia lamei-cuțit pe segmentul AB ocupă poziția A₂B₂.

Viteza de început și sfârșit a tăierii:

- pe scara acceptată, la distanța S de-a lungul axei x , se trasează axa de simetrie a cuțitului și a degetelor;

- se trasează muchiile tăietoare ale lamelor-cuțit cu segmentul AB și $A3B3$;
- se notează poziția punctelor A - originea coordonatelor xAy și O - centrul semicercului;
- se notează raza $r = S/2$ și se trasează un semicerc;
- se deplasează muchia tăietoare cu segmentul AB în poziția $A1B1$.
- din punctul $A1$ se restabilește perpendiculara pe intersecția cu cercul din punctul $k1$;

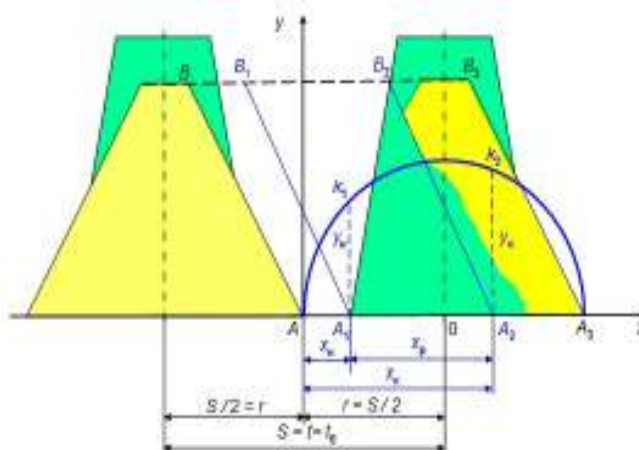


Fig.3.7. **Determinarea vitezei începutului și sfârșitului tăierii pentru aparatul care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă** (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

Fig.3.7. **Determination of start and end cutting speed for the device having a connecting rod-type drive mechanism** (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

- se indică ordinea y_n și deplasarea corespunzătoare notată cu x_n corespunzătoare începutului tăierii;
- se deplasează muchia activă de tăiere $A1B1$ în poziția $A2B2$;
- din punctul $A2$ se reface perpendiculara pe intersecția cu cercul din punctul $k2$;
- se indică ordinea y_k și mișcarea corespunzătoare x_k - sfârșitul tăierii;
- se efectuează deplasarea cu dimensiunea x_n a cuțitului înainte de a începe tăierea, x_k - la sfârșitul tăierii și x_p în timpul procesului de tăiere;
- se măsoară ordonatele y_n și y_k , apoi se determină viteza începutului și sfârșitului tăierii:

$$V_{pn} = \omega y_n \text{ și } V_{pk} = \omega y_k \quad (3.31)$$

Se compară valorile obținute ale vitezei de tăiere V_{pn} și V_{pk} cu cele admise ($V_p \geq 1,5 \text{ m/s}$) (<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

3.3.1.3. Efectuarea traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe cuțitul aparatului de tăiere, care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă

Pentru efectuarea traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe lama-cuțit, care are mecanismul de acționare de tip bielă manivelă prezentată în fig.3.8, se procedează

astfel:

- se împarte semicercul în 6 părți egale și se notează punctele 1; 2; 3 ... 6;
- se determină viteza de alimentare notată cu L pentru o singură lovitură a cuțitului, cu relația:

$$L = (n V_M) / \omega = (30 V_M) / n \quad (3.32)$$

unde: V_M – viteza de înaintare a combinei; ω – viteza unghiulară a manivelei; n – turația mecanismului de acționare.

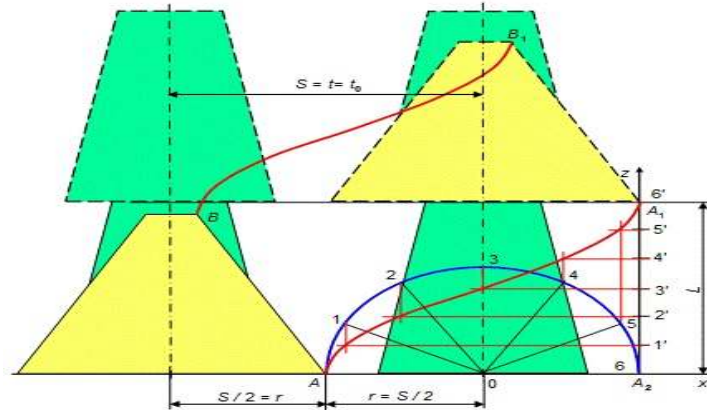


Fig.3.8. Diagrama mișcării punctelor de pe cuțitul aparatului de tăiere care este acționat cu mecanism bielă-manivelă (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

Fig.3.8. Diagram of points movement on the knife of the cutting device which is operated by connecting rod-crank mechanism (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

- se trasează pe axa ordonată A_{2z} în direcția de deplasare a combinei, viteza de alimentare a cuțitului notată cu L și se împarte în șase părți egale, rezultând un semicerc, notat cu punctele 1'; 2 ' ;... 6' ;

- se trasează din punctele 1; 2; 3 ... 6 pe semicerc linii verticale, iar din punctele 1'; 2 ' ; 3 ' ... 6' se trasează linii orizontale, rezultând la intersecția acestora punctele care vor fi intermediarele traiectoriei deplasării lamelor cuțit;

- apoi se trasează punctele curbei A - A₁ care reprezintă traiectoria punctelor părții active a lamei-cuțit;

- de asemenea se trasează traiectoria punctele B - B₁, obținându-se diagrama traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe lama-cuțit a aparatului de tăiere, care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă (<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

3.3.1.4. Trasarea deplasării părții active a lamei-cuțitului și a diagramei înălțimii miriștii

Pentru mecanismul de acționare bielă-manivelă, pasul cuțitului t , pasul degetelor t_0 și cursa cuțitului S sunt egale între ele și au valoarea de 76,2 mm.

Viteza de alimentare notată cu L , asigurată pentru o singură lovitură a cuțitului este determină cu relația 3.31.

Pentru a trasa **diagrama deplasării părții active a lamei-cuțitului**, prezentată în fig.3.9 se procedează astfel:

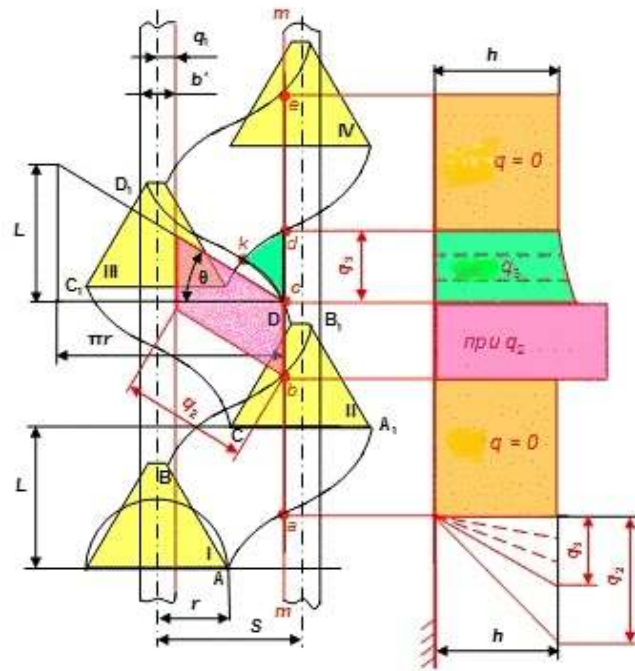


Fig.3.9. Diagrama deplasării părții active a lamei cuțitului pentru aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

Fig.3.9. Diagram of displacement of the active part of knife blade for the cutting device which has a connecting rod-crank drive mechanism (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

- se trasează două linii axiale la distanța S pentru două degete adiacente ale aparatului de tăiere și conturul lamei tăietoare;
- se trasează patru poziții ale cuțitului (I, II, III, IV) la o distanță L una de cealaltă;
- folosind șablonul traiectoriei mișcării absolute a punctelor de pe lama-cuțit fig.3.8, se trasează punctele extreme ale muchiilor tăietoare corespunzătoare cuțitului;
- se determină grafic valoarea unghiului θ , trasându-se orizontala πR , și verticala L ;
- se notează punctele a, b, c, d, e ale intersecției traiectoriile părți active a lamelor cuțit cu linia $m - m$;
- presupunând că tulpinile care se intersectează de-a lungul liniei $m - m$ sunt tăiate, se poate determina grafic suprafața: transversală notată cu q_2 și longitudinală maximă notată cu q_3 .

Din diagrama deplasării părții active a lamei-cuțit, rezultă că tulpinile care sunt situate pe segmentele ab sunt tăiate de muchia activă pe segmentul AB , fără a se înclina la contactul cu contracuțitul degetului drept (de la stânga la dreapta - de la poziția I la poziția II și de la III la IV). Tulpinile situate pe segmentul bc sunt înclinate de muchia activă a lamei-cuțit notată cu CD , în timpul parcurgerii cursei inverse (de la dreapta la stânga - de la poziția II la poziția III) și sunt tăiate în plan transversal, notat cu q_2 față de degetul stâng.

Tulpinile situate pe segmentul CD sunt pliate înainte cu ajutorul degetelor de-a lungul muchiei tăietoare și tăiate în punctul d , înclinare longitudinal cu o mărime diferită, a cărei valoare maximă este notată cu q_3 . La fiecare cursă ulterioară a cuțitului, schimbarea înălțimii miriștii se va repeta ciclic.

Pentru a trasa **diagrama înălțimii miriștii** prezentată în fig.3.9 se procedează astfel:

- se trasează o linie corespunzătoare suprafeței câmpului;
- se notează punctele a, b, c, d și e la intersecția cu suprafața câmpului;
- pe segmentele ab și de , înălțimea de tăiere h corespunzătoare înălțimii de instalare a aparatului de tăiere, (tăierea se efectuează fără înclinare $q = 0$);
- se determină înălțimea miriștii, pentru tăierea tulpinilor cu muchia activă situată pe segmentul bc , care este notat cu q_2 , reprezentând deplasarea în plan transversal;
- de asemenea se determină înălțimea miriștii, pentru tăierea tulpinilor cu muchia activă situată pe segmentul cd care este notat cu q_3 , reprezentând deplasarea în plan longitudinal.

Tulpinile care se regasesc în triunghiul cdk sunt tăiate în punctul d , pe măsură ce cuțitul se deplasează din poziția III în poziția IV.

Pentru a determina mărimea segmentelor suprafețelor tulpinilor situate pe linia $m_1 - m_1$ prezentate în fig.3.10, este necesar:

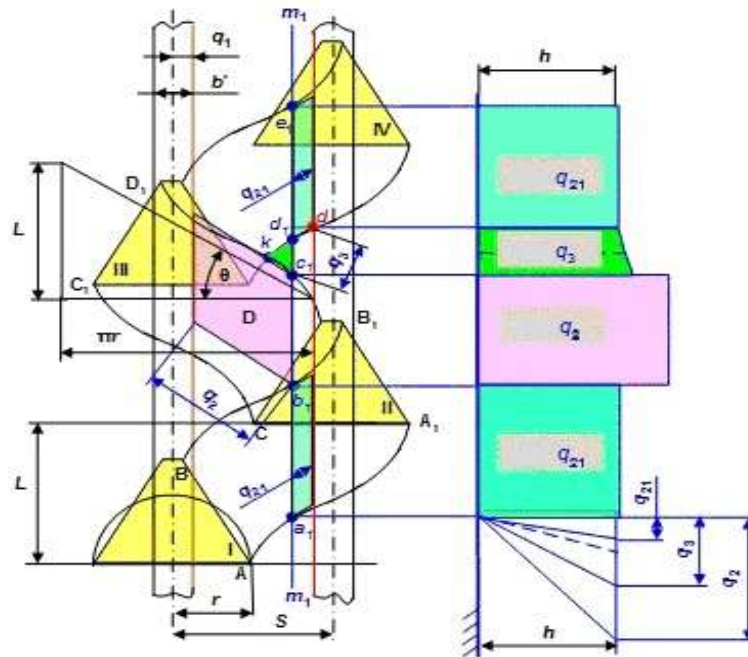


Fig.3.10. **Diagrama înălțimii miriștii pentru aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă** (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

Fig.3.10. **Stubble height diagram for the cutting device having the connecting rod-crank drive mechanism** (<https://poznayka.org/s84873t1.html>)

- pe graficul deplasării părții active a lamei-cuțit, între marginile degetelor stângi și drepte, se trasează linia $m_1 - m_1$;
- se notează punctele a_1, b_1, c_1, d_1, e_1 dintre intersecția traiectoriei muchiei active a lamei-cuțit, cu linia $m_1 - m_1$;
- se determină grafic suprafața acestor tulpini în timpul forfecării: în plan transversal notat cu q_{2l}, q_2 și în plan longitudinal maxim notat cu q_3 .

Tulpinile care se intersectează pe segmentele a_1b_1 și d_1e_1 sunt înclinate de muchia tăietoare pe segmentul AB a cuțitului și sunt tăiate cu o înclinare în plan transversal notat cu q_{2l} față de degetul drept. Tulpinile aferente segmentului b_1c_1 sunt înclinate de muchia tăietoare notată cu CD în timpul cursei inverse a cuțitului și sunt tăiate cu o înclinare în plan transversal notat cu q_2 pentru degetul stâng. Tulpinile de pe segmentul c_1d_1 sunt tăiate în punctul d pe o suprafață în plan longitudinal de diferite dimensiuni, a cărei valoare maximă este egală cu q_3 (<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

3.3.1.5. Tăierea tulpinilor plantelor agricole efectuată înclinat față de poziția verticală

Majoritatea tulpinilor plantelor agricole sunt tăiate cu o anumită înclinare față de poziția verticală. Drept urmare, înălțimea miriștii este mai mare decât înălțimea de instalare a aparatului de tăiere deasupra suprafeței câmpului.

Pierderile sunt posibile dacă înălțimea miriștii este mai mare sau egală cu lungimea minimă a tulpinii:

$$L_{\min} \leq l_{st \max} \quad (3.33)$$

unde: $L_{\min}$ - lungimea minimă a tulpinii și l_{st} este înălțimea miriștii determinată din diagramele din fig. 3.9 - 3.10 sau analitic din expresiile de mai jos;

Înălțimea de umplere a zonelor poziției a doua și a treia se exprimă cu relația:

$$L_{ct2} = \sqrt{h^2 + q_2^2}; \quad l_{st3} = \sqrt{h^2 + q_{3 \max}^2} \quad (3.34)$$

unde: h este înălțimea de instalare a aparatului de tăiere în raport cu câmpul; q_2 - valoarea suprafeței în plan longitudinal și $q_{3 \max}$ valoarea suprafeței maxime în plan transversal fig. 6.9 - 6.10.

Se compară valorile calculate l_{st2} și l_{st3} față de diagrame.

Aparatul de tăiere trebuie să îndeplinească următoarea condiție: lungimea minimă a tulpinilor tăiate trebuie să fie mai mare sau egală cu înălțimea maximă a miriștii:

$$l_{cp \min} \geq l_{st \max} \quad (3.35)$$

Limita maximă admisă q_{pr} (presupunând $l_{st} = L_{\min}$)

$$q_{np} = \sqrt{L_{\min}^2 - h^2} \quad (3.36)$$

Se compară rezultatul cu suprafața q_2 și $q_{3 \max}$ și se trage o concluzie cu privire la conformitatea acestora (<https://poznayka.org/s84873t1.html>).

3.4. Tăierea dinamică prin inerție a tulpinilor plantelor agricole

Lamele-cuțit în timpul procesului de lucru sunt orientate pe direcția radială, datorită forței centrifuge. Pentru menținerea direcției radiale a lamelor-cuțit, în timpul tăierii tulpinilor plantelor agricole, este necesar ca:

$$T \cdot r_o \geq F \cdot c \text{ sau } f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_o \cdot r_o \geq F \cdot c \quad (3.37)$$

în care: F – este rezultanta forțelor de tăiere a tulpinilor plantelor și de frecarea lamei cu miriște; T – este forța de frecare a lamei în bolț; $T = f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_o$; coeficientul de frecare; m – masa lamei; ω – viteza unghiulară; R_o – raza medie a lamei față de axa de rotație; r_o – raza bolțului; c – brațul forței F .

Viteza periferică a lamelor-cuțit este de 30 – 96 m/s. Lamele-cuțit sunt confecționate cu muchii tăietoare pe una s-au pe ambele părți pentru a fi folosite succesiv. Muchiile active sunt ascuțite sub un unghi $i_c = 22 \dots 45^\circ$. Lamele-cuțit au lungimea totală $h = 50 \dots 90$ mm; lățimea $b = 25 \dots 45$ mm; lungimea utilă $h_u = 25 \dots 50$ mm; grosimea $a = 3 \dots 5$ mm. Lamele-cuțit cu două orificii și ascuțite pe toată lungimea se pot folosi prin inversare succesivă. În general durata de lucru a unui tăiș activ este de 4 – 5 mai mare decât la aparatele de tăiere cu degete (Neculăiasa, 2002). În fig.3.11 se prezintă lame-cuțit de la aparatele cu tăiere prin inerție.

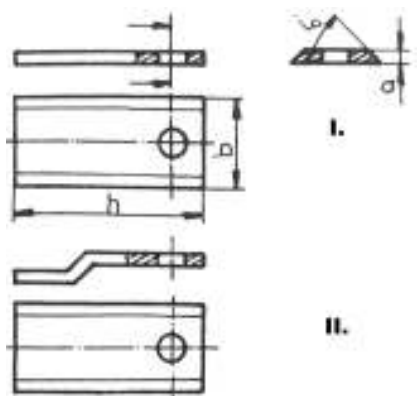


Fig.3.11. Lame-cuțit de la aparatele cu tăiere prin inerție:

I. cutit drept: a. grosimea lamei-cuțit; b. lățimea lamei-cuțit; h. lungimea; i_c - unghiul cu care s-au ascuțit muchiile active ale cuțitului; II. cuțit curbat.

Fig.3.11. Blades knife from cutting devices by inertia:

I. straight knife: a. thickness of knife blade; b. width of knife blade; h. length; i_c - the angle at which the active edges of knife were sharpened; II. curved knife (Neculăiasa, 2002)

În cadrul procesului de lucru mișcarea lamelor-cuțit este compusă din mișcarea de transport datorită deplasării mașinii cu viteza v_m și din mișcarea relativă de rotație a discului port lame-cuțit, cu viteza unghiulară ω . Ecuțiile traiectoriilor punctelor extreme a și b ale unei lame-cuțit sunt:

$$\begin{aligned} x_a &= r \cos(\omega t + \gamma); & y_a &= v_m t + r \sin(\omega t + \gamma) \\ x_b &= R \cos \omega t; & y_b &= v_m t + R \sin \omega t \end{aligned} \quad (3.38)$$

unde: r , R – raza punctului a , respectiv raza punctului b ; γ - unghiul format între axa absciselor și raza punctului a la timpul $t = 0$.

În fig.3.12 se prezintă schema procesului de lucru al aparatului de tăiere rotativ.

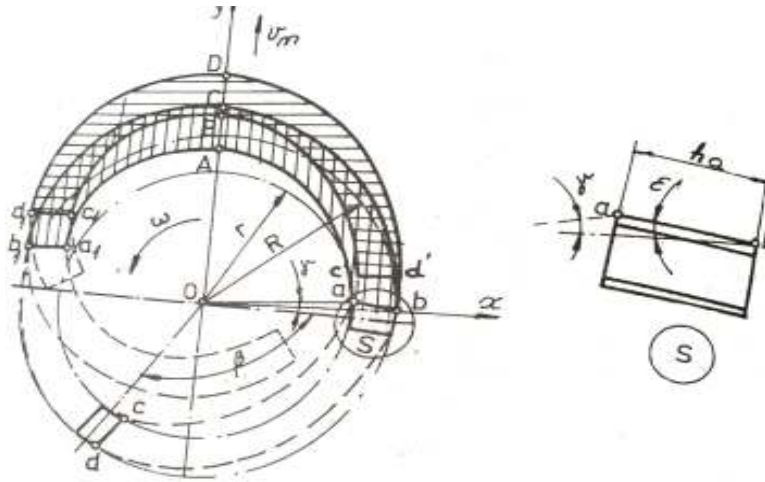


Fig.3.12. Schema procesului de lucru al aparatului de tăiere rotativ:

v_m - deplasarea mașinii; r - raza punctului a ; R - raza punctului b ; γ - unghiul format între axa absciselor și raza punctului a la timpul $t = 0$; ω - viteza unghiulară; β - unghiul decalat pentru următoarea lamă-cuțit; a, b - punctele extreme pentru prima lamă-cuțit; c, d - punctele extreme pentru a doua lamă-cuțit.

Fig.3.12. Diagram of the working process of a rotary cutting device:

v_m - machine moving; r - radius of point a ; R - radius of point b ; γ - the angle formed between the abscissa axis and the radius of point a at time $t = 0$; ω - angular velocity; β - offset angle for the next knife blade; a, b - extreme points for the first knife blade; c, d - extreme points for the second knife blade.

(Neculăiasa, 2002)

Pentru următoarea lamă-cuțit, decalată în urmă cu unghiul β , $\beta = 2\pi/z$ unde: z - reprezintă numărul de lame-cuțit de pe un disc, rezultă ecuațiile traiectoriilor punctelor extreme c și d .

$$\begin{aligned} x_c &= r \cos(\omega t + \gamma - \beta); & y_c &= v_m t + r \sin(\omega t + \gamma - \beta) \\ x_d &= R \cos(\omega t - \beta); & y_d &= v_m t + R \sin(\omega t - \beta); \end{aligned} \quad (3.39)$$

Viteza absolută a punctului a este:

$$v_a = \sqrt{\omega^2 r^2 + v_m^2 + 2\omega r v_m \cos(\omega t + \gamma)} \quad (3.40)$$

Valoarea maximă a vitezei v_a este $v_{am} = \omega r + v_m$ și corespunde la $\omega t + \gamma = 2\pi k$, $k = 0, 1, 2, \dots$. Valoarea minimă $v_{ai} = \omega r - v_m$ și corespunde la $\omega t + \gamma = 2\pi k$. Pentru asigurarea tăierii tulpinilor plantelor este necesar ca $v_{ai} > v_{cr}$, v_{cr} - viteza minimă la care se realizează tăierea prin inerție. Pentru plante furajere ierboase $v_{cr} = 6-10$ m/s. Viteza de tăiere are o influență însemnată asupra rezistenței la tăiere și a înălțimii miriștii.

În fig.3.13 se prezintă rezistența la tăiere pe unitatea de lungime de tăiș în funcție de viteza cuțitului. Creșterea vitezei de tăiere determină reducerea rezistenței la tăiere și a înălțimii miriștii. Viteza efectivă a lamelor-cuțit se alege $v = k_t v_{cr}$ unde $k_t = 3 \dots 12$ este coeficient de proporționalitate.

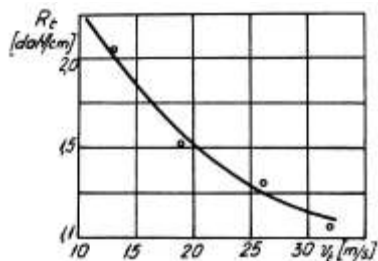


Fig.3.13. **Rezistența la tăiere în funcție de viteza cuțitului**
 Fig.3.13. **Resistance to cutting function of knife velocity**
 (Neculăiasa, 2002)

Rezultă:

$$\omega = \frac{v_m + k_t v_{cr}}{r} \quad (3.41)$$

Timpul de lucru a unei lame-cuțit se divide în două faze: faza de tăiere și faza de mers în gol. În timpul fazei de tăiere muchia tăietoare a lamei-cuțit trece pe suprafața aa_1b_1b cuprinsă între traiectoriile punctelor extreme din fig.3.12. Această suprafață reprezintă zona de tăiere a unei lame. Avansul mașinii la o rotație completă a discului port-lame-cuțit este:

$$h_m = 2\pi v_m / \omega \quad (3.42)$$

Avansul unei lame-cuțit este:

$$h_m = 2\pi v_m / \omega z \quad (3.43)$$

În mod normal, nu trebuie să rămână zone neacoperite de lamele-cuțit. Pentru aceasta este necesar ca: $h_m < h_u$, unde h_u este lungimea utilă a lamei-cuțit, $h_m = R - r$.

$$\text{Rezultă: } \omega > \frac{2\pi v_m}{zh_u} \text{ sau } \lambda > \frac{2\pi v_m}{zh_u} \quad (3.44)$$

unde: $\lambda = \omega r / v_m$, $\lambda = 18 - 28$ și reprezintă regimul cinematic al aparatului de tăiere.

Relațiile 3.44 indică legătura care trebuie să existe între viteza de înaintare a mașinii, numărul de lame-cuțit și viteza unghiulară ale unui organ de lucru, pentru a nu rămâne suprafețe neacoperite de muchiile active ale cuțitului. Puterea specifică necesară acționării aparatului de tăiere rotativ este de $P_0 = 6,8-14$ kW/m, în funcție de viteza de deplasare a mașini în lucru, de felul și caracteristicilor plantelor, de viteza periferică (Neculăiasa, 2002).

3.5. Concluzii parțiale

- Operația tehnologică a procesului de tăiere constă în distrugerea continuității fibrelor tulpinilor plantelor agricole, prin separarea părții aeriene de rădăcini. Tăierea tulpinilor plantelor agricole se poate executa în două moduri: tăierea prin forfecare și tăierea prin inerție;
- Prin cunoașterea comportamentului tulpinilor plantelor agricole, în procesul de tăiere a acestora, se poate decide cu ce fel de aparat se efectuează recoltarea. Pentru culturile ierboase de plante furajere se recomandă un aparat rotativ cu mișcare inerțială, care are o viteză a cuțitelor mai mare de 3 m/s, iar pentru culturile de cereale păioase se

recomandă folosirea unui aparat cu mișcare rectilinie alternativă cu un cuțit sau cu două cuțite, cuțite care au o viteză mai mică de 3 m/s;

- În timpul procesului de lucru, pentru tăierea prin forfecare, în funcție de poziția rezultantei forțelor aplicate asupra cuțitului, se deosebesc: *tăierea normală*, când direcția rezultantei este perpendiculară pe tăiș și *tăierea cu alunecare*, când direcția rezultantei este înclinată față de linia tăișului.

Pentru tăierea oblică, înclinată sau oblic-înclinată lucrul mecanic este mai mic decât în cazul tăierii frontale. Procesul de tăiere are loc în faza de precomprimare a materialului, de către tăișul cuțitului, urmată de tăierea propriu-zisă. Pe măsura creșterii apăsării cuțitului pe tulpină, se intensifică presarea și strivirea tulpinii perpendicular pe direcția fibrelor care duc inițial la întărirea materialului în zona de contact cu tăișul, ca urmare a creșterii densității materialului. Urmează încovoierea fibrelor alăturate și întinderea celor încovoiate, care duc în final la rupere.

Pentru tăierea cu alunecare, apare în plus și o solicitare transversală a fibrelor, tăierea acestora făcându-se prin izolarea și ruperea mănunchiurilor de fibre mai puțin rezistente. Forța de tăiere cu alunecare este mai mică decât forța de tăiere normală.

- Procesul de lucru al aparatelor de tăiere cu degete care execută mișcare rectilinie alternativă cuprinde trei faze: separarea tulpinilor plantelor, înclinarea tulpinilor plantelor și tăierea propriu-zisă a tulpinilor plantelor agricole.

- *Faza I-a* degetele execută împărțirea plantelor în fâșii. Plantele situate pe suprafețele de sub degete sunt înclinate atât lateral stânga - dreapta, cât și pe direcția de deplasare a mașinii. Pentru a ajunge în zona de lucru a cuțitului tulpinile plantelor trebuie să alunece pe marginile laterale ale degetelor;

- *Faza II-a* înclinarea tulpinilor plantelor agricole, plantele vin treptat în contact cu muchiile active ale lamelor-cuțit și sunt înclinate pe direcția de mișcare stânga - dreapta a cuțitului.

- În *faza III-a* se execută tăierea tulpinilor plantelor agricole. Această fază începe în momentul în care tulpinile plantelor agricole înclinate de lamele-cuțit ajung la muchiile lamelor-contracuțit sau a degetelor în cazul când degetele țin loc de contra-cuțit. Calitatea tăierii cât și rezistența specifică la tăiere depind de:

- caracteristicile culturii (rigiditatea tulpinilor, grosimea și umiditatea lor, densitatea plantelor);

- încărcarea aparatului de tăiere (avansul cuțitului);

- starea tehnică a aparatului de tăiere (grosimea tăișului lamelor-cuțit și contracuțit, unghiul de ascuțire al cuțitului i_c și al contracuțitului i_p , jocul între lamele-cuțit și contracuțit, unghiurile de înclinare ale tăișurilor α_c și α_p), viteza de tăiere, s.a.

Diferite feluri de plante prezintă rezistență la tăiere diferită. De exemplu, ierburile la care frunzele sunt în apropierea solului au rezistența la tăiere mai mare decât cele la care primele frunze sunt mai sus. Rezistența la tăiere a cerealelor cu umiditate ridicată este mai mare decât a celor uscate. Unghiul de ascuțire i_c și grosimea tăișului lamelor influențează rezistența la tăiere, prinderea tulpinilor între muchiile active cât și rezistența

la uzură a tăişului. Când valorile unghiului de ascuțire și grosimea tăişului sunt mici, capacitatea de tăiere a lamei este mai bună. Dar muchiile tăietoare cu unghi de ascuțire mic și cu tăiş subțire se uzează (tocesc) rapid. Valorile optime ale unghiului de ascuțire i_c sunt de 19-25°, iar al grosimi tăişului sunt de 25-30 μm . Se asigură tăiere satisfăcătoare a tulpinilor atât timp cât grosimea cuțitului nu depășește 80 μm în cazul plantelor furajere și 120-130 μm în cazul.

- Dinamica aparatelor cu mișcare rectilinie alternativă de tăiere a tulpinilor plantelor agricole. Explicația fenomenului de scădere a efortului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, constituie până în prezent obiectul cercetărilor fundamentale teoretice și experimentale. Prin viteza de tăiere cu lame tăietoare a tulpinilor plantelor agricole, se înțelege viteza lamei, într-un punct dat, în direcția tăierii. Cel mai important parametru al procesului de tăiere este viteza, acest parametru este în strânsă legătură cu productivitatea aparatelor de tăiere a combinelor de recoltat.

În consecință, legătura între capacitatea procesului de absorbție a energiei și viteza de tăiere este un factor determinant pentru aprecierea tehnico-economică a acestui proces.

Sesizarea diminuării efortului, implicit a cantității de energie necesară odată cu creșterea vitezei de tăiere, a provocat dezvoltarea tăierii rapide a tulpinilor plantelor agricole. În consecință, legătura între capacitatea procesului de absorbție a energiei și viteza de tăiere este un factor determinant pentru aprecierea tehnico-economică a acestui proces.

Studiind fenomenul influenței vitezei de tăiere asupra procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, s-a ajuns la concluzia că, pentru tăierea materialelor vegetale fibroase, dacă viteza de tăiere crește atunci efortul cuțitului scade și lucrul mecanic se reduce.

- Tăierea dinamică prin inerție a tulpinilor plantelor agricole. Lamele-cuțit în timpul procesului de lucru sunt orientate pe direcția radială, datorită forței centrifuge. Viteza periferică a lamelor-cuțit este de 30 – 96 m/s. În cadrul procesului de lucru mișcarea lamelor-cuțit este compusă din mișcarea de transport datorită deplasării mașinii și din mișcarea relativă de rotație a discului port lame-cuțit.

**PARTEA A II-A
CONTRIBUȚII PROPRII**

**PART II
OWN CONTRIBUTIONS**

CAPITOLUL IV SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

CHAPTER IV THE PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE PhD THESIS

4.1. Scopul tezei de doctorat

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de tăiere prin optimizarea procesului de lucru, de a reduce consumul de energie, micșorarea costurilor de producție pentru recoltarea culturilor agricole de cereale și plante tehnice, în timp optim și fără pierderi.

4.2. Obiectivele tezei de doctorat

Pentru atingerea scopului lucrării, de a optimiza procesul de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, s-au propus următoarele obiective:

- studierea importanței și utilității aparatelor de tăiere care echipează combinele autopropulsate moderne de recoltat cereale păioase și plante tehnice, în vederea efectuării tăierii statice și dinamice a tulpinilor de o calitate superioară, cu o viteză de deplasare sporită a combinei și fără pierderi de producție;
- studierea și analiza literaturii de specialitate privind construcția aparatelor de tăiere și bazele teoretice ale procesului de secționare a tulpinilor plantelor agricole;
- pentru îndeplinirea obiectivelor tezei s-a avut în vedere optimizarea procesului de lucru prin modificarea parametrilor constructivi ai cuțitului. Pentru lamele-cuțit ale combinelor românești s-a modificat unghiul de ascuțire i_c , de la unghiul inițial $i_c = 20^\circ$ la unghiul micșorat $i_c = 15^\circ$ și $i_c = 10^\circ$.
- efectuarea de tratamente termochimice, încărcarea cu nitrură de titan TiN (procedeu numit titanare) a lamelor-cuțit și contracuțit;
- pentru studiul cuțitelor modificate constructiv s-a proiectat și realizat un stand de laborator care folosește componente de la aparatele de tăiere cu degete și cuțit superior la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor $p = 76,2 \text{ (mm)}$, de la următoarele combine: combine românești (Sema 110, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422), Claas, John Deere, Fendt și NewHolland, stand cu ajutorul căruia s-au efectuat următoarele experimentări:
- efectuarea de încercări experimentale în condiții de laborator pentru

determinarea forței maxime de tăiere (N), calcularea forței medii de tăiere (N), deplasarea cuțitului (mm), calcularea energiei de tăiere (J) și energiei specifice (J/m^2), pentru tăierea statică și dinamică prin forfecare, în funcție de viteza de tăiere a cuțitului, de 1 m/s și 2 m/s ;

Parametrii mai sus menționați au fost determinați pentru poziția tulpinilor față de cuțit pe verticală la 90° , respectiv înclinat longitudinal la 45° . De asemenea, tăierile au avut loc între noduri și pe nod.

- efectuarea de cercetări experimentale privind determinarea suprafeței de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării;
- efectuarea de cercetări experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite la tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării. S-a determinat masa, suprafața, rugozitatea, duritatea cuțitelor noi după o sută de ore de funcționare în condiții reale de exploatare;
- analiza statistică și interpretarea datelor experimentale.

CAPITOLUL V MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

CHAPTER V MATERIAL AND RESEARCH METHOD

5.1. Descrierea cadrului general unde s-au efectuat cercetările experimentale

Cercetările experimentale au fost efectuate la două societăți comerciale și două universități, după cum urmează:

- Pentru efectuarea experiențelor s-au recoltat șapte tipuri de tulpini vegetale. Prelevarea probelor tulpinilor vegetale s-au făcut de pe solele cultivate de „COMIS SA” SOLONȚ și „MEGAN GROUP COMPANY SRL” ARDEOANI din Bacău. Experiențele de laborator s-au efectuat la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași și la Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași. Tulpinile plantelor agricole recoltate sunt de la culturile de:

- **cereale:**

- grâu (*Triticum vulgare*) – soiul Pajura, omologat de INCDA Fundulea în anul 2014;
- orz de toamnă (*Hordeum vulgare*) – soiul Simbol, omologat de INCDA Fundulea în anul 2015;
- sorg (*Sorghum vulgare*) – soiul ES Alize, omologat de firma Euralis;
- porumb (*Zea mays*) – soiul P9241 AQUAmax extratimpuriu, omologat de firma Pioneer.

- **plante tehnice:**

- floarea-soarelui (*Helianthus annuus*) – soiul P64LE99, semitimpuriu, omologat de firma Pioneer;
- rapiță (*Brasica rapa*) - soiul P46W14 semitimpuriu, omologat de firma Pioneer;
- soia (*Glycine hispida*) - soiul PR92M22 semitimpuriu, omologat de firma Pioneer.

Pentru realizarea standului de laborator și a demersului științific s-a solicitat consultanță, expertiză de la diferite unități industriale și instituții de cercetare, cum ar fi: FEPA S.A Bârlad, pentru modificarea unghiului de ascuțire i_c al lamelor-cuțit, RULMENȚI S.A Bârlad, pentru titanizarea muchiilor tăietoare; Laboratoarele de cercetare de la disciplinele de Mecanizarea agriculturii, din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, Laboratoarele de cercetare de la disciplinele Organe de mașini, din cadrul Universității Tehnice „Gh. Asachi” din Iași, etc.

5.2. Proiectarea și realizarea standului de laborator destinat optimizării procesului de lucru, pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-a coceput, proiectat și realizat un stand de laborator original. Standul simulează condiții de lucru ale aparatelelor de tăiere din dotarea combinelor de recoltat pentru diferite culturi agricole. Pentru realizarea standului de laborator s-au folosit componente de la aparatele de tăiere cu mișcare rectilinie alternativă, cu degete și cuțite superioare, la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor $p = 76,2 \text{ mm}$. Standul de laborator permite efectuarea cercetărilor privind tăierea statică și dinamică a tulpinilor plantelor agricole.

În fig.5.1 se prezintă schema standului de laborator pregătit pentru efectuarea tăierilor statice.

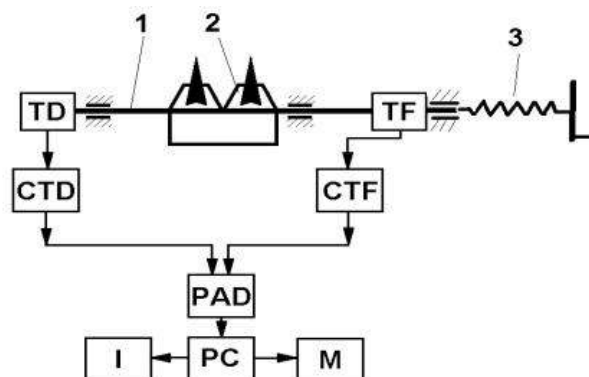


Fig.5.1. Schema standului pentru efectuarea tăierilor statice: (poză originală)

TD – traductor de deplasare; CTD – convertorul traductorului de deplasare; TF – traductor de forță; CTF – convertorul traductorului de forță; PAD – placă de achiziție de date; PC – calculator; I – imprimantă; M – monitor; 1 – tijă de antrenare; 2 – aparat de tăiere; 3 – șurub de antrenare a aparatului de tăiere.

Fig.5.1. Diagram of the stand for performing static cuts: (original photo)

TD - displacement transducer; CTD - displacement transducer converter; TF - force transducer; CTF - power transducer converter; PAD - data acquisition board; PC - computer; I - printer; M - monitor; 1 - drive rod; 2 - cutting device; 3 - drive screw of the cutting device.

În fig.5.2 se prezintă schema standului de laborator care efectuează tăierea dinamică.

În ansamblu, standul de laborator are în componență următoarele două părți: mecanică și electronică.

Partea mecanică a standului pentru tăierea statică prezentată în fig.5.1 este compusă din: 1 – tijă de antrenare (bara port-lame tăietoare); 2 – aparatul de tăiere (cuțit - contracuțit); 3 – șurub de antrenare a aparatului de tăiere. Partea mecanică a standului pentru tăierea dinamică prezentată în fig. 5.2 este compusă din: 1 – tijă de antrenare (bara port-lame tăietoare); 2 – aparatul de tăiere (cuțit-contracuțit); 3 – mecanismul bielă-manivelă; 4 – transmisie prin curea dințată; 5 – motor electric de curent continuu. Lamele tăietoare pot fi netede la Vindrovere sau zimțate la combine românești și vindrovere.

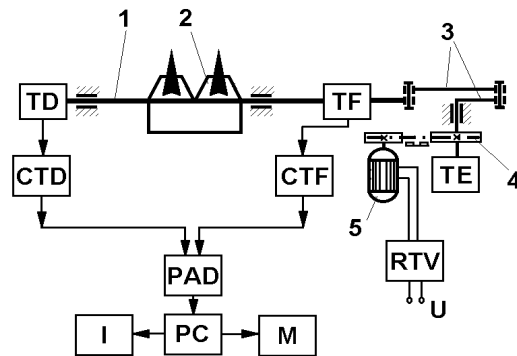


Fig.5.2. **Schema standului pentru efectuare tăierilor dinamice:** (poză originală)

TD – traductor de deplasare; **CTD** – convertorul traductorului de deplasare; **TF** – traductor de forță; **CTF** – convertorul traductorului de forță; **PAD** – placă de achiziție de date; **PC** – calculator; **I** – imprimantă; **M** – monitor; **TE** – turometru electronic; **RTV** – regulator de turație variabilă; **U** – tensiune alimentare 24 V din sursa de alimentare – S; 1 – tijă de antrenare; 2 – aparat de tăiere; 3 – mecanism bielă-manivelă; 4 – transmisie prin curea dințată; 5 – motor electric de curent continuu.

Fig.5.2. **Diagram of the stand for performing dynamic cuts:** (original photo)

TD - displacement transducer; **CTD** - displacement transducer converter; **TF** - force transducer; **CTF** - power transducer converter; **PAD** - data acquisition board; **PC** - computer; **I** - printer; **M** - monitor; **TE** - electronic tachometer; **RTV** - variable speed regulator; **U** - 24 V supply voltage from the power supply - S; 1 - drive rod; 2 - cutting device; 3 - connecting rod-crank mechanism; 4 - toothed belt transmission; 5 - DC electric engine.

Mecanismul bielă-manivelă și transmisia prin curea dințată este prezentat în fig.5.3.



Fig.5.3. **Mecanismul bielă-manivelă** (poză originală)

Fig.5.3. **Connecting rod-crank mechanism** (original photo)

Mecanismul bielă-manivelă este format dintr-un disc, și brațul format din cele două articulații, montate de o parte și cealaltă parte a traductorului de forță. O articulație este montată pe disc, iar cealaltă articulație este montată pe tija de antrenare (cuțitul propriu-zis). Discul este fixat pe o fulie cu ajutorul a două șuruburi M8, fulie care are același diametru primitiv cu fulia de pe motorul electric. Discul are diametrul exterior $\Phi = 220$ mm și grosime = 10 mm. Cele două articulații sunt formate din doi rulmenți 6203 montați în două casete prin care trec două bolțuri de fixare. Bolțurile sunt asigurate cu două piulițe M10 și două șaibe grower. Între cele două articulații s-a montat traductorul de forță.

Cele două diametre obținute din calcul, corespunzătoare celor două viteze de tăiere, s-au trasat pe discul (4), 1) unde: 1 – este centrul discului, 2 este diametrul $D_2 = 97,99 \text{ mm}$ și 3 – este diametrul $D_3 = 195,98 \text{ mm}$.

Relația de calcul pentru viteza periferică a roții de curea este (Gafițeanu, 1991):

$$v = \frac{\pi D n}{60000} \text{ (m/s)} \quad (5.1)$$

unde: D – diametrul primitiv al roții de curea, mm; n – turația roții motoare, $n = 195 \text{ rot/min}$.

S-a folosit un motor electric de curent continuu reglat la o turație a roții motoare de $n = 195 \text{ rot/min}$. Citirea turației roții motoare s-a realizat cu ajutorul unui turometru electronic. Raza manivelei în acest tip de acționare cu mecanism bielă-manivelă este variabilă.

$$v = R\omega \sin \omega t; \varphi = \omega t \quad (5.2)$$

Înlocuind n în relația 5.1 se obține:

1) $v = 1 \text{ m/s} \rightarrow D_2 = 97,99 \text{ mm}$;

2) $v = 2 \text{ m/s} \rightarrow D_3 = 195,98 \text{ mm}$;

Viteza periferică a punctului manivelei este prezentată în fig.5.4.

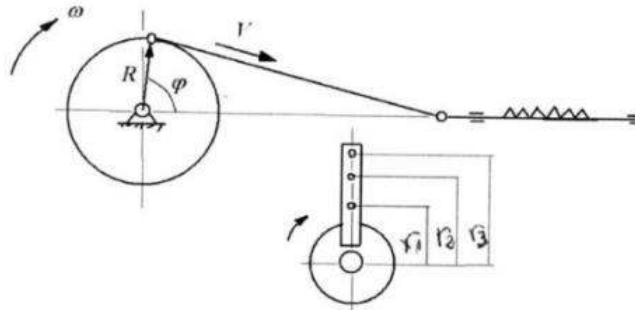


Fig.5.4. Viteza periferică a punctului manivelei (Gafițeanu, 1991)

Fig.5.4. Peripheral velocity of crank point (Gafițeanu, 1991)

Partea electronică a standului, prezentată în fig.5.5, pentru efectuarea încercărilor experimentale este compusă din următoarele părți componente: TF - traductorul de forță CTS63200KC25-200 Kg, CTF - convertorul traductorului de forță TA4D/2, TD - traductorul de deplasare TLDT50, CTD - convertorul traductorului de deplasare TA4D/2, PAD - placa de achiziții de date NI USB-6008, PC - calculatorul DELL (tastatura și mousul), M - monitor DELL, I - imprimantă, TE - turometru electronic, RTV - regulator de turație variabilă, S - sursa de alimentare S - 60 - 24 V, cablul USB care face legătura între placa de achiziții de date și calculator.

Traductorul de forță

Traductorul de forță, modelul CTS63200KC25-200 Kg, s-a folosit pentru determinarea forței de tăiere N . În fig.5.6. este prezentat traductorul de forță, iar în fig.5.7 sunt prezentate conexiunile electrice ale celulei CTS63200KC25 a traductorului de forță.

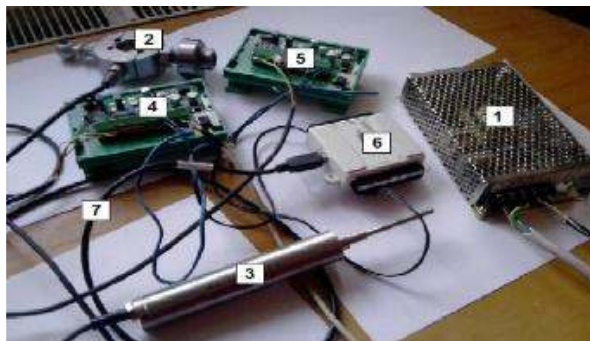


Fig.5.5. Elementele componente ale standului de încercări experimentale, partea electronică:
1 – sursa de alimentare (24 V); 2 - traductorul de forță; 3 - traductorul de deplasare; 4 - convertorul pentru traductorul de forță; 5 - convertorul pentru traductorul de deplasare; 6 - placa de achiziție de date; 7 - cablu USB cu care s-a efectuat legătura la unitatea calculatorului (*poză originală*).

Fig.5.5. **Components of the experimental test stand, electronic part:**
1 - power supply (24 V); 2 - force transducer; 3 - displacement transducer; 4 - converter for power transducer; 5 - converter for displacement transducer; 6 - data acquisition board; 7 - USB cable with which the computer unit was connected (*original photo*).



Fig.5.6. Traductorul de forță (*poză originală*)

Fig.5.6. **Force transducer** (*original photo*)

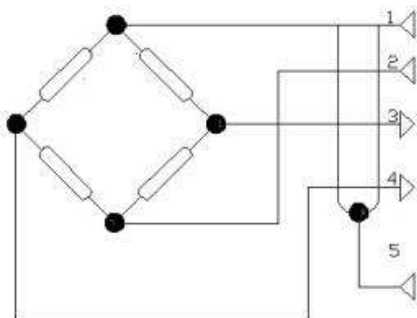


Fig.5.7. Conexiuni electrice ale celulei CTS63200KC25

Fig.5.7. **Electric connexions of CTS63200KC25 cell**

(<http://www.adexx.ro/uploads/2017/09>)

1. EXCITATIE+	— ROȘU
2. EXCITATIE-	— NEGRU
3. EXCITE+	— ALB
4. EXCITE-	— GALBEN
5. IZOLATIE EXTERIOR	— ECRAN

În tabelul 5.1 sunt prezentate datele tehnice ale traductorului de forță, modelul CTS63200KC25-200Kg (<http://www.adexx.ro/uploads/2017/09>).

Datele tehnice ale traductorului de forță, modelul CTS63200KC25-200 Kg
Technical data of force transducer, CTS63200KC25-200 Kg type

Date tehnice		Valori
clasa de precizie		C2
diviziuni admise		2000
sarcina nominală		$E_{max} = 200 \text{ kg}$
intervalul minim de verificare (Vmin)	- eroare cumulată	$\leq \pm 0,023 \%$
	- nu repetabil	$\leq \pm 0,015 \%$
	- reîntoarcere la 0 după 30 min	$\leq \pm 0,025 \%$
efectul de temperatură (10°)	- la zero	$\leq \pm 0,028 \%$
	- la sensibilitate	$\leq \pm 0,005 \%$
sensibilitate nominală		2mV/V
toleranța de calibrare		$\leq \pm 0.1 \%$
rezistența de intrare		$420 \pm 20 \Omega$
rezistența de ieșire		$350 \pm 2 \Omega$
rezistența de izolație		$> 5 \text{ G}\Omega$
balanța la zero		$\leq \pm 1 \%$
alimentare de referință		10 V
alimentare nominală		1-15 V
alimentare maximă		18 V
limitele valorilor mecanice în raport cu sarcina nominală	- sarcina minimă	0 %
	- sarcina de lucru	120 %
	- sarcina limită	150 %
	- sarcina la rupere	$> 300 \%$
	- sarcina max. transversală	100 %
	- sarcina dinamică limită	50 %
	- săgeata maximă la sarcina nominală	0,2 mm
temperatura de referință		$+ 23^\circ\text{C}$
câmp nominal de temperatură		$10/+40^\circ\text{C}$
temperatura de lucru		$20/+70^\circ\text{C}$
temperatură cumulată		$20/+80^\circ\text{C}$
greutatea		0,6 kg
materialul celulei		inox
lungimea cablului 5m, PVC, 105°C , 4 conductori cu diametrul = 0,35 mm.		

Traductorul de deplasare

Traductorul de deplasare, modelul TLDT50, s-a folosit pentru determinarea cursei cuțitului. În fig.5.8. este prezentată schema traductorului de deplasare, iar în fig.5.9. este prezentat traductorul de deplasare.

În tabelul 5.2 sunt prezentate datele tehnice ale traductorului de deplasare, modelul TLDT50.

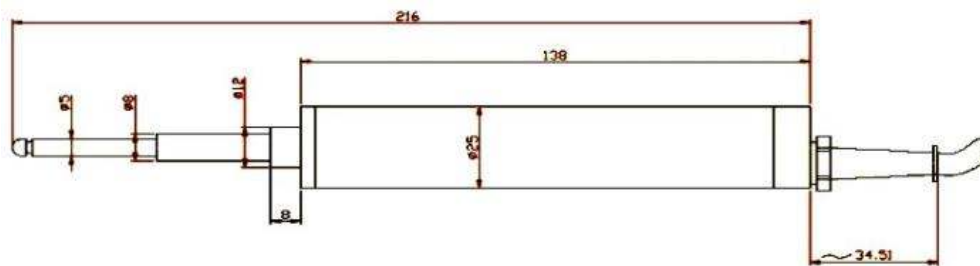


Fig.5.8. Schema traductorului de deplasare TLDT50 (mm) (poză originală)

Fig.5.8. Design of displacement transducer TLDT50 (mm) (original photo)



Fig.5.9. Traductorul de deplasare TLDT50 (poză originală)

Fig.5.9. Displacement transducer TLDT50 (original photo)

Tabelul 5.2/Table 5.2

Datele tehnice ale traductorului de deplasare, modelul TLDT50
Technical data of displacement transducer, TLDT50 type

Date tehnice		Valori
deplasarea nominală 50 (mm)	sensibilitatea nominală	2 (mV/V)
toleranța la sensibilitate		$\leq \pm 0,1(\%)$ F.S
linearitatea		$\leq \pm 0,10\%$ F.S
efectul temperaturii (1°C)	la zero grade	$\leq \pm 0,010 (\%)$
	la sensibilitate	$\leq \pm 0,005 (\%)$
podul de rezistență		350 Ω
rezistența de izolație		$> 5\text{G}\Omega$
balanța la zero		$\leq \pm 0,5(\%)$ F.S
tensiunea suplimentată recomandată		10 (V)
rangul de tensiune suplimentată nominală		1-15 (V)
tensiunea suplimentată maximă		18 V
temperatura de referință		$+ 23^{\circ}\text{C}$
temperatura de lucru		$- 10 / + 70^{\circ}\text{C}$
temperatura de depozitare		$- 20 / + 80^{\circ}\text{C}$
greutatea		$\sim 0,150$ (kg)
forța de apăsare		$\leq 1\text{N}$
clasa de protecție		(EN 60529) IP40
materialul		inox inoxidabil
conexiunea electrică		cablu de 3 (m)

<i>Opționale:</i>		
sensibilitatea nominală/puterea nominală		0,5- 5,5 (Vdc)
suplimentare		12- 24 (V)
puterea maximă suplimentată		28 (V)
absorbția maximă		20 (mA)
rezistența de încărcare		min. 3 (K Ω)
rezistența la izolație		> 2 (G Ω)
balanța la zero		$\leq \pm 0,5$ (%)
răspunsul în frecvență		150 (Hz)
conexiunea electrică		conector M8

Convertorul pentru traductorul de forță și convertorul pentru traductorul de deplasare TA4D/2, intrare 2mV/V și ieșire +/- 10 V

Convertoarele TA4D/2, prezentate în fig.5.9., fac transmiterea de la distanță a semnalelor cu sarcină analogică la placa de achiziție de date, aparate de înregistrat, indicatori de la distanță, etc. până la o distanță de 40 m. Posibilitatea conectării interne a celulelor sarcinii în paralel (maxim 6 - 350 *ohm* sau 8 - 700 *ohm*) face cablarea sistemului mai ușoră, utilizând punțile de joncțiune. Convertoarele alimentează celulele de sarcină, amplifică și filtrează semnalul returnat cu o precizie înaltă și amplifică stabilitatea pe termen lung. În scopul de a atenua vibrațiile sau variabilitatea mecanică prezentă, convertoarele au un filtru analogic care poate fi ajustat de operator. Convertorul TA 4/2 oferă 2 viteze de răspuns selectabile de utilizator: viteza standard (2,5 Hz, 16,5 Hz) se obține cu J4 închis și acționând asupra dispozitivului F și viteza repede (1 KHz) este obținută cu J4 deschis. Ieșirile analogice: 0: 20 mV, 4: 20 mV, ± 5 V, ± 10 V pot fi indicate când comanda este plasată. Imunitatea câmpurilor electromagnetice pentru versiunea TA4D este 3 V/m. În fig.5. 10 se prezintă convertoarele TA4D/2.



Fig.5.10. Convertoare TA4D/2 (poză originală)

Fig.5.10. Converters TA4D/2 (original photo)

Date tehnice ale convertorului pentru traductorul de forță și convertorului pentru traductorul de deplasare TA4D/2:

- semnalul de intrare 1...3 (mV/V); impedanța de intrare $10^{10} \Omega$;
- celulele de sarcină 6-350 Ω /8-700 Ω ; eroarea de linearitate $\pm 0,02(\%)$;

- variația de temperatură 10K: la zero $\pm 0,01$ (%): la scala completă $\pm 0,01$ (%);
- semnalul de ieșire 4...20 (mA), ± 5 (V), 0-10(V), ± 10 (V);
- rezistorul de încărcare - curentul maxim 470 Ω ;
- tensiunea minimă 3 k Ω ; sensibilitatea 2 μ A;
- puterea suplimentată 16-26 VDC; intrările electrice maxime 200 (mA);
- podul de putere suplimentat 10 Vdc ± 4 (%);
- scala maximă de intrări ajustabilă 5...30 (mV);
- compensația brută ajustabilă 70 (%); subțierea la 0 ajustabilă 10 (%);
- subțierea scalei maxime ajustabile 10 (%); filtru ajustabil 2,5 (Hz) - 16,5 (Hz);
- opțiunile de filtrare 1 (kHz); temperatura de lucru -10/+50° C ;
- clasa de protecție (EN60529) IP65; greutatea 0,580 (kg);
- caseta din aluminiu.

Placa de achiziție de date NI USB-6008

Prezentare generală:

Placa de achiziție de date NI USB-6008 prezentată în fig.5.11., National Instruments USB-6008, furnizează date de bază achiziționate pentru aplicații cum ar fi datele simple de logare, măsurători portabile și experimentale de laborator. Folosirea plăcii de achiziție de date NI USB-6008 cu utilizarea detaliilor de logare de software, pentru a începe măsurarea de bază la minut, programul folosește LabVIEW sau C și include serviciile software pentru măsurătorile NI-DAQmx.



Fig.5.11. **Placa de achiziție de date
NI USB-6008** (poză originală)

Fig.5.11. **Data acquisition board NI USB-6008**
(original photo)

Pentru a suplimenta simularea, măsurătorile și cursurile de teorie de automatizare National Instruments a dezvoltat un echipament de studiu pentru USB-6008 care include o copie LabVIEW Student Edition.

Fiecare modul al plăcii de achiziție de date include o copie a NI LabVIEW SignalExpress, placa de achiziție de date fiind compatibilă cu următoarea versiune a aplicației software LabVIEW 7.x., LabWindows/ CVI 7.x., Measurements Studio 7.x., de asemenea este compatibilă și cu Visual Stdio.NET și Visual Basic 6.

În tabelul 5.3 sunt prezentate datele tehnice ale plăcii de achiziție de date modelul NI USB-6008, modelul TLDT50 (<http://www.daq.wikidot.com>>plăci-achiziție).

Datele tehnice ale plăcii de achiziție de date modelul NI USB-6008
Technical data of data acquisition board NI USB-6008 type

Generale	denumire: Placa de achiziție de date	USB-6008
	factorul de formă	USB
	numărul	779051-01
	sistemul de operare	Linux, Windows
	producătorul	B series
	tipul măsurătorii	tensiune
Intrările analogice	canalele	4, 8
	rezoluția	12 bits
	rata de probă	10 (kS/s)
	tensiunea maximă	10 (V)
	gama de tensiune maximă	10 (V), 10 (V)
	precizia gamei de tensiune minimă	35,5 (mV)
	numărul gamei	8
	memoria	512 (B)
Ieșirile analogice	canale	2
	rezoluția	12 (bits)
	tensiunea maximă	5 (V)
Ieșirile analogice	gama de tensiune maximă	0 (V), 5 (V)
	precizia gamei de tensiune maximă	7 m (V)
	gama de tensiune minimă	0 (V), 5(V)
	precizia gamei de tensiune minime	7 m (V)
	rata de actualitate	150 (S/s)
Semnalul digital 1/0	canale bidirecționale	12
	canelele numai de intrare	0
	canalele numai de ieșire	0
	numărul canalelor	0, 12
	sincronizarea	software
	gama maximă de intrări	0 (V), 5 (V)
	gama maximă de ieșiri	0 (V), 5 (V)
Cronometre	gama maximă	0 (V), 5 (V)
	frecvența sursei maxime	5 (MHz)
	rezoluția	32 (bits)
	stabilitatea timpului de bază	50 (ppm)
Specificațiile fizice	lungimea	8,51 (cm)
	lățimea	8,18 (cm)
	înălțimea	2,31 (cm)

Sursa de alimentare S – 60 – 24V

Toată aparatura descrisă mai sus este alimentată de la o priză de 220 V printr-o sursă de alimentare S-60-24 V, prezentată în fig.5.12.

În tabelul 5.4 se prezintă datele tehnice ale sursei de alimentare, modelul S-60-24V.

Tuometrul electronic

Tuometrul electronic măsoară viteza de rotație a fuliei care este montată pe arborele motorului de curent continuu. Tuometrul prezentat în fig.5.13 este realizat cu circuitul integrat M 2917 N. Acest circuit este un convector frecvență – tensiune.



Fig.5.12. Sursa de alimentare S – 60 – 24V
(poză originală)

Fig.5.12. Power supply S – 60 – 24V
(original photo)

Tabelul 5.4/Table 5.4

Datele tehnice ale sursei de alimentare modelul S – 60 – 24V

Technical data of power supply S – 60 – 24V type

Ieșirile	tensiune	5 (V)
	curent nominal	12 (A)
	puterea nominală	0~12 (A)
	unde și sunet	120 (mVp-p)
	toleranța tensiunii	± 2,0 (%)
	linia de regularitate	± 0,5 (%)
	reglări ale sarcinii	± 1,0(%)
	setări, timpul de creștere	300 (ms), 50 (ms) / 230 (VAC)
Intrările	rezistența la timp	80 (ms) / 230 (VAC)
	gama de tensiune	85~264 (VAC)
	gama de frecvență	47~63 (Hz)
	eficiența	73 (%)
	timpul curentului	2A / 115 (VAC)
Mediul înconjurător	curentul de scurgere	< 3,5(mA) / 240 (VAC)
	temperatura de lucru	-10 ~ + 60°C
	umiditatea de lucru	20~90 (%) RH necondensatoare
	temperatura de depozitare, umiditatea	-20~ + 85°C, 10~95(%) RH
	coeficientul de temperatură	± 0,03% / ° C(0 ~ 50° C)



Fig.5.13. Turometrul electronic M 2917 N

Fig.5.13. Electronic tahometer M 2917 N

http://schemelectrice.do.am/news/tuometru_electronoc/2011-02-18-8

Regulatorul de turație variabilă a motorului de curent continuu

Pentru acționarea elementelor de execuție se utilizează un motor cu alimentare a energiei de curent continuu. În fig.5.14. se prezintă regulatorul de turație variabilă pentru motorul de curent continuu.

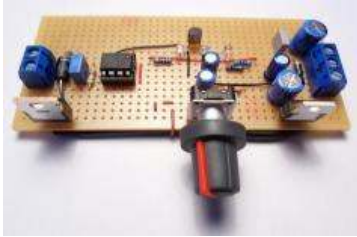


Fig.5.14. **Regulatorul de turație variabilă a motorului de curent continuu**

Fig.5.14. **DC engine variable speed controller**

<http://www.google.ro/search?newwindow=1&biw=1280&bih=933@tbn=isch@sa=1&q=REGULATOR+VITEZOMETRU+MOTOR++CC+CICUIT+LM1014>

5.2.1. Calibrarea traductorului de forță și a traductorului de deplasare

Calibrarea traductorului de forță și a traductorului de deplasare a fost efectuată cu ajutorul unui dinamometru, iar valorile obținute sunt prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5/Table 5.5

Valorile de calibrare a traductoarelor
Calibration values for transducers

Nr.crt.	Masa, kg	Tensiunea, V
1	0	0
2	30	1,566
3	50	2,542
4	102	5,205
5	150	7,68
6	192	9,72

În fig.5.15. se prezintă graficul de calibrare a traductorului de forță și a traductorului de deplasare.

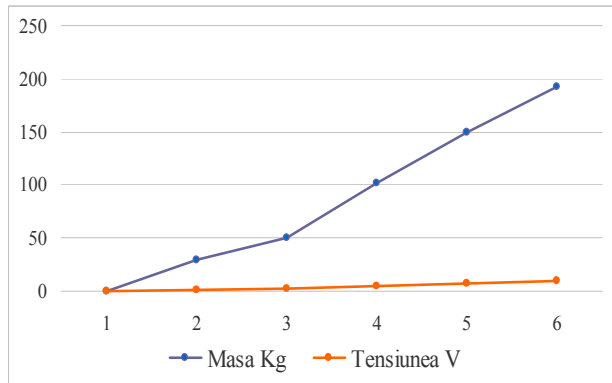


Fig.5.15. **Graficul de calibrare a traductorului de forță și a traductorului de deplasare**
(poză originală)

Fig.5.15. **Calibration representation for force transducer and displacement transducer**
(original photo)

5.2.2. Măsurarea umidității tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Pentru a măsura umiditatea celor șapte tipuri de tulpini vegetale folosite pentru efectuarea determinărilor experimentale, s-a folosit etuva de uscare BIOBASE BOV-T25F prezentată în fig.5.16.

Etuva are o capacitate de 25 litri și temperatura reglabilă între 50 – 200°C, display LED. Carcasa exterioră este realizată din oțel acoperit cu pudră antibacterii, iar interiorul din oțel inoxidabil și cu rastelele reglabile în înălțime. Ușa este prevăzută cu geam dublu strat și garnitură de etanșare de silicon. Etuva este prevăzută cu protecție de

supracăldură, precizia temperaturii este de 0,1°C, interfața RS-485 având dimensiuni interioare de 300x300x280 mm și dimensiuni exterioare de 580x500x450 mm.



Fig.5.16. Etuva de uscare BIOBASE BOV-T25F
(poză originală)

Fig.5.16. Drying oven BIOBASE BOV-T25F
(original photo)

Metoda de cercetare

S-a procedat la măsurarea umidității prin metoda uscării în etuvă până la masa constantă. Modul de lucru:

Se cântăresc 5 – 10 g din produsul analizat, bine mărunțit cu o precizie de 0,01 g, apoi se cântărește o fiolă din sticlă cu dop. Fiola încărcată cu produsul pentru uscare se introduce în etuvă și se încălzește timp de 4 – 5 ore la o temperatură de 103°C.

După acest timp, fiola se scoate din etuvă, se acoperă cu capacul și se lasă să se răcească în exterior timp de 30 de minute, după care se cântărește la balanța analitică. Se repetă operațiile de uscare, răcire și cântărire până când diferența dintre două cântăriri succesive nu este mai mare de 0,004 g. În acest moment se consideră că s-a ajuns la masa constantă și s-a evaporat toată apa din probă. Calculul conținutului de apă (U) se face cu ajutorul următoarei formule:

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100 \text{ [%]} \quad (5.3)$$

unde: U - umiditatea; m - masa fiolei goale; m_1 - masa fiolei și a produsului înainte de uscare ; m_2 - masa fiolei și a produsului după uscare. Masa fiolei s-a măsurat în grame.

Umiditatea tulpinilor plantelor agricole rezultată în urma măsurărilor este prezentată în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6/Table 5.6

Umiditatea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării
Moisture of agricultural plants stalks at harvest time

Nr. crt.	Tulpina vegetală	Umiditatea, (%)
1	Grâu	11,7
2	Orz	12,3
3	Sorg	28,4
4	Porumb	29,9
5	Soia	18,1
6	Floarea-soarelui	21,2
7	Rapiță	26,6

5.2.3. Metoda de cercetare privind modul de operare și prelevarea datelor experimentale

Metoda de cercetare

Alimentarea tulpinilor vegetale în dispozitivele de tăiere a standului de încercări s-a efectuat manual pentru fiecare tip de tulpină în parte.

Schema standului pentru efectuarea încercărilor experimentale de tăiere a tulpinilor plantelor agricole este acătuită din tija de antrenare (1) (suportul lamelor-cuțit), pe care sunt montate lamele-cuțit, componente care împreună formează cuțitul propriu-zis (2). Cuțitul execută o mișcare rectilinie alternativă, fiind antrenat de tija filetată (3) în cazul tăierii statice, prezentată în fig.5.1, și de mecanismul bielă-manivelă (3) în cazul tăierii dinamice, prezentată în fig.5.2. Prin intermediul celor două articulații, una fiind fixată pe cuțit, iar cealaltă pe disc, are loc tăierea tulpinilor plantelor agricole concomitent cu măsurarea forței maxime de tăiere, N , efectuată cu ajutorul traductorului de forță TF , respectiv măsurarea cursei cuțitului, mm , efectuată cu ajutorul traductorului de deplasare TD . Cuțitul este antrenat printr-un mecanism bielă-manivelă, acționat de un motor electric de curent continuu.

În fig.5.17. este prezentată schema instalației care măsoară următorii parametri urmăriți prin obiectivele tezei:

- forța maximă de tăiere statică și dinamică prin forfecare, N ;
- cursa activă a cuțitului, mm ;
- determinarea forței medii de tăiere statică și dinamică prin forfecare, N ;
- calcularea energiei de tăiere statică și dinamică prin forfecare, J ;
- calcularea energiei specifice de tăiere statică și dinamică prin forfecare, J/m^2 ;
- prezentarea grafică a rezultatelor obținute.

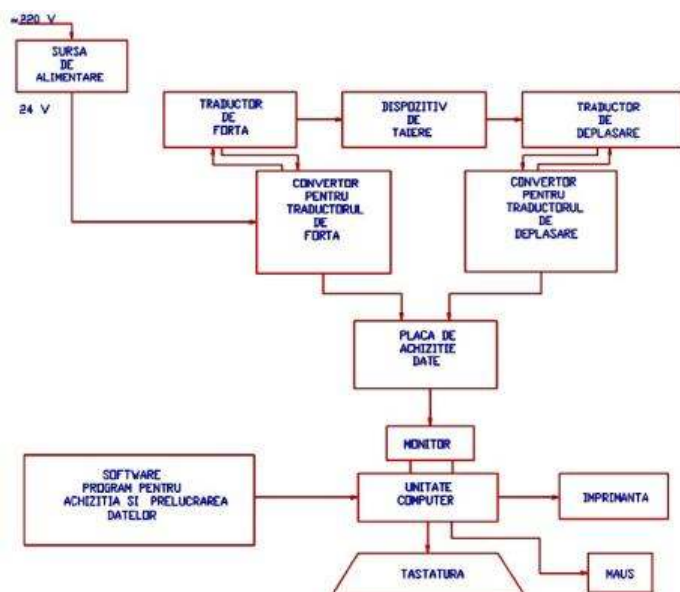


Fig.5.17. Schema instalației pentru măsurarea forței de tăiere (N), cursa cuțitului (mm) și calcularea lucrului mecanic (Nm), în funcție de viteza de tăiere a cuțitului (m/s)
(poză originală)

Fig.5.17. Design of installation for cutting force measuring (N), knife movement (mm) and calculation of mechanical work (Nm), depending on knife cutting speed (m/s)
(original photo)

În momentul tăierii propriu-zise a diferitelor tulpini vegetale, la momentul

recoltării cu diferite tipuri de lame tăietoare, pe standul prezentat în această lucrare, semnalul electric al forței maxime de tăiere (N) și semnalul electric de deplasare (mm), sunt preluate de traductorul de forță, respectiv traductorul de deplasare. Converteoarele transformă semnalul electric de forță și deplasare, primit de la traductoare, în semnal analogic pe care îl transmit plăcii de achiziție de date, care printr-un cablu *USB* este preluat de unitatea computerului. Pe discul „C” a computerului s-a instalat softul specializat Lookout HMI-SCADA.

Prin intermediul acestui soft s-au prelucrat rezultatele forței maxime de tăiere (N) și cursa activă a cuțitului (mm), rezultate care au fost salvate sub formă de tabel, în Microsoft Office Excel. Din acest tabel s-a selectat valoarea forței maxime de tăiere (N) și a deplasării (mm) cuțitului în momentul tăierii. Captura (Print Screen), prelucrată prin programul Paint, a fost salvată în format imagine JPEG, astfel:

- o imagine sub formă de tabel, care reprezintă valoarea cursei active a cuțitului (mm), de la bază până în momentul tăierii tulpinilor vegetale;
- și o imagine sub formă de grafic care reprezintă valoarea forței maxime de tăiere statică prin forfecare (N), în momentul tăierii tulpinilor plantelor agricole.

Aceste două imagini sunt prezentate în figura 5.18. și tabelul. 5.7.

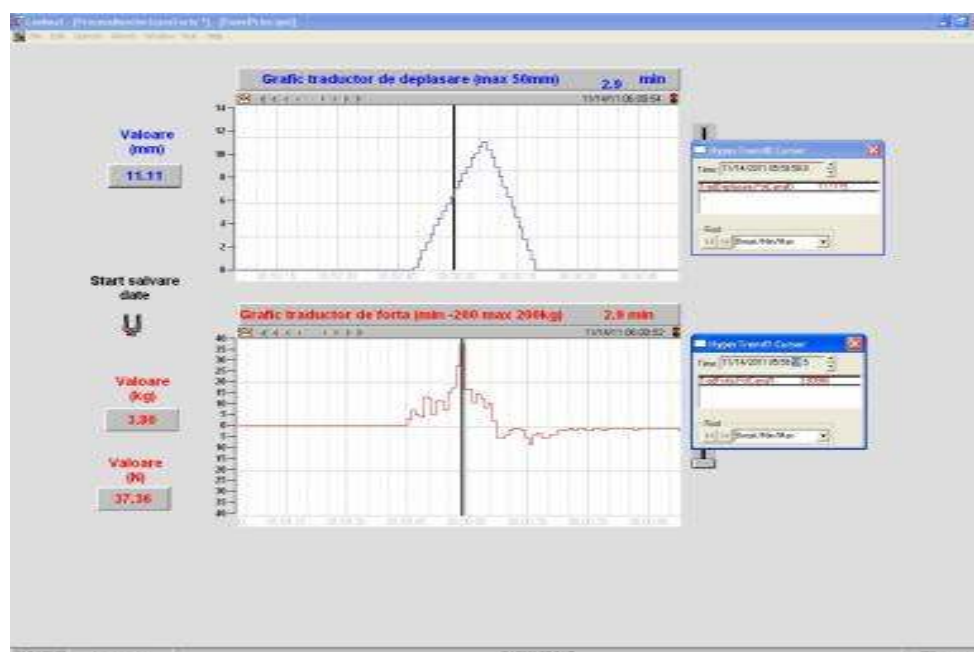


Fig.5.18. Valoarea forței maxime de tăiere statică prin forfecare (N) și cursa activă a cuțitului (mm), cuțit echipat cu lame-cuțit care au muchiile active zimțate, ascuțite sub un unghi $i_c = 20^\circ$, pentru tăierea perpendiculară față de cuțit a tulpinii de grâu, între noduri cu aria secțiunii de tăiere egală cu $39,322 \text{ mm}$, de la combinele Dropia 1110, Gloria 1120 și Sema

(poză originală)

Fig.5.18. Maximum value static of shear force (N) and knife active stroke (mm), knife equipped with knife blades having serrated active edges, sharp at an angle $i_c = 20^\circ$, for perpendicular cutting face to knife of wheat stem, between knots with a cutting section area equal to 39.322 mm , from Dropia 1110, Gloria 1120 and Sema harvesting machines

(original photo)

În fig.5.18 se prezintă valoarea forței maxime de tăiere statică prin forfecare (N) și cursa activă a cuțitului (mm), cuțit care este echipat cu lame-cuțit care au muchiile active zimțate, ascuțite sub un unghi $i_c = 20^\circ$, pentru tăierea perpendiculară a tulpinii de grâu, între noduri cu secțiunea de tăiere egală cu 39,322 mm, de la combinele Dropia 1110, Gloria 1120 și Sema.

Tabelul 5.7/Table 5.7

Determinarea valorilor forței de tăiere (N; Kgf) în funcție de cursa activă a cuțitului, (mm)
Determination of cutting force values (N; Kgf) function of knife active stroke, (mm)

Nr. crt.	Efectuarea probei (data/h/min)	Deplasarea cuțitului (mm)	Forța maximă de tăiere (kgf)	Forța maximă de tăiere (N)
82	11/14/2011 5:59	10	2,77	27,16
83	11/14/2011 5:59	11,1	3,81	37,36
84	11/14/2011 5:59	11,1	3,81	37,36
85	11/14/2011 5:59	11,1	3,81	37,36
86	11/14/2011 5:59	11,1	3,81	37,36
87	11/14/2011 5:59	11,1	3,81	37,36

Apoi, captura Print Screen cu imaginile graficului, împreună cu tabelul 5.7 aferent din Microsoft Office Excel, au fost atașate în Microsoft Office Word.

Pentru standul de laborator s-a determinat forța de frecare din dispozitiv între elementele componente ale acestora.

Forța de tăiere maximă (N) rezultată din dispozitivele de tăiere, în timpul încercărilor experimentale, este formată din: forța de tăiere maximă (37,36 N) plus frecările în dispozitivul de tăiere din care s-au scăzut frecările din dispozitiv (7,81 N).

- **Forța medie** de tăiere prin forfecare (N), s-a determinat astfel:

Cunoaștem faptul că **1 Nm = 1 J**

$$F_{tm} = F_{tmtot} - F_{gm} \text{ [N]} \quad (5.4)$$

unde: F_{tmtot} – forța de tăiere medie totală; F_{tm} – forța de tăiere medie; F_{gm} – forța în gol, medie.

În fig.5.19 se prezintă determinarea **forței medii** de tăiere prin forfecare (N).

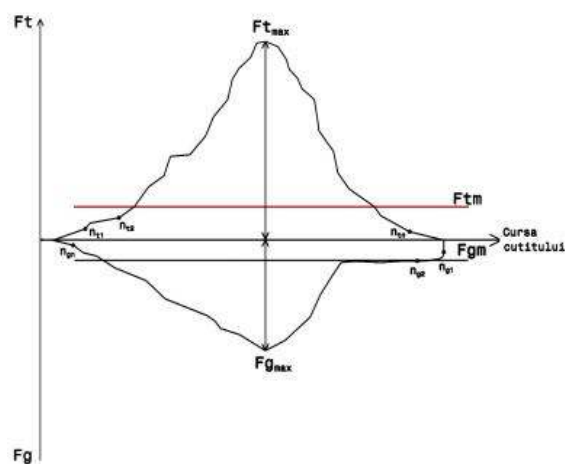


Fig.5.19. **Forța medie de tăiere prin forfecare (N)** (poză originală)

Fig.5.19. **Mean cutting force by shear (N)** (original photo)

Pe graficul din fig.5.18, partea superioară și inferioară, s-a efectuat digitizarea punct cu punct cu ajutorul programului Rock Ware Digi DATA. A rezultat o coloană cu valori numerice reprezentând distanța (cursa activă a cuțitului) și o coloană cu valori reprezentând forța de tăiere. Inserăm valorile de pe cele două coloane în program, se alege diagrama cu puncte și rezultă graficul din fig.5.20. Cu acest program s-a determinat forța de tăiere medie totală de forfecare F_{tm} (N), astfel:

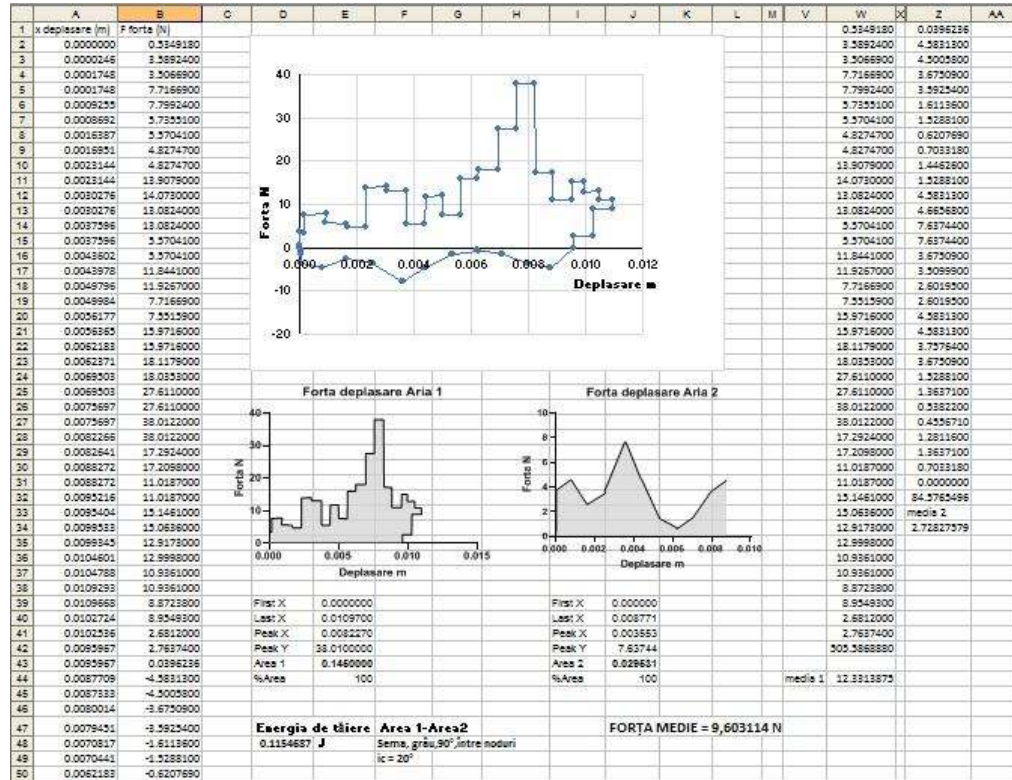


Fig.5.20. Forța medie de tăiere prin forfecare (N), rezultată prin digitizare (poză originală)

Fig.5.20. Mean cutting force by shear (N), resulted through digitalization (original photo)

F_{tm} – forța de tăiere medie se calculează cu relația 5.5:

$$F_{tm} = \frac{\sum F_i}{n_{tm}} N, \quad (5.5)$$

unde F_i – forța de tăiere (N), $n_1 \dots n_m$ - reprezintă numărul de puncte din partea superioară a graficului din figura 5.19.

F_{gm} – forța în gol medie se calculează cu relația 5.6:

$$F_{gm} = \frac{\sum F_g}{n_{gn}} N, \quad (5.6)$$

unde: F_{gm} – reprezintă forța în gol, medie, F_g – forța în gol (N), $n_1 \dots n_{gn}$ - numărul de puncte din partea inferioară a graficului prezentat în figura 5.19.

Forța de tăiere medie totală se calculează ca fiind suma tuturor punctelor digitizate egală cu 505,5868880 N de pe graficul din fig.5.20. Se împarte la numărul de puncte, din partea superioară a graficului, rezultând media 1 = 12,33139 N.

Determinarea forței în gol medie F_{gm} , din partea inferioară a graficului, din fig.5.20, s-a calculat ca fiind media tuturor punctelor egale cu 84,5765496 N, împărțită la numărul de puncte, rezultând media doi egală cu 2,72827 N.

Forța de tăiere medie prin forfecare s-a calculat ca fiind media1-media2 = 9,603114 N.

- **Energia de tăiere** prin forfecare, J , calcularea ariilor rezultate în urma tăierilor prin forfecare, s-a efectuat cu ajutorul programului Prima 8. S-au inserat toate valorile pozitive de pe coloanele distanță și forță în program pe axa „x” față de „y” de la „0” până la „0”, s-a selectat din program **aria** și a rezultat **aria 1 = 0,145000 J** din fig.5.20, (aria A)

Pentru a determina aria 2 = 0,029531, J , se inserează toate valorile negative de pe coloanele distanță și forță în program, de la „0” până la „0” pe axa „x” față de „z”, rezultând diagrama din fig.5.20, aria B.

Energia de tăiere medie prin forfecare J se calculează ca fiind egală cu aria 1 – aria 2.

$$F_{tm} = 0,145000 - 0,029531 = 0,115468 J \quad (5.7)$$

- **Energia medie specifică de tăiere J/m^2**

Energia medie specifică este egală cu energia medie de tăiere împărțită la aria secțiunii de tăiere.

$$E_{msp} = \frac{E_{mt}}{A_s} J/m^2 = 2,936473 J/m^2 \quad (5.8)$$

unde: E_{msp} – energia medie specifică, E_{mt} – energia medie de tăiere, A_s – aria secțiunii de tăiere.

Standul folosește componente de la aparatele de tăiere cu degete și cuțite superioare, la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor $p = 76,2 mm$, de la următoarele combine: vindrovere; Sema; Drobia 1110; Gloria 1120; Gloria 1422; Claas; John Deere; Fendt și NewHolland.

Ca obiect de studiu s-au folosit lame-cuțit aflate în dotarea combinelor românești SEMA, DROPIA-1110, GLORIA-1120, GLORIA-1422 și a vindroverelor. Aceste lame-cuțit sunt fabricate la ” FEPA SA” Bârlad și au muchiile tăietoare ascuțite sub un unghi inițial $i_c = 20^\circ$.

S-a efectuat ascuțirea muchiilor tăietoare pentru următoarele tipuri de lame-cuțit:

➤ Lame-cuțit cu muchiile active **netede**;

- din unghiul inițial $i_c=20^\circ$ în unghi micșorat $i_c=15^\circ$ și unghiul micșorat $i_c = 10^\circ$.

➤ Lame-cuțit cu muchiile active **zimțate**;

- din unghiul inițial $i_c=20^\circ$ în unghiul micșorat $i_c=15^\circ$; și unghiul micșorat $i_c = 10^\circ$.

Aceste tipuri de lame-cuțit sunt din dotarea Vindroverelor, iar pentru combinele românești s-a efectuat ascuțirea muchiilor tăietoare zimțate, rezultând mărimea unghiului i_c , astfel;

➤ lame-cuțit cu muchiile active **zimțate**;

- din unghiul inițial $i_c = 20^\circ$ în unghi micșorat $i_c = 15^\circ$; și unghiul micșorat $i_c = 10^\circ$.

Mărimea unghiului (i_c) a fost realizată prin ascuțirea muchiilor active a lamelor-cuțit, în cadrul „S.C. FEPA SA BÂRLAD”, pe mașinile unelte aflate în dotarea acestei societăți comerciale.

Degetele care echipază aparatele de tăiere a combinelor Claas, NewHolland, Fendt și John Deere sunt grupate câte două și nu au în componența lor lame-contracuțit, degetele ținând loc și de contracuțit. Geometria lamelor-cuțit este prezentată în fig.5.21.

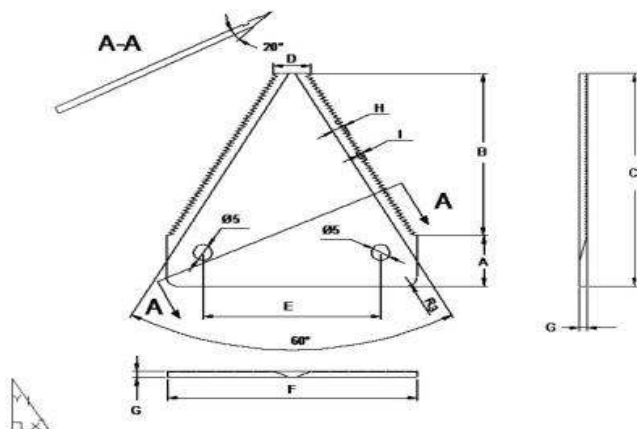


Fig.5.21. Geometria lamelor-cuțit
(poză originală)

Fig.5.21. Geometry of blade knives
(original photo)

În tabelul 5.8 sunt prezentate valorile geometriei lamelor-cuțit.

Optimizarea procesului de tăiere s-a realizat prin ascuțirea muchiilor active a lamelor tăietoare sub un unghi i_c .

Tabelul 5.8/Table 5.8

Geometria lamelor-cuțit
Geometry blade-knives

Nr. crt.	Tip lamă	Muchia activă	Unghiul i_c	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Vindrover	netedă	$i_c = 20^\circ$	23	57	80	12	50	76	2,27	5,84	-
2			$i_c = 15^\circ$	23	57	80	12	50	76	2,27	7,73	-
3			$i_c = 10^\circ$	23	57	80	12	50	76	2,27	12	-
4		zimțată	$i_c = 15^\circ$	21,6	58,4	80	12	50	76	2,27	5	1,5
5			$i_c = 10^\circ$	21,6	58,4	80	12	50	76	2,27	8	1,5
6			$i_c = 10^\circ$	21,6	58,4	80	12	50	76	2,27	10	1,5
7	Sema	zimțată	$i_c = 15^\circ$	17	58	75	7	50	76	2,3	5	1,45
8			$i_c = 10^\circ$	17	58	75	7	50	76	2,3	8	1,45
9			$i_c = 10^\circ$	17	58	75	7	50	76	2,3	10	1,45
10	Claas	zimțată	$i_c = 19^\circ$	33	51	84	16	51	76	2,44	9	1,83
11	NewHolland		$i_c = 19^\circ$	30,4	53	83,4	13	51	76	2,82	7	1,31
12	Fendt		$i_c = 19^\circ$	30	50	80	15	51	76	2,61	7,5	1,75
13	JohnDeere		$i_c = 19^\circ$	30	51	81	13	51	76	2,67	5,5	1,4

Mărimea unghiului i_c realizat prin ascuțirea muchiilor tăietoare a lamelor-cuțit netede și zimțate, este prezentată în tabelul 5.9.

Tabelul 5.9/Table 5.9

Mărimea unghiului i_c efectuat prin ascuțirea muchiilor tăietoare a lamelor-cuțit
Size of i_c angle realised by sharpening of cutting edges of blade knives

Nr. crt.	Tipul combinei	Tipul lamei zimțat/neted	Ascuțirea muchiilor tăietoare, i_c	Lama contracuțit	Degete singulare/grupate câte două
1	Vindrover	Netedă	$i_c = 20^\circ$ $i_c = 15^\circ$ $i_c = 10^\circ$	zimțată	singulare
2		Zimțată	$i_c = 20^\circ$ $i_c = 15^\circ$ $i_c = 10^\circ$		
3	Sema Dropia Gloria	Zimțată	$i_c = 20^\circ$ $i_c = 15^\circ$ $i_c = 10^\circ$		
4	Claas	Zimțată	$i_c = 19^\circ$	nu	grupate câte două
5	New Holland				
6	Fendt				
7	John Deere				

5.3. Metoda de organizare a cercetării privind rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării pentru culturile de cereale

Aparatele de tăiere cu degete și cuțite superioare luate în studiu sunt de la următoarele combine: combinele românești (**Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422**), **Claas, John Deere, Fendt și NewHolland**.

Tulpinile plantelor agricole luate în studiu la momentul recoltării sunt de la culturile de cereale. Acestea sunt: **grâu, orz, porumb și sorg**.

Tipul lamelor tăietoare sunt **zimțate**.

Poziția tulpinilor vegetale în timpul tăierii, față de planul de tăiere al lamelor tăietoare, sunt:

- **verticală sau înclinată longitudinal la 45° .**

Tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării: **între noduri sau pe nod**.

Tăierea prin forfecare s-a efectuat static și dinamic cu viteza cuțitului de: **$v_1 = 1 \text{ m/s}$ și $v_2 = 2 \text{ m/s}$.**

Organizarea experienței privind rezistența la tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării, de la culturile de cereale, este prezentată astfel:

- pentru cultura de grâu organizarea experienței începe cu varianta $V_{g1} \dots V_{g60}$;

- pentru cultura de orz organizarea experienței începe cu varianta $Vo_1...Vo_{60}$;
- pentru cultura de sorg organizarea experienței începe cu varianta $Vsg_1...Vsg_{60}$;
- pentru cultura de porumb organizarea experienței începe cu varianta $Vp_1...Vp_{60}$.

5.4. Metoda de organizare a cercetării privind rezistența pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, de la culturile de plante tehnice

Organizarea experienței privind rezistența pentru tăierea tulpinilor agricole în momentul recoltării de la culturile de plante tehnice, este prezentată în tabelul 5.15.

Aparatele de tăiere cu degete și cuțite superioare sunt de la următoarele combine : combinele românești (**Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422**), **Claas, John Deere, Fendt și NewHolland**.

Tulpinile plantelor agricole folosite la momentul recoltării sunt de la culturile de plante tehnice. Acestea sunt: **floarea-soarelui, rapiță și soia**.

Tipul lamelor tăietoare sunt **zimțate**.

Poziția tulpinilor vegetale în timpul tăierii față de planul de tăiere al lamelor tăietoare:

- **verticală sau înclinată-longitudinal la 45°.**

Tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării: **între noduri sau pe nod**.

Viteza de tăiere a cuțitului: $V_1 = \text{statică}$, $V_2 = 1 \text{ m/s}$ și $V_3 = 2 \text{ m/s}$.

Organizarea experienței privind rezistența pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării de la culturile de plante tehnice, este prezentată astfel:

- pentru cultura de floarea-soarelui soarelui organizarea experienței începe cu varianta $Vfs_1...Vfs_{60}$;
- pentru cultura de soia organizarea experienței începe cu varianta $Vs_1...Vs_{60}$;
- pentru cultura de rapiță organizarea experienței începe cu varianta $Vr_1...Vr_{60}$.

5.5. Metoda de cercetare privind determinarea suprafeței secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării de la culturile de cereale și plante tehnice

Pentru a determina **suprafața secțiunii de tăiere (S)** pentru tulpinile de cereale (grâu, orz, sorg și porumb) și plante tehnice (rapiță, soia, floarea soarelui), între noduri și pe noduri, s-a folosit programul **Image J** prin care s-au analizat imaginile. Realizarea imaginilor în secțiune a fost analizată cu ajutorul unei cutii de culoare neagră, care a fost proiectată și construită inițial. În interiorul cutiei se găsește un sistem de iluminare standard (4 tuburi fluorescente cu lumină albă de 6500 K) și un aparat foto digital Kodak EasyShare Z7590. Cele patru tuburi fluorescente sunt fixate pe un cadru metalic, fiind așezate sub un unghi de 45° față de tulpinile secționate care au urmat a fi fotografiate. În fig.5.22 se prezintă un detaliu al dispozitivului utilizat pentru preluarea imaginilor.

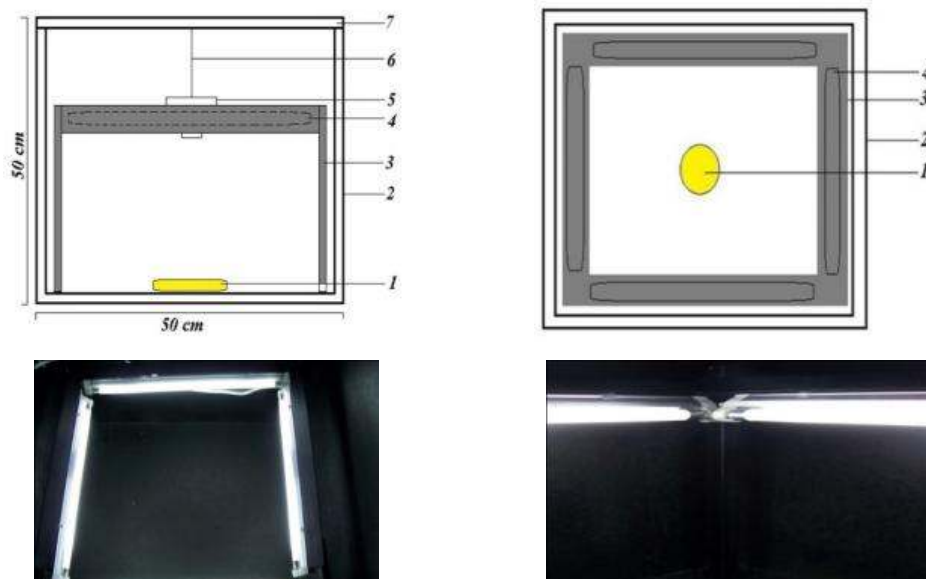


Fig.5.22. **Cameră de preluare imagini (poză originală):** 1 – tulpină tăiată; 2 - carcasă; 3 - cadru iluminare; 4 - sistem de luminare; 5 - aparat de fotografiat; 6 - susținere aparat; 7 – capac
 Fig.5.22. **Image capture camera (original photo):** 1 - cut stem; 2 - housing; 3 - lighting frame; 4 – lighting system; 5 - camera; 6 - device support; 7 - lid

Probele cu tulpinile tăiate la 90° și 45° au fost poziționate în interiorul cutiei pe un dispozitiv, astfel încât distanța de la secțiunea fotografiată până la obiectivul aparatului foto să rămână constantă. Setările aparatului de fotografiat în interiorul cutiei sunt prezentate în tabelul 5.10.

Tabelul 5.10/Table 5.10

Setări utilizate pentru aparatul foto
Utilised settings for camera

Nr. crt.	Variabila	Variable	Valoare
1	Distanța focală	Focal distance	22 cm
2	Zoom	Zoom	3
3	Lumina aparatului	Flash	Oprit/Off
4	Intensitate lumină	ISO velocity	100
5	Balanța de alb	White balance	Flourescent /Fluorescence H
6	Modul de operare	Operation mode	Manual/Manual
7	Deschidere diafragmă	Aperture Av	f/8,0
8	Timp de expunere	Exposure Tv	1/15s
9	Calitate fotografie	Quality	Slabă/Raw
10	Macro	Macro	Pornit/On

5.6. Metoda de cercetare privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Determinările experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării s-au efectuat cu

următoarele tipuri de lame-cuțit, de la următoarele combine: Claas, John Deere și Sema (combină românească).

În campania de recoltare a cerealelor, din anul 2017, s-au montat lame-cuțit noi pe cuțitele aparatelor de tăiere a combinelor prezentate mai sus. Lamele-cuțit noi, înainte de montarea lor pe cuțite, au fost cântărite cu o balanță analitică, li s-au determinat suprafețele, masa, rugozitatea și duritatea, apoi au fost exploatate în condiții reale de recoltare în câmp timp de 100 de ore de funcționare. Lamele-cuțit au fost montate pe cuțitele aparatelor de tăiere în stânga, la mijlocul și dreapta acestora. Lamele-cuțit din stânga și cele din dreapta au fost montate pe cuțit de la margine spre interiorul cuțitului, a cincea poziție. După consumarea celor 100 de ore de funcționare în câmp, lamele-cuțit au fost demontate de pe cuțite, curățate, degresate și apoi cântărite, determinând masa, suprafețele, rugozitatea și duritatea, din nou.

Pregătirea lamelor-cuțit pentru determinările experimentale a fost realizată prin spălare cu apă și degresate cu solvent (benzină), atât la începutul experimentelor cât și la finalul lor.

Metoda de cercetare privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării, constă în:

- determinarea masei lamelor-cuțit;
- determinarea suprafeței lamelor-cuțit;
- determinarea rugozității lamelor-cuțit;
- determinarea durității lamelor-cuțit.

5.6.1. Metoda de cercetare privind determinarea masei lamelor-cuțitelor noi de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Greutatea lamelor-cuțit a fost determinată cu o balanță analitică cu precizia de $\pm 0,001$. Cuțitele noi au fost degresate și cântărite, iar după 100 ore de funcționare cuțitele au fost spălate cu apă pentru a îndepărta pământul, praful, resturi de materiale vegetale și degresate cu solvent, fiind apoi uscate și ulterior cântărite.

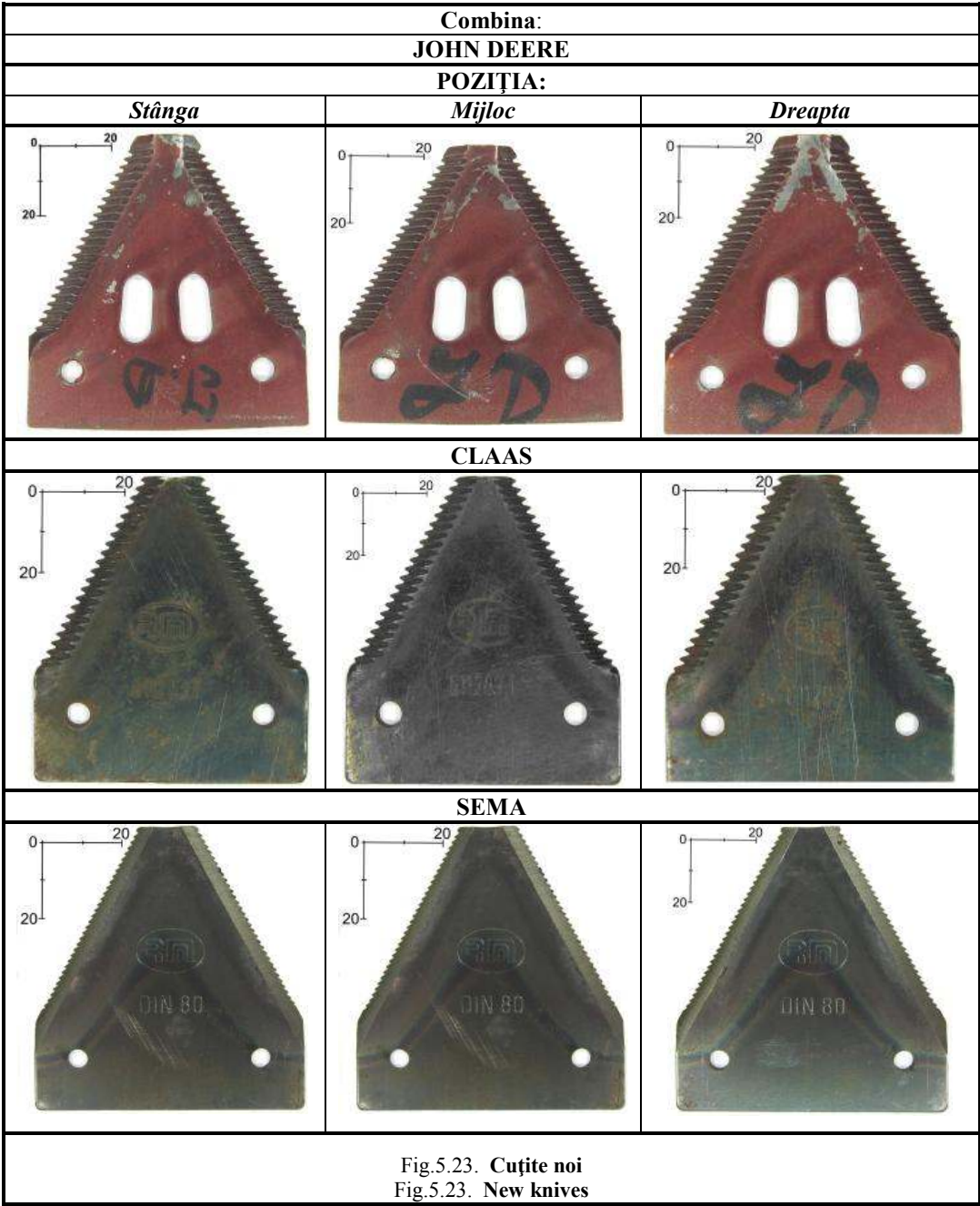
5.6.2. Metoda de cercetare privind determinarea suprafeței lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

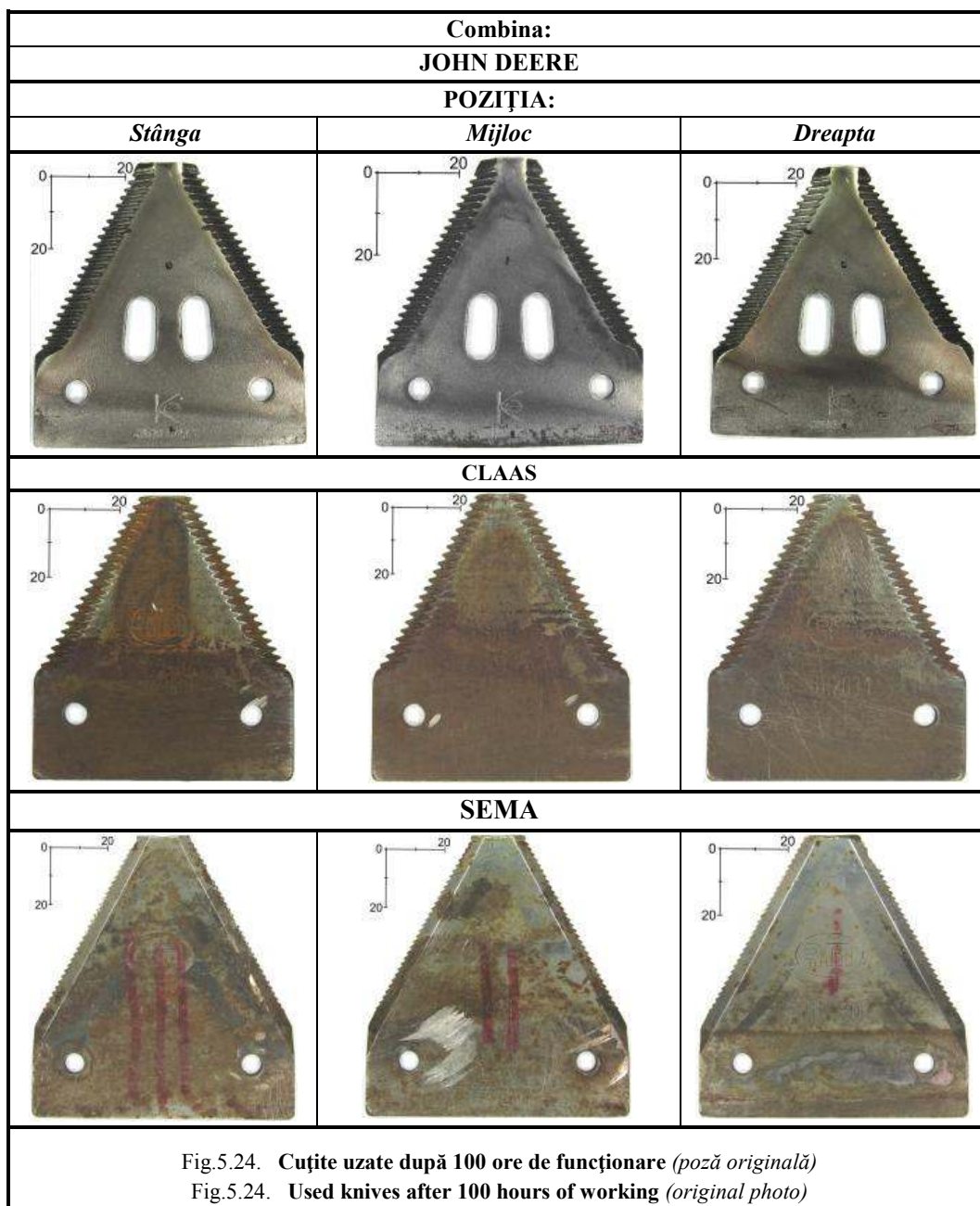
Pentru a determina **suprafața lamelor-cuțit (S)** s-a folosit programul **Image J**, ca și în cazul metodei de cercetare privind determinarea suprafeței secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, prezentat în fig.5.22, prin care s-au analizat imaginile fotografiate ale cuțitelor. A fost proiectată și construită o cutie de culoare neagră cu ajutorul căreia s-au preluat imaginile cu secțiunile care urmează a fi analizate. În interiorul cutiei se găsește un sistem de iluminare standard (4 tuburi fluorescente cu lumină albă de 6500 K) și un aparat foto digital Kodak EasyShare Z7590. Cele patru tuburi fluorescente sunt fixate pe un cadru metalic, lamele-cuțit fiind așezate sub un unghi de 45°.

Lamele-cuțit au fost poziționate în interiorul cutiei, pe o suprafață plană, astfel

încât distanța de la lama-cuțit fotografiată, până la obiectivul aparatului de fotografiat să rămână constantă.

În fig.5.23 sunt prezentate lamele-cuțit noi ale combinelor luate pentru studiu, iar în fig.5.24 se prezintă lamele-cuțit după 100 de ore de funcționare cu poziția de așezare pe cuțit.





5.6.3. Metoda de cercetare privind determinarea rugozității lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Controlul suprafeței lamelor-cuțit este important pentru a determina, din punct de vedere calitativ, modificările la nivelul suprafeței cauzate de uzura abrazivă. Rugozitatea lamelor-cuțit a fost determinată cu rugozimetrul Taylor Hobson, prezentat în fig.5.25.



Fig.5.25. Rugozimetru Taylor Hobson utilizat pentru determinarea rugozității lamelor-cuțit (poză originală)

Fig.5.25. Taylor Hobson roughness meter used to determine the roughness of knife blades (original photo)



Constructiv, rugozimetrul este de tip inductiv, având un ax sprijinit la mijloc pe două cuțite (formând o pârghie), care are atașat la un capăt o armătură care se deplasează în interiorul bobinelor producând un semnal electric. Semnalul electric este funcție de deplasarea pe verticală, iar la capătul opus este poziționat palpatorul care are un vârf rotunjit, care intră în contact cu suprafața rugoasă a lamelor-cuțit, prezentat în fig.5.26.

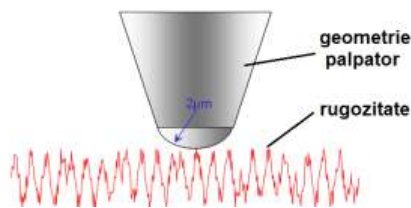
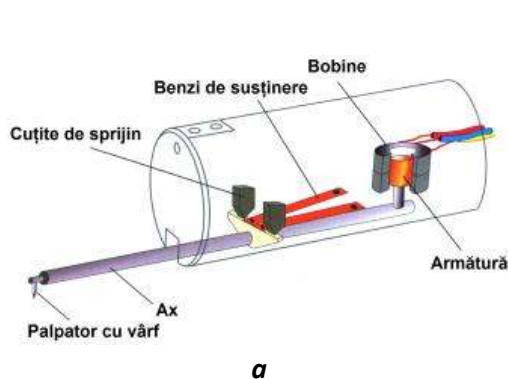


Fig.5.26. Senzorul de preluare a datelor rugozității suprafeței și capul palpatorului: *a* – senzorul; *b* – geometrie palpator.

Fig.5.26. Surface roughness sensor and probe head:

a - sensor; *b* - feeler geometry.

Profilele rugozităților obținute de pe lamele-cuțite noi, și respectiv lamele-cuțit uzate, pot fi comparate și vizual, dar interpretarea este subiectivă. Pentru o interpretare obiectivă și calitativă a diferențelor de rugozitate între suprafețele noi și cele uzate ale lamelor-cuțit se pot utiliza unul sau mai mulți parametri numerici care pot fi comparați cu ușurință.

Parametrii numerici sunt obținuți în funcție de rezoluția aparatului de măsură, astfel raportul dintre cea mai mică caracteristică care poate fi măsurată de sistem și rezoluția pe întreg domeniul de măsură. Instrumentele simple pot folosi un convertor

analog-digital (ADC) de 12 biți care permite o rezoluție de până la 4.000:1, în timp ce rugozimetrul Taylor Hobson utilizat la ridicarea profilogramei de rugozitate are un ADC de 24 de biți, rezultând o rezoluție de peste 16 milioane:1.

Profilele rugozităților obținute de pe lamele-cuțit noi, și respectiv lamele-cuțit uzate, pot fi comparate și vizual, dar interpretarea este subiectivă. Pentru o interpretare obiectivă și calitativă a diferențelor de rugozitate între suprafețele noi și cele uzate ale lamelor-cuțit se pot utiliza unul sau mai mulți parametri numerici care pot fi comparați cu ușurință.

Parametrii numerici sunt obținuți în funcție de rezoluția aparatului de măsură, astfel raportul dintre cea mai mică caracteristică care poate fi măsurată de sistem și rezoluția pe întreg domeniul de măsură. Instrumentele simple pot folosi un convertor analog-digital (ADC) de 12 biți care permite o rezoluție de până la 4.000:1, în timp ce rugozimetrul Taylor Hobson utilizat la ridicarea profilogramei de rugozitate are un ADC de 24 de biți și o rezoluție de peste 16 milioane:1.

Acest lucru este important deoarece rezoluția stabilește în mod eficient suprafața cea mai netedă care poate fi măsurată. Ca regulă generală, un instrument nu poate da o estimare rezonabilă a rugozității pe o suprafață atunci când R_a (rugozitatea medie) este mai mică decât dublul rezoluției. De exemplu, dacă un instrument are o rezoluție de 0,1 μm , suprafața cea mai netedă pe care o poate măsura este cu un R_a de 0,2 μm . Dacă instrumentul de măsură are un ADC de 12 biți, atunci cea mai mare valoare a R_a este de 400 μm .

La prima vedere, se poate presupune că este de dorit ca aparatul de măsură să posede cea mai mare frecvență posibilă de înregistrare a datelor. Dar nu trebuie să uităm că suprafața a fost deja "filtrată" de tipul de palpator. În practică nu este util să se realizeze o eșantionare a semnalului obținut mult mai mare decât o zecime din raza vârfului sferic al palpatorului, care în cazul de față este de 2 μm . Astfel, pentru instrumentul de măsură folosit cu raza vârfului sferic al palpatorului de 2 μm , prelevarea rugozității la o frecvență mai mare de 0,2 μm generează fișiere de date extinse cu informații suplimentare neglijabile.

În mod ideal, un parametru care caracterizează foarte bine rugozitatea unei suprafețe este parametrul amplitudinii R_a care determină numai înălțimile de vârf, de vale sau ambele, indiferent de distanța pe orizontală a profilului măsurat. Parametrul R_a este utilizat cel mai frecvent în analiza texturii suprafețelor. Figura 5.27 ilustrează graficele rugozităților din care se obține parametrul R_a . Zona profilului de sub linia centrală din figura 5.27A este inversată și plasată deasupra liniei din fig.5.27B, R_a reprezentând înălțimea medie a profilului rezultat fig.5.27C.

Matematic, R_a este valoarea mediei aritmetice absolute sau a modulului eșantioanelor profilului față de la linia de referință pe întreaga lungime de eșantionare, figura 5.28.

Pentru obținerea cât mai precisă a parametrului de rugozitate R_a , au fost respectate o serie de condiții și recomandări:

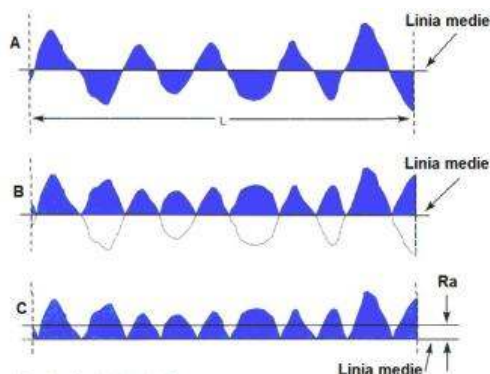


Fig.5.27. **Graficele rugozităților de obținere a parametrului Ra:** A. Linia medie a profilului rugozității; B. Ridicarea porțiunilor inferioare de profil în partea superioară; C. Ra media profilului obținut.

Fig.5.27. **Graphs of roughness to obtain Ra parameter:** A. Mean line of the roughness profile; B. Lifting the lower parts of the profile at the top; C. Mean Ra of the obtained profile.

<http://www.micron-tools.ro/>

1. Valoarea Ra pe o lungime de eșantionare reprezintă rugozitatea medie, astfel încât efectul unui vârf sau a unei văi nespecifice va fi mediată și nu va avea o influență semnificativă asupra rezultatelor finale.

2. Majoritatea standardelor naționale și internaționale sugerează ca evaluările să se realizeze pentru cel puțin cinci lungimi de eșantionare consecutive, iar apoi datele să fie mediate. Acest lucru asigură că valoarea Ra este specifică pentru suprafața măsurată sau caracterizează suprafața.

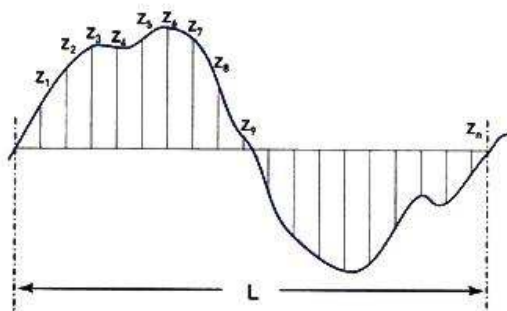


Fig.5.28. **Reprezentarea matematică a parametrului Ra**

Fig.5.28. **Mathematical representation of Ra parameter**

<http://www.micron-tools.ro/>

$$R_a = \frac{|z_1| + |z_2| + \dots + |z_n|}{n}$$

3. Valoarea Ra este lipsită de sens dacă nu este cunoscută lungimea de eșantionare. În cazul în care nu se specifică această lungime, se consideră valoarea de 0,8 mm, iar lățimea de bandă de 300:1.

4. Dacă nu este indicat altfel, măsurătorile de rugozitate trebuie efectuate în unghiuri drepte față de poziția de așezare a suprafeței.

5. Ra nu va furniza informații privind forma neregularităților apărute, figura 5.28 ilustrând acest punct.

6. Nu se face nici o distincție între vârfuri și văi.

7. Unitatea de măsură pentru parametrul Ra este unitate de lungime, redată de obicei în micrometri.

Pornind de la condițiile și recomandările făcute pentru obținerea profilului de rugozitate cu un parametru Ra cât mai precis, se respectă următoarele etape figura 5.29.

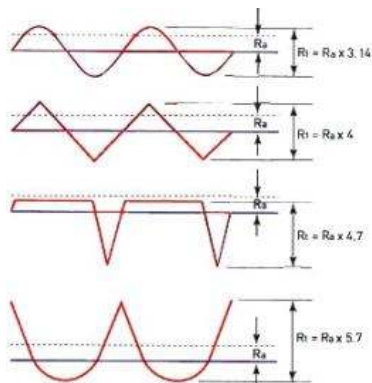


Fig.5.29. Profile de rugozitate care au aceeași valoare R_a , dar cu forme și valori diferite de la vârf la vâi.

Fig.5.29. Roughness profiles having the same R_a value, but with different shapes and values from peak to valley.

<http://www.micron-tools.ro/>

În prima etapă a determinării rugozității, cuțitele noi sunt curățate de impurități prin spălare cu apă și solvent, apoi sunt uscate astfel încât suprafața analizată să fie perfect curată. Măsurarea rugozității se realizează pe direcția de tăiere a lamei-cuțit, la mijlocul acestuia. O procedură similară se realizează și pentru lamele-cuțit uzate după 100 ore de funcționare. Atât la lamele-cuțit noi cât și la lamele-cuțit uzate, dreapta după care a fost trasată profilograma rugozității este de 25 mm, păstrând poziția pe lama-cuțit, (<http://www.micron-tools.ro/>).

5.6.4. Metoda de cercetare privind determinarea durității lamelor-cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Duritatea este o proprietate a materialelor care exprimă capacitatea acestora de a se opune acțiunii de pătrundere mecanică a unui corp dur în masa sa. La determinarea durității materialelor se iau în considerare mărimea urmelor produse de un corp de penetrare numit *penetrator*, caracterizat printr-o anumită formă și dimensiune, și forța care acționează asupra acestuia.

Metodele de determinare a durității, în funcție de viteza de acționare a forței asupra penetratorului, se clasifică în: *metode statice*, la care viteza de acționare se situează sub 1 mm/s, și *metode dinamice*, pentru care viteza de acționare depășește această valoare (tabelul 5.11).

Tabelul 5.11/ Tabelul 5.11

Metode și caracteristici de evaluare a durității materialelor
Evaluation methods and characteristics for materials hardness

Metoda	Tip penetrator	Evaluarea durității	Scări utilizate	Domeniu de utilizare	Tipul metodei
Brinell	bilă oțel	F/S , [N/mm ²]	-	<450 HB	statică
Rockwell	bilă oțel	h , [mm]	B = 130	<450 HB	statică
	con de diamant	h , [mm]	C = 100	toate materialele	statică
Vickers	piramidă de diamant	F/S , [N/mm ²]	-	toate materialele	statică
Poldi	bilă oțel	comparativă	-	<450 HB	dinamică

Mențiuni: Mărimile din tabel au următoarea semnificație: F – forța care acționează asupra penetratorului, S – suprafața și h - adâncimea urmei lăsată de penetrator în material sub acțiunea unei forțe date.

Prin metoda Rockwell utilizată în experiment, s-a urmărit, pe de o parte, să simplifice metodologia de determinare a durității materialelor cuțitelor, și să se reducă timpul necesar efectuării încercării, iar pe de alta parte, să ofere posibilitatea aplicării ei pentru toate categoriile de materiale, indiferent de duritatea probabilă pe care o au. În cazul metodei Rockwell, comparativ cu metodele Brinell și Vickers, nu se recurge la calculul durității prin raportul dintre forța aplicată asupra penetratorului și aria urmei produse de acesta în material, ci pe baza evaluării *adâncimii urmei remanente de pătrundere*, măsurată față de un plan de referință ales convențional.

Metoda constă în imprimarea, într-un material, a unui penetrator sub forma unui con sub acțiunea unei sarcini. Procesul experimental se desfășoară în două etape. În prima etapă se aplică asupra penetratorului o sarcină inițială F_0 , după care dispozitivul de măsurare a adâncimii de penetrare se aduce la zero. În a doua etapă se aplică suprasarcina F_1 .

Durata de menținere a sarcinii totale de încercare $F=F_0+F_1$, conform recomandărilor, a fost de 15 secunde pentru materialul lamelor-cuțit. Aceasta pentru a se asigura o epuizare practic completă a deformațiilor locale sub presiunea de contact a penetratorului.

Deoarece duritatea variază invers proporțional cu adâncimea de pătrundere a penetratorului, și pentru ca durităților crescătoare să le corespundă valori crescătoare, duritatea Rockwell se definește ca diferența dintre o valoare convențională E și valoarea adâncimii de penetrare conform relației:

$$HR = E - e \quad (5.9)$$

unde: E este o constantă (o mărime convențională), iar e este valoarea adâncimii remanente de pătrundere, exprimată în unități Rockwell. O unitate Rockwell este egală cu 2 μm .

Considerând că materialele lamelor-cuțit fac parte din categoria straturi dure și subțiri, sau oțeluri călite îmbunătățite, valoarea convențională pentru constanta E este 100.

Majoritatea încercărilor de duritate Rockwell se fac conform scărilor C (pentru penetrator tip con) și B (pentru penetrator tip bilă de oțel). În cazul experimentului pentru determinarea durității scara a fost C. Pentru tipul de material considerat a fost ales un penetrator conic cu unghiul la vârf de $120 \pm 0,5^\circ$ și o rotunjire la vârf de $0,2 \pm 0,002 \text{ mm}$ fig.5.30 (<http://www.uni-max.ro>).

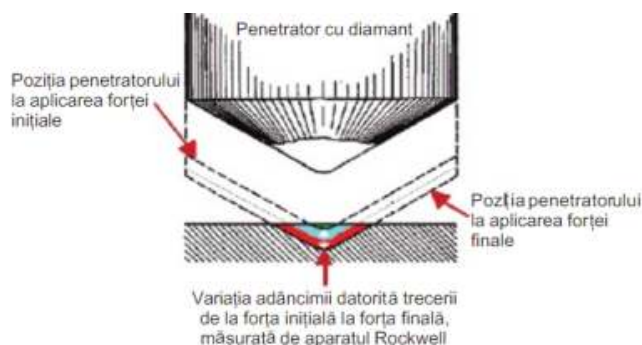


Fig.5.30. Forma penetratorului și modul de acțiune al acestuia asupra materialului lamei-cuțit

Fig.5.30. Penetrator shape and its action mode on blade knife material

<http://www.uni-max.ro>

Lamele-cuțit trebuie pregătite pentru încercările de duritate, respectând următorul protocol și condiții tehnice, astfel:

1. aplicarea sarcinii perpendicular pe suprafața plană a probei figura 5.31;
2. lama-cuțit supusă încercării se așază pe masa rigidă, fiind fixată pentru a se evita orice deplasare în timpul încercărilor figura 5.32 și figura 5.33. Echipamentul de măsurare a durității Rockwell, prezentat în figura 5.31, se compune dintr-o carcasă care conține mecanismul de încărcare pentru realizarea sarcinii inițiale. Carcasa mai are o masă de sprijin pentru proba de material supusă încercării reglabile, atât pe verticală cât și pe orizontală. Tot în carcasă se găsește și sistemul de achiziție a datelor de la traductorii de forță și senzorul inductiv de deplasare a capului de penetrare. Sistemul de achiziție este legat la calculator, iar prin intermediul unui program se prelucrează datele.



Fig.5.31. Echipament de măsurare a durității Rockwell pentru materialul lamelor-cuțit (poză originală)

Fig.5.31. Rockwell hardness equipment for knife blade material (original photo)

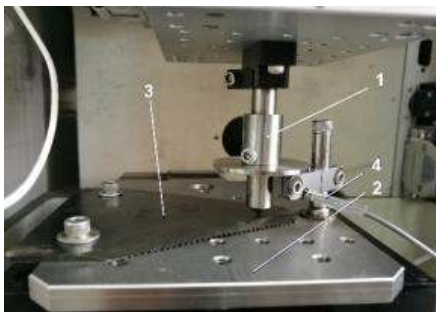


Fig.5.32. Sisteme de fixare, deplasare penetrator și proba de încercat (poză originală): 1 – penetrator; 2 – masă de sprijin și fixare; 3 – lamă-cuțit; 4 – senzor de calibrare pentru aducerea deplasării la zero.

Fig.5.32. Fixing systems, penetrator movement and test sample (original picture): 1 - penetrator; 2 - support and fixing table; 3 - knife blade; 4 - calibration sensor for zero displacement.

3. lamele-cuțit trebuie să aibă suprafețele plane, iar proba de încercat va fi pregătită astfel încât să nu aibă porțiuni oxidate și gradul de prelucrare să permită măsurarea urmei cu precizia cerută;



Fig.5.33. Detaliu asupra sistemului de fixare a lamei-cuțit și punctul de aplicare a penetratorului pe suprafața lamei-cuțit (poză originală)

Fig.5.33. Detail of knife-fixing system and penetrator point of application on the surface of knife-blade (original photo)

4. poziționarea probei pe masa de încercare se realizează astfel încât să fie permisă efectuarea sarcinii;

5. să permită menținerea constantă a sarcinii pe durata de timp prescrisă cu o eroare de cel mult $\pm 1\%$ (timp prescris: 15', 30').

Încercările experimentale pentru fiecare lamă-cuțit au fost în număr de patru, poziționate astfel încât să poată fi evidențiate variațiile de duritate prezentate în figura 5.34. S-a estimat încă de la început că duritatea obținută în punctul de la baza lamei-cuțit o să fie duritate de referință, considerând că în punctele de pe tășurile laterale și în vârful materialul are o duritate mai mare sau egală cu materialul de bază.

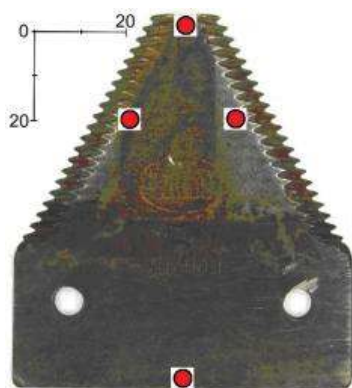


Fig.5.34. Imagine a lamei-cuțit de la combina Claas și punctele în care au fost realizate testele de duritate (baza cuțitului, tășurile lateral și vârful lamei-cuțit)

(poză originală)

Fig.5.34. Image of knife blade from Claas harvesting machine and the points where the hardness tests were performed (knife base, side edges and peak of the knife blade)

(original picture)

5.7. Concluzii parțiale

- Cercetările experimentale au fost efectuate la două societăți agricole din localitatea Aredeoaani și Solonț, din județul Bacău, la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” din Iași și la Universitatea Tehnică “Gh. Asachi” din Iași.

- Tulpinile agricole folosite pentru determinarea rezistenței la tăiere sunt de la culturile de cereale (grâu, orz, sorg și porumb), respectiv de la culturile de plante tehnice (floarea soarelui, soia și rapiță).

- Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-a conceput, proiectat și construit un stand de laborator, care efectuează tăierile statice și dinamice. Standul este construit din componente mecanice ale echipamentelor de tăiere, cuțite și contacuțite de la următoarele combine autopropulsate: combine românești Sema, Dropia și Claas, John Deere, Fend și NewHolland.

- Standul simulează condiții de lucru pentru aparatele de tăiere, la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor $p = 76,2$ mm. Componentele electrice și electronice au fost procurate din Italia prin intermediul firmei „SPECTROMAS SA” București, specializată în automatizări.

- În vederea reducerii consumului de energie pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, s-a realizat ascuțirea muchiilor active a lamelor tăietoare netede și zimțate, din unghi inițial egal de 20° , în unghi micșorat egal cu 15° și 10° din dotarea vindroverelor și

combinelor românești. Ascuțirea s-a efectuat pe mașinile unelte de la „FEPA S.A.” Bârlad. Lamele tăietoare sunt călite prin curenți de înaltă frecvență *CIF*, pe o lățime de 10-15 mm, de la margine spre interior la o duritate de 50-60 HRC. Din literatura de specialitate, cunoaștem faptul că unghiul de ascuțire(i_c) nu a coborât sub 19°, considerându-se nefiabil și neeconomic (Neculăiaș, 2002). Pentru înlăturarea acestui impediment, pe lamele tăietoare s-a efectuat depunerea de nitrură de titan prin procedeul numit titanare.

- Prin ascuțirea muchiilor active a lamelor-cuțit sub un unghi micșorat $i_c = 15^\circ$ și $i_c = 10^\circ$ se realizează pătrunderea mai ușoară a tăișului lamelor-cuțit în tulpinile plantelor agricole, rezultând o forță de tăiere mai mică.

- Durificarea lamelor tăietoare și a contra-cuțitelor netede și zimțate, de la Vindrovere și combine românești Sema, Gloria, Dropia, s-a realizat prin depunerea de nitrură de titan într-un strat subțire cuprins între 3-8 μm pe suprafețele acestora, obținându-se o duritate de 2500 HV (Paraschiv și colab., 2009). Titanizarea s-a efectuat la „RULMENȚII SA” Bârlad.

- Se apreciază că **uzura lamelor-cuțit titanizate este la jumătate față de lamele-cuțit netitanizate** (Enculescu E., 2011).

- Pentru determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole s-a folosit programul Image J, cu ajutorul căreia s-au analizat imaginile fotografiate în camerele de preluat imagini. Camerele de preluat imagini și programul Image J aparțin Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, Facultatea de Agricultură, specializarea Mecanizarea Agriculturii.

- Campania de recoltare în care s-au efectuat experimentele privind rezistența la uzură a aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole a fost în anul 2017;

- Experimentele s-au realizat în timpul recoltării pe tulpinile de la culturile agricole de rapiță și grâu:

- Timpul de funcționare a cuțitelor în condiții reale de recoltare în câmp a fost de 100 de ore;

- Lamele-cuțit urmărite, în timpul experimentelor, au fost montate pe cuțit astfel:

- în stânga și dreapta cuțitului lamele-cuțit au fost montate pe poziția a cincea de la marginea cuțitului spre interiorul acestuia;

- o lamă-cuțit a fost montată la mijlocul cuțitului.

Lamele-cuțit au fost spălate cu apă și degresate cu solvent (benzină) atât la începutul experimentelor cât și la sfârșitul lor.

- În timpul experimentelor s-au urmărit următoarele:

- determinarea masei lamelor-cuțit;
 - determinarea suprafeței lamelor-cuțit;
 - determinarea rugozității lamelor-cuțit;
 - determinarea durității lamelor-cuțit.

- Rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole depinde de: de structura

exterioară și interioară, respectiv de suprafața secțiunii de tăiere a acestora, de umiditate, precum și de grosimea pereților tulpinilor.

- La tulpinile vegetale cu secțiune mică de tăiere și fără măduvă, rezistența la tăiere este mică (grâu, orz etc), crește odată cu creșterea secțiunii de tăiere a structurii exterioare și densității măduvei (floarea-soarelui).

- Determinarea umidității tulpinilor plantelor agricole s-a efectuat cu ajutorul etuvei BIOBASE BOV-T25F, etuvă care este în dotarea Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, Facultatea de Agricultură, specializarea Mecanizarea Agriculturii.

- Determinările experimentale s-au efectuat pe șapte tipuri de tulpini ale plantelor agricole. Tăierile s-au efectuat între noduri și pe nod, pentru două poziții față de planul de tăiere al cuțitului, verticală la 90° și înclinat longitudinal la 45° . De asemenea, tăierile prin forfecare s-au efectuat static și dinamic la două viteze de lucru, 1 m/s și 2 m/s .

- Cu ajutorul unui soft specializat, denumit Lookout HMI – SCADA, s-a realizat prelucrarea datelor experimentale, rezultând o imagine sub formă de grafic care reprezintă valoarea cursei cuțitului măsurată în *mm* și o imagine sub formă de grafic care reprezintă valoarea forței maxime de tăiere prin forfecare, măsurată în *N* .

- De asemenea, s-au digitizat punctele din graficele programului HDMI SCADA, iar cu ajutorul programului Rock Ware Digi DATA se determină forța medie de tăiere prin forfecare *N*, energia medie de tăiere *J* și energia specifică medie *J/m²*.

CAPITOLUL VI

REZULTATE EXPERIMENTALE PRIVIND REZISTENȚA LA TĂIERE A TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE DE LA CULTURILE DE CEREALE ȘI PLANTE TEHNICE

CHAPTER VI

EXPERIMENTAL RESULTS REGARDING RESISTANCE TO CUTTING OF AGRICULTURAL PLANTS STALKS FROM CEREALS AND TECHNICAL PLANTS CROPS

Cercetările experimentale s-au realizat pe un stand de laborator, prezentat în capitolul 5, care folosește componente de la aparatele de tăiere prin forfecare cu degete și cuțit superior, care are pasul lamelor-cuțit egal cu cel al degetelor, $p = 76,2 \text{ mm}$, de la următoarele combine: Claas, John Deere, Fendt și NewHolland, precum și de la cele care s-au fabricat în România (Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422). Tulpinile plantelor agricole folosite la încercările de laborator sunt de la culturi de cereale (grâu, orz, sorg și porumb) și de plante tehnice (floarea-soarelui, rapiță și soia).

6.1. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea statică și dinamică a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice

Pentru determinarea rezistenței la tăiere a tulpinelor, încercările experimentale s-au efectuat în regim static și dinamic.

S-au luat în studiu tulpini provenite de la culturi de cereale și plante tehnice, la momentul recoltării, cum ar fi cele de: **grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, rapiță și soia.**

6.1.1. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea statică a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice

Datele experimentale rezultate din încercărilor efectuate reprezintă media a cel puțin șase determinări.

În tabelul 6.1 se prezintă datele rezultatelor experimentale efectuate prin tăierea statică pentru determinarea forței maxime de tăiere, a forței medii de tăiere și a energiei de tăiere, cu aparate de tăiere echipate cu lame-cuțit, cu unghiul de ascuțire al tăișului $i_c = 20^\circ$, specifice combinelor fabricate în România, folosind tulpini de la următoarele culturi: grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

Tabelul 6.1/Table 6.1

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 20^\circ$ (de la combine Sema și Gloria), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de rețezare
Forces and energy for static cutting with blade knife, at $i_c = 20^\circ$ (from Sema and Gloria harvesting machines), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	29,55	9,60311	0,11546
2			pe nod	65,20	13,58652	0,14012
3		încălinată 45°	între noduri	21,39	8,70522	0,09886
4	Orz	verticală 90°	între noduri	11,20	5,89955	0,05988
5			pe nod	36,67	7,92537	0,09885
6		încălinată 45°	între noduri	9,18	5,52311	0,05722
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	167,08	72,61212	1,12604
8			pe nod	243,48	114,32535	2,49199
9		încălinată 45°	între noduri	87,62	49,65903	0,98813
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	653,03	394,25419	7,31616
11			pe nod	752,89	468,45391	9,32234
12		încălinată 45°	între noduri	492,76	312,69410	6,54159
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	191,54	82,04971	1,15659
14			pe nod	200,69	91,02945	1,16303
15		încălinată 45°	între noduri	178,30	74,60638	1,13883
16	Soia	verticală 90°	între noduri	83,54	17,85662	0,24408
17			pe nod	130,41	29,50409	0,36151
18		încălinată 45°	între noduri	64,18	14,29006	0,17603
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	114,11	44,21804	0,57330
20			pe nod	131,43	54,25851	0,99995
21		încălinată 45°	între noduri	103,92	39,74927	0,47700

De menționat că prin forța maximă de tăiere se înțelege valoarea obținută când muchia tăișului se află în zona mediană a tulpinii, iar forța medie reprezintă media valorilor înregistrate pentru secționare integrală a tulpinei.

La tăierea statică, se constată că forța maximă de secționare a tulpinilor depinde de cultură, valori mari înregistrându-se pentru porumb și sorg, și valori mici pentru cele de orz și grâu.

Pentru culturile de cereale păioase, forțele de tăiere au înregistrat valori superioare la secționarea tulpinilor de grâu, indiferent de zona și poziția de tăiere, în comparație cu cele de orz. Pentru aceste culturi, valoarea forțelor de tăiere depinde și de zona în care s-a practicat secționarea. Astfel, prin secționarea tulpinilor în zona nodului, valoarea forțelor de tăiere este cu peste 50 – 60 % mai mare față de tăierea între noduri.

La secționarea statică a tulpinilor de porumb și sorg forțele de tăiere au înregistrat valori superioare pentru tulpinile de coceni și, în această situație, valoarea forței de tăiere din zona nodului este mai mare cu peste 15 – 50 % față de secționarea dintre noduri.

Pentru tăierea tulpinilor de cereale prășitoare sunt necesare forțe de secționare mult mai mari față de tăierea tulpinilor de cereale păioase, pentru că structura și dimensiunile acestora sunt total diferite.

Din analiza datelor privind forțele de tăiere statice a tulpinilor de la culturile de

plante tehnice rezultă că valoarea acestora este diferită, pentru secționarea tulpinilor de floarea-soarelui înregistrându-se forțe mult mai mari față de tulpinile provenite de la soia și rapiță, creșterea fiind de peste două ori. De asemenea, tăierea tulpinilor de rapiță se realizează cu eforturi mai mari decât la soia. Aceste aspecte se datorează faptului că tulpinile provenite de la cuturile de plante tehnice luate în studiu au dimensiuni, structură și compoziție diferită.

Totodată, se observă și pentru aceste culturi, secționarea în zona nodului se realizează cu eforturi mai mari decât între noduri.

Pentru toate culturile luate în studiu, la tăierea tulpinelor poziționate înclinat față de lama-cuțit, respectiv la 45°, se constată că forța de rezistență la tăiere scade semnificativ, datorită unei secționări progresive a țesuturilor celulare.

În ceea ce privește energia de secționare, aceasta depinde de valoarea forțelor de rezistență la tăiere, care este în funcție de unghiul de înclinare al tulpinilor, de zona de rețezare și în mare parte de natura tulpinilor.

Astfel, pentru tulpina de floarea-soarelui, energia de tăiere, înregistrează valori mai scăzute pentru tăierea înclinată, la 45°, în comparație cu poziția verticală, de 90°, a tulpinii față de lama-cuțit, iar când tăierea s-a efectuat între noduri, diferența nu este semnificativă.

De asemenea, parametrii energetici depind și de zona unde se efectuează tăierea, pe nod sau între noduri. Astfel, energia de tăiere înregistrează valori mai scăzute când tăierea s-a efectuat vertical la 90°, între noduri, față de tăierea verticală pe nod, cu precizarea că scăderea nu este substanțială.

Constatăm faptul că în toate cazurile analizate, forțele și energia pentru tăierea statică a tulpinilor plantelor agricole, înregistrează valori superioare pentru secționarea verticală, la 90°, în comparație cu tăierea înclinat-longitudinală, de 45°, precum și pentru rețezarea pe nod față de cea între noduri.

În funcție de cultură, forța medie de tăiere statică înregistrează valori diferite pentru secționarea tulpinilor. Pentru cultura de floarea-soarelui se înregistrează valori mai mari cu 50-60 % față de cultura de rapiță.

De asemenea, în funcție de poziția tulpinii față de lama-cuțit, la cultura de soia, energia de tăiere înregistrează valori mai mici cu 10-15 % pentru tăierea înclinat-longitudinală, la 45°, față de tăierea verticală, la 90°.

În tabelul 6.2 sunt prezentate rezultatele experimentale efectuate prin tăierea statică, respectiv a forței maxime de tăiere, forței medii de tăiere și a energiei de tăiere, cu aparate de tăiere echipate cu lame-cuțit de la combinele românești, dar la care muchia tăietoare are unghiul de ascuțire micșorat, $i_c = 15^\circ$, folosind tulpini de la culturile de: grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

La secționarea pe nod, energia de tăiere înregistrează valori mai mari cu 7-10 % față de tăierea între noduri.

Pentru tăierea tulpinilor de grâu se înregistrează valori mai mari cu 30-40% față de tulpinile de orz.

Tabelul 6.2/Table 6.2

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 15^\circ$ (de la combine Sema și Gloria), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare
Forces and energy for static cutting with blade-knife, at $i_c = 15^\circ$ (from Sema and Gloria harvesting machines), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	24,25	9,53422	0,10128
2			pe nod	27,48	11,14734	0,12105
3		înclinată 45°	între noduri	19,35	8,22746	0,09195
4	Orz	verticală 90°	între noduri	10,20	5,38267	0,05162
5			pe nod	12,94	6,51039	0,06971
6		înclinată 45°	între noduri	7,14	4,01417	0,04524
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	119,21	55,18755	1,02615
8			pe nod	121,40	62,18304	1,29453
9		înclinată 45°	între noduri	68,26	27,30277	0,19209
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	577,65	316,01934	5,59641
11			pe nod	591,74	329,14730	7,47510
12		înclinată 45°	între noduri	388,15	229,72935	5,06019
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	154,86	79,86213	1,14210
14			pe nod	161,12	84,35107	1,15380
15		înclinată 45°	între noduri	142,63	72,92955	1,12777
16	Soia	verticală 90°	între noduri	41,77	13,35036	0,18150
17			pe nod	45,03	14,01530	0,19014
18		înclinată 45°	între noduri	26,49	12,78346	0,16372
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	99,84	43,79412	0,48396
20			pe nod	104,03	44,90142	0,49514
21		înclinată 45°	între noduri	87,62	38,31819	0,45037

Și în acest caz, pentru secționarea tulpinelor de la cultura de orz, forța de tăiere maximă este mai mare cu 30-40 % la tăierea verticală, la 90° , față de cea înclinată, la 45° .

Dacă se analizează influența unghiului de ascuțire a tăișului lamei, se constată, de exemplu, că pentru secționarea tulpinilor de la cultura de sorg cu lame-cuțit cu $i_c = 10^\circ$, forța de tăiere maximă este cu 15-20 % mai mică față de cea la care unghiul de ascuțire este $i_c = 15^\circ$ și cu 30-40 % mai redusă față de lamele-cuțit cu $i_c = 20^\circ$.

În tabelul 6.3 sunt prezentate rezultatele experimentale efectuate la tăierea statică cu aparate de tăiere echipate cu lame-cuțit de la combinele românești, dar la care muchia tăietoare are unghiul de ascuțire micșorat, la $i_c = 10^\circ$, folosind tulpini de la culturile de: grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

Din analiza datelor experimentale se constată că pentru secționarea tulpinilor plantelor agricole, forța de tăiere maximă depinde de cultură, înregistrând valori diferite. De exemplu, pentru secționarea cocenilor de porumb valoarea forțelor de tăiere este de 2,5-3 ori mai mare față de tăierea tulpinilor de la cultura de sorg.

Valoarea energiei de tăiere pentru poziția verticală a tulpinilor plantelor agricole față de lama-cuțit este mai mare cu 15-20 % în comparație cu tăierea înclinat-longitudinală de 45° .

Tabelul 6.3/Table 6.3

Forțele și energia pentru tăierea statică, a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de unghiul de ascuțire al lamelor-cuțit micșorat, cu $i_c = 10^\circ$, poziția și zona de retezare (Sema și Gloria)
 Forces and energy for static cutting, for stalks from different crops, function of sharpening angle of blade-knife decreased with $i_c = 10^\circ$, position and cutback area (Sema and Gloria)

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	18,35	7,17046	0,09045
2			pe nod	21,14	8,23047	0,10594
3		înclinată 45°	între noduri	16,32	6,93288	0,05115
4	Orz	verticală 90°	între noduri	5,10	1,87795	0,02805
5			pe nod	6,24	1,93057	0,03975
6		înclinată 45°	între noduri	2,04	1,06104	0,01813
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	96,80	34,36187	0,51953
8			pe nod	101,27	35,74321	0,98510
9		înclinată 45°	între noduri	65,20	20,84837	0,18332
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	413,63	250,46615	3,68819
11			pe nod	419,35	261,19527	4,95130
12		înclinată 45°	între noduri	315,83	162,80813	2,99635
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	139,59	71,02471	1,07848
14			pe nod	142,19	73,43751	0,10503
15		înclinată 45°	între noduri	119,21	48,74259	0,61380
16	Soia	verticală 90°	între noduri	32,61	10,61655	0,17614
17			pe nod	34,71	11,74103	0,18105
18		înclinată 45°	între noduri	19,35	5,46199	0,10836
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	96,60	34,788972	0,37046
20			pe nod	98,01	35,93205	0,39152
21		înclinată 45°	între noduri	80,50	30,96755	0,24857

Așadar, în toate cazurile, valorile forțelor maxime și medii de tăiere statică, cât și energia de secționare, sunt mai mici pentru lamele tăietoare care au unghiul de ascuțire micșorat $i_c = 10^\circ$, respectiv la $i_c = 15^\circ$, față de unghiul de ascuțire inițial $i_c = 20^\circ$.

În tabelul 6.4 se prezintă rezultatele experimentale efectuate prin tăierea statică, privind forța maximă de tăiere, forța medie de tăiere și energia de tăiere pentru aparatele de tăiere care au unghiul de ascuțire $i_c = 19^\circ$, de la combina Fendt, pentru următoarele culturi: grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

Totodată, energia de tăiere depinde de zona unde se efectuează secționarea, pentru cea între noduri înregistrându-se valori mai scăzute cu 25-30 % față de tăierea pe nod.

Ca și pentru celelalte situații, datele experimentale obținute înregistrează valori diferite funcție de cultura luată în studiu, de poziția tulpinii și de zona de secționare a acesteia. Astfel, s-au obținut valori superioare pentru secționarea tulpinilor de floarea-soarelui, în comparație cu cele de la cultura rapiță, diferența fiind de 30-35 %. Pentru secționarea tulpinilor de porumb forțele de tăiere au valori mult mai mari, de 3-4 ori, față de cele provenite de la cultura de sorg.

Tabelul 6.4/Table 6.4

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina Fendt), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare

Forces and energy for static cutting with blade-knife, at $i_c = 19^\circ$ (from Fendt harvesting machine), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	26,49	11,747154	0,13018
2			pe nod	62,15	17,69981	0,19648
3		înclinată 45°	între noduri	22,41	9,890204	0,12552
4	Orz	verticală 90°	între noduri	10,20	5,73489	0,05271
5			pe nod	22,41	8,17219	0,09112
6		înclinată 45°	între noduri	4,08	4,61212	0,04623
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	160,98	74,92499	1,14316
8			pe nod	232,29	122,06808	2,85417
9		înclinată 45°	între noduri	133,47	65,50527	1,12003
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	472,72	315,20151	6,23228
11			pe nod	620,44	454,28600	9,12259
12		înclinată 45°	între noduri	416,69	282,46284	6,19782
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	154,86	93,96087	1,21050
14			pe nod	163,00	99,31913	1,32358
15		înclinată 45°	între noduri	142,63	92,15770	1,19009
16	Soia	verticală 90°	între noduri	58,09	18,70886	0,29539
17			pe nod	97,82	28,18823	0,38438
18		înclinată 45°	între noduri	56,05	15,51055	0,13984
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	108,00	54,41131	0,99999
20			pe nod	138,57	71,53791	1,12280
21		înclinată 45°	între noduri	80,50	49,91240	0,91599

De asemenea, energia de tăiere depinde de unghiul de înclinare al tulpinilor, astfel: pentru poziția verticală a tulpinii față de cuțit, energia de tăiere este mai mare decât la poziția înclinată la 45° . Pentru tulpina de rapiță energia de tăiere înregistrează valori mai scăzute, la tăierea înclinat-longitudinală, de 45° , față de tăierea pe verticală, la 90° , diferența fiind de 10-15 % ;

În tabelul 6.5 sunt prezentate rezultatele experimentale efectuate pentru tăierea statică, respectiv forța maximă și medie, și energia de tăiere, pentru aparatele de tăiere care au unghiul de ascuțire $i_c = 19^\circ$ de la combina John Deere, pentru tulpini provenite de la culturile de grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

Și pentru această situație energia de retezare a tulpinilor depinde de zona de secționare, între noduri sau pe nod. Astfel, la tăieria plantelor agricole de grâu, energia de tăiere înregistrează valori mai scăzute la tăierea între noduri, față de tăierea pe nod, diferența fiind 15-20 %.

Rezultatele experimentale privind energia de tăiere arată că valoarea acestora depinde de poziția tulpinii față de lama-cuțit, înregistrând valori mai mari pentru secționarea în poziție verticală, la 90° , față de cea înclinată, la 45° . De exemplu, la cultura

de floarea-soarelui forțele de tăiere pe verticală sunt cu 10-15 % mai mari față de tăierea înclinată.

Tabelul 6.5/Table 6.5

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina John Deere), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare
Forces and energy for static cutting with blade-knife, at $i_c = 19^\circ$ (from John Deere harvesting machine), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	19,35	7,78803	0,09907
2			pe nod	61,13	10,93543	0,11753
3		înclinată 45°	între noduri	16,32	5,99861	0,05998
4	Orz	verticală 90°	între noduri	8,16	5,39373	0,05812
5			pe nod	22,41	7,08474	0,08917
6		înclinată 45°	între noduri	7,14	5,14425	0,05623
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	166,06	94,19665	2,05629
8			pe nod	221,09	108,62390	2,45031
9		înclinată 45°	între noduri	149,77	73,42573	1,14006
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	461,52	305,48556	6,10754
11			pe nod	674,43	431,78323	8,03569
12		înclinată 45°	între noduri	386,13	255,05210	6,00734
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	138,57	77,40840	1,14110
14			pe nod	190,52	97,37136	1,25285
15		înclinată 45°	între noduri	126,33	62,20353	1,10036
16	Soia	verticală 90°	între noduri	45,85	13,31794	0,18510
17			pe nod	59,11	18,22107	0,20013
18		înclinată 45°	între noduri	38,73	10,78567	0,11234
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	103,92	53,92572	0,99324
20			pe nod	137,55	69,47257	1,11998
21		înclinată 45°	între noduri	90,68	47,22827	0,97229

În ceea ce privește zona de tăiere, s-a constatat că energia de tăiere înregistrează valori mai mari, când secționarea are loc pe nod față de cea între noduri. Cum ar fi, de exemplu, la cultura de rapiță, energia de tăiere pe nod este mai mare, față de energia de tăierea între noduri, cu 15-20 % .

În tabelul 6.6 sunt prezentate rezultatele experimentale efectuate pentru tăierea statică, în vederea determinării forței maxime de tăiere, forței medii de tăiere și a energiei de tăiere, cu aparate de tăiere echipate cu lame-cuțit de la combina Claas, la care muchia tăietoare are unghiul de ascuțire, $i_c = 19^\circ$, folosind tulpini de la culturile de: grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță.

Din analiza încercărilor experimentale a rezultat că valorile forțelor maxime și medii de tăiere statică depinde de zona de retezare, pe nod sau între noduri. De exemplu, pentru cultura de porumb valorile forțelor de tăiere pe nod sunt superioare, cu 25-30 %, față de secționarea între noduri. Același lucru se întâmplă și pentru cultura de rapiță, forța maximă de tăiere statică, înregistrează valori mai mari pentru tăierea în zona nodului cu 10-15 % față de secționarea între noduri.

Tabelul 6.6/Table 6.6

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina Claas), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare

Forces and energy for static cutting with blade-knife, at $i_c = 19^\circ$ (from Claas harvesting machine), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	23,43	13,10198	0,17212
2			pe nod	68,26	27,92612	0,24080
3		înclinată 45°	între noduri	22,41	9,49408	0,10901
4	Orz	verticală 90°	între noduri	8,16	7,56460	0,09998
5			pe nod	14,25	9,38292	0,09458
6		înclinată 45°	între noduri	2,04	4,90715	0,04962
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	137,53	42,20846	0,55447
8			pe nod	180,32	74,68774	0,81523
9		înclinată 45°	între noduri	106,97	35,47620	0,53753
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	577,65	384,96312	7,17180
11			pe nod	814,00	461,41726	9,15248
12		înclinată 45°	între noduri	552,18	370,09108	7,95208
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	170,14	92,17528	1,19189
14			pe nod	206,81	107,50539	1,35383
15		înclinată 45°	între noduri	153,84	81,27450	0,15386
16	Soia	verticală 90°	între noduri	67,24	17,89557	0,22951
17			pe nod	114,11	35,83330	0,44665
18		înclinată 45°	între noduri	38,71	15,39250	0,19692
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	107,99	49,53147	0,91437
20			pe nod	125,31	62,97855	1,10627
21		înclinată 45°	între noduri	93,74	41,22452	0,89506

În funcție de poziția de dispunere a tulpinilor plantelor agricole față de lama-cuțit, energia de tăiere înregistrează valori superioare pentru tăierea pe verticală, față de cea înclinat-longitudinală. Astfel, pentru cultura de rapiță energia pentru tăierea verticală este mai mare cu 25-30 % față de cea înclinată.

La fel și energia de tăiere diferă de la o cultură la alta, pentru cultura de floarea-soarelui obținându-se o valoare cu peste 20-25 % mai mare față de energia de secționare a tulpinelor de la cultura de rapiță;

La cultura de grâu, energia de retezare a înregistrat valori inferioare pentru tăierea între noduri, față de retezarea pe nod, diferența fiind de 25-30 %.

În tabelul 6.7 sunt prezentate rezultatele experimentale efectuate prin secționarea statică a tulpinilor de la diferite culturi (grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, soia și rapiță) cu aparate de tăiere echipate cu lame-cuțit de la combina New Holland, care au muchia tăietoare cu unghiul de ascuțire, $i_c = 19^\circ$.

Analizând datele experimentale privind forțele de tăiere medii, în regim static, a tulpinilor de la culturile de plante tehnice, se observă ca valorile acestora sunt diferite. Pentru secționarea tulpinilor de soia și rapiță s-au înregistrat valori inferioare față de cele de la floarea-soarelui. Astfel pentru tăierea tulpinilor de soia s-a obținut o valoare de peste 120

trei ori mai mică față de tulpinile de floarea-soarelui și de 1,5-2 ori mai mică pentru tulpina de rapiță.

Tabelul 6.7/Table 6.7

Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina NewHolland), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare

Forces and energy for static cutting with blade-knife, at $i_c = 19^\circ$ (from New Holland harvesting machine), for stalks from different crops function of position and cutback area

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Grâu	verticală 90°	între noduri	25,47	7,20407	0,09153
2			pe nod	61,12	18,10481	0,20539
3		înclinată 45°	între noduri	20,37	6,498506	0,05047
4	Orz	verticală 90°	între noduri	9,18	6,27529	0,06120
5			pe nod	25,47	8,52273	0,09342
6		înclinată 45°	între noduri	5,10	3,53867	0,03118
7	Sorg	verticală 90°	între noduri	172,18	87,79552	1,19365
8			pe nod	223,11	92,44474	1,19985
9		înclinată 45°	între noduri	132,45	57,15112	1,09693
10	Porumb	verticală 90°	între noduri	663,23	310,89947	6,17492
11			pe nod	727,42	392,02043	7,98891
12		înclinată 45°	între noduri	570,51	258,64510	6,01618
13	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	168,10	97,96036	1,26556
14			pe nod	208,85	104,06397	1,20459
15		înclinată 45°	între noduri	153,84	70,95229	1,04655
16	Soia	verticală 90°	între noduri	51,97	17,82656	0,22364
17			pe nod	83,54	34,72969	0,41450
18		înclinată 45°	între noduri	41,77	12,67000	0,16100
19	Rapiță	verticală 90°	între noduri	95,78	52,63830	0,87682
20			pe nod	129,39	62,41783	1,10132
21		înclinată 45°	între noduri	86,60	45,96617	0,66292

Și în acest caz, energia de tăiere înregistrează valori diferite în funcție de zona unde se efectuează secționarea între noduri, valorile fiind mai mici față de pe nod. Pentru tulpina de porumb secționată între noduri, energia de tăiere este mai mică cu 20-25 % față de tăierea pe nod.

În general, la toate culturile s-a constatat că valorile forțelor de tăiere maxime și medii, precum și energia de tăiere din zona nodului, sunt mai mari față de secționarea între noduri.

De asemenea, valorile parametrilor energetici, la toate culturile, sunt mai mari pentru secționarea tulpinilor dispuse pe verticală față de tăierea celor înclinate la 45° .

6.1.2. Rezultate experimentale privind rezistența la tăierea dinamică a tulpinilor de la cultura de floarea-soarelui

Cercetările experimentale s-au efectuat în regim dinamic, cu antrenarea lamelor-cuțit la viteze medii de 1 m/s și 2 m/s, cu unghiul de ascuțire al tăișului de $i_c = 20^\circ$, specific combinelor românești și de $i_c = 19^\circ$, pentru combinele Claas, John Deere, Fendt și New Holland, secționarea având loc între noduri.

În tabelul 6.8 sunt prezentate datele experimentale obținute la tăierea dinamică pentru viteza medie a lamei-cuțit de 1 m/s, a tulpinilor de floarea-soarelui, respectiv forța maximă de tăiere, forța medie de tăiere și energia de tăiere.

Tabelul 6.8 /Table 6.8

Rezultate privind secționare dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui, pentru viteza medie a lamei-cuțit de 1 m/s
Results regarding dynamic sectioning of sun-flower stalks, for a blade knife mean velocity of 1 m/s

Nr. crt.	Combina	Poziția tulpinilor față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere, [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Românești	verticală 90°	între noduri	186,64	78,531920	1,140124
		încălinată 45°	între noduri	172,02	70,931752	1,045312
2	Claas	verticală 90°	între noduri	164,98	68,532975	1,097530
		încălinată 45°	între noduri	148,27	52,935874	0,877931
3	John Deere	verticală 90°	între noduri	134,00	43,369701	0,599879
		încălinată 45°	între noduri	122,13	33,83541	0,491787
4	Fendt	verticală 90°	între noduri	149,74	53,01987	0,989024
		verticală 45°	între noduri	138,04	44,537140	0,649511
5	New Holland	verticală 90°	între noduri	162,08	67,914731	1,034578
		verticală 45°	între noduri	146,33	51,731510	0,869998

Rezultatele experimentale obținute prin secționarea dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui, pentru viteza medie a cuțitului de 1 m/s scot în evidență următoarele:

- pentru combinele luate în studiu, forța maximă de tăiere înregistrează valoarea cea mai mică la combina John Deere față de combinele românești, diferența fiind de 15-20 %;

- forța medie de tăiere pentru cele patru combine vest europene, înregistrează valoarea cea mai mare la combina Claas față de John Deere, diferența fiind între 15-20 %;

- pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole, forța medie de tăiere dinamică diferă și în funcție de poziția tulpinilor față de cuțit. În toate cazurile tăierea dinamică pentru viteza cuțitului de 1 m/s, înregistrează valori superioare la tăierea verticală de 90° în comparație cu secționarea la 45°, diferența fiind de 15-25 %, pentru combina New Holland.

În tabelul 6.9 se prezintă rezultatele experimentale efectuate prin tăierea dinamică, pentru viteza medie a lamei-cuțit de 2 m/s, privind forța maximă de tăiere, forța medie de tăiere și energia de tăiere, pentru aparatele de tăiere care au unghiul de ascuțire $i_c = 20^\circ$, de la combinele românești, respectiv unghiul de ascuțire $i_c = 19^\circ$, de la combinele Claas, John Deere, Fendt și New Holland.

Din analiza cercetărilor experimentale efectuate pentru secționarea tulpinelor de floarea-soarelui, unde tăierea s-a efectuat dinamic, cu viteza cuțitului egală cu 2 m/s, între noduri, cu lamă-cuțit de tip *zimțată*, având poziția tulpinilor față de cuțit, *verticală la 90°*, *respectiv încălinată la 45°*, rezultă că forța maximă de tăiere înregistrează valori superioare de 25-30 % la combinele românești față de combina John Deere.

De asemenea, pentru forța medie de secționare, s-au obținut valori de peste două ori mai mici la combina John Deere față de combinele românești;

Rezultate privind secționare dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui, pentru viteza medie a lamei-cuțit de 2 m/s

Results regarding dynamic sectioning of sun-flower stalks, for a blade knife mean velocity of 2 m/s

Nr. crt.	Combina	Poziția tulpinilor față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Forța maximă de tăiere, [N]	Forța medie de tăiere [N]	Energia de tăiere [J]
1	Românești	verticală 90°	între noduri	177,30	75,768328	1,130045
		înclinată 45°	între noduri	162,20	67,471035	1,023594
2	Claas	verticală 90°	între noduri	153,57	58,134810	1,039998
		înclinată 45°	între noduri	139,28	45,174351	0,668907
3	John Deere	verticală 90°	între noduri	124,74	34,235941	0,411014
		înclinată 45°	între noduri	113,12	29,830154	0,369871
4	Fendt	verticală 90°	între noduri	141,64	51,354871	0,869548
		verticală 45°	între noduri	128,96	36,035917	0,401213
5	New Holland	verticală 90°	între noduri	152,22	57,521745	1,011274
		verticală 45°	între noduri	139,36	45,154120	0,657414

Privind energia de tăiere, la combina Claas s-au obținut valori inferioare pentru tăierea înclinată, la 45°, în comparație cu poziția verticală, de 90°, diferența fiind cuprinsă între 5-15 %.

Pentru toate combinele, s-au înregistrat valori superioare la secționarea dinamică a tulpinilor dispuse vertical față de cuțit în comparație cu cea înclinată la 45°.

6.2. Rezultate experimentale privind determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole de la culturile de cereale și plante tehnice

Prelucrarea probelor cu programul Image J, pentru determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole luate în studiu, tăiate între noduri și pe nod, la unghiuri de 45° și 90°, sunt prezentate în fig.6.1 – 6.12.

RAPIȚĂ

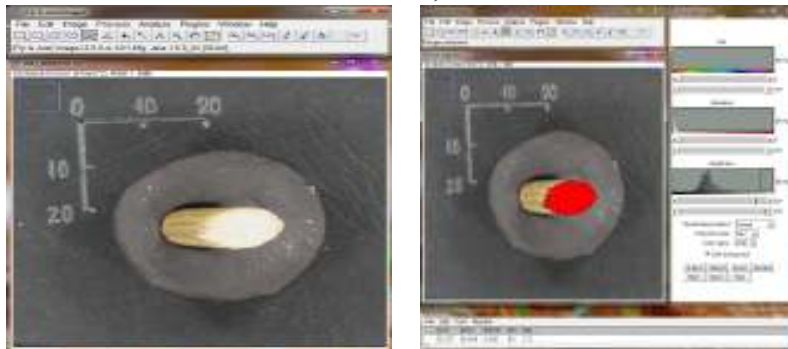


Fig.6.1. Tăierea între noduri la un unghi de 45° (poză originală)
Fig.6.1. Cutting between nodes at an angle of 45° (original photo)

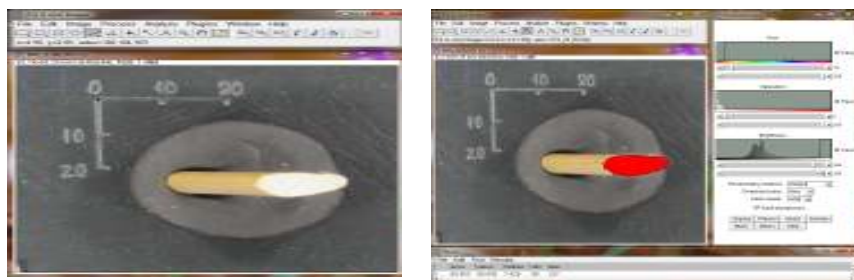


Fig.6.2. Tăierea pe nod la un unghi de 45° (poză originală)

Fig.6.2. Cutting on node at an angle of 45° (original photo)

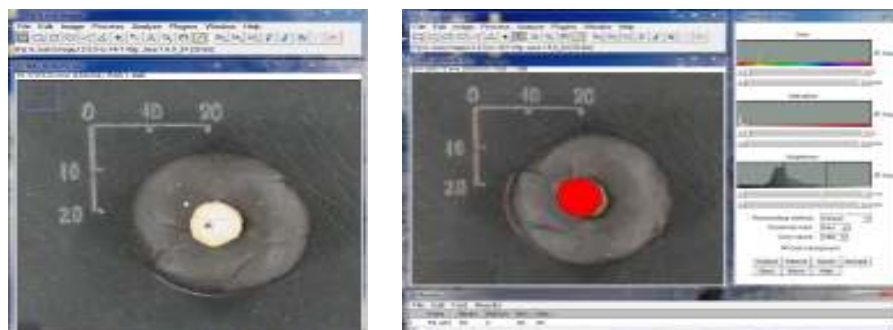


Fig.6.3. Tăierea între noduri la un unghi de 90° (poză originală)

Fig.6.3. Cutting between nodes at an angle of 90° (original photo)

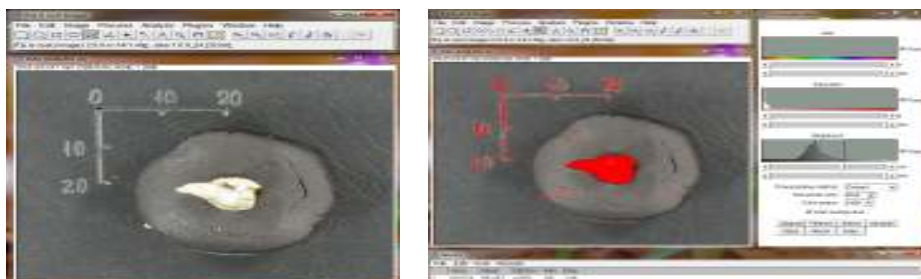


Fig.6.4. Tăierea pe nod la un unghi de 90° (poză originală)

Fig.6.4. Cutting on node at an angle of 90° (original photo)

SOIA

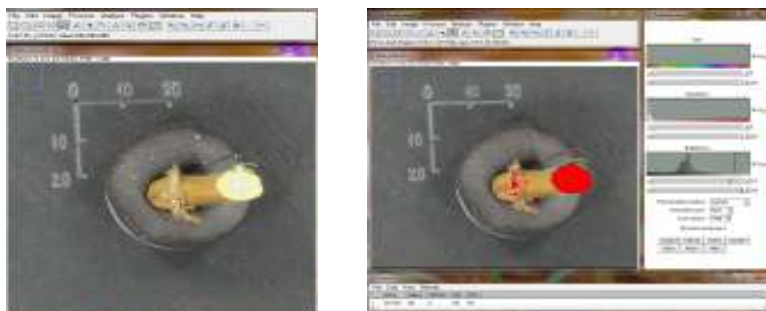


Fig.6.5. Tăierea între noduri la un unghi de 45° (poză originală)

Fig.6.5. Cutting between nodes at an angle of 45° (original photo)

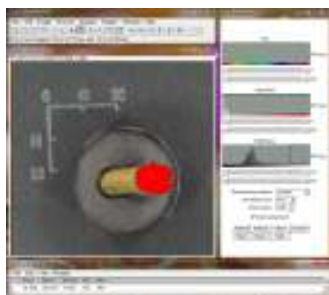


Fig.6.6. **Tăierea pe nod la un unghi de 45° (poza originală)**

Fig.6.6. **Cutting on node at an angle of 45° (original photo)**

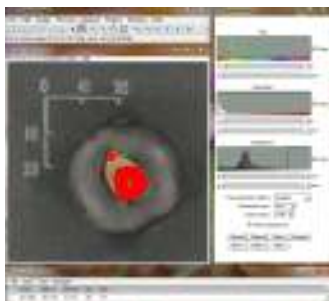


Fig.6.7. **Tăierea între noduri la un unghi de 90° (poza originală)**

Fig.6.7. **Cutting between nodes at an angle of 90° (original photo)**

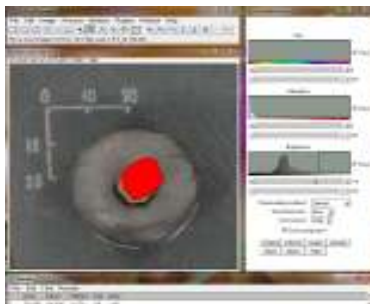


Fig.6.8. **Tăierea pe nod la un unghi de 90° (poza originală)**

Fig.6.8. **Cutting on node at an angle of 90° (original photo)**

FLOAREA-SOARELUI



Fig.6.9. **Tăierea între noduri la un unghi de 45° (poza originală)**

Fig.6.9. **Cutting between nodes at an angle of 45° (original photo)**

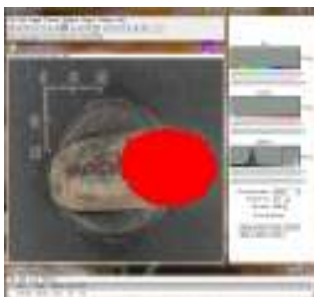


Fig.6.10. **Tăierea pe nod la un unghi de 45° (poza originală)**

Fig.6.10. **Cutting on node at an angle of 45° (original photo)**

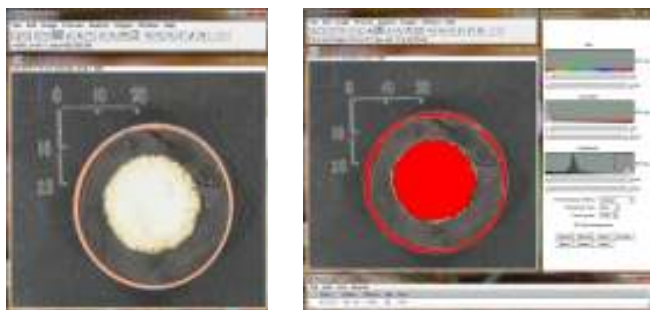


Fig.6.11. Tăierea între noduri la un unghi de 90° (poză originală)
Fig.6.11. Cutting between nodes at an angle of 90° (original photo)

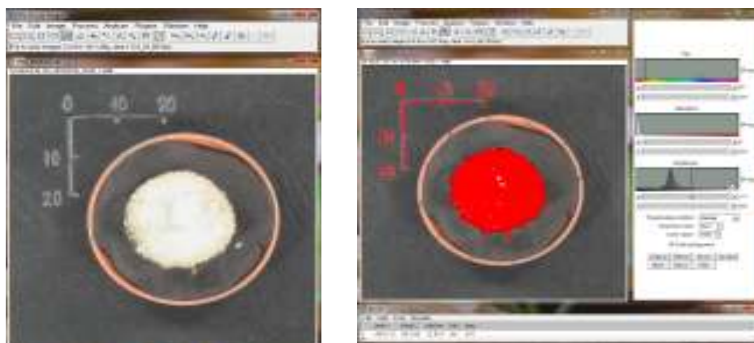


Fig.6.12. Tăierea pe nod la un unghi de 90° (poză originală)
Fig.6.12. Cutting on node at an angle of 90° (original photo)

Rezultatele experimentale obținute pentru măsurarea suprafețelor secțiunilor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole pentru culturile de plante tehnice și cereale luate în studiu, sunt notate în tabelele 6.10 - 6.11. S-au măsurat câte zece probe, pentru fiecare tulpină, notându-se **media** acestora, pe noduri și între noduri, înclinate la 45° cât și perpendicular, la 90°.

Tabelul 6.10/Table 6.10

Rezultatele suprafețelor secțiunilor de tăiere măsurate pentru rapiță, soia și floarea-soarelui
Results for areas of cutting sections measured for rapeseed, soybean and sun-flower

Cultura	Unghiul de tăiere (grade)	Tăierea	Suprafața (mm ²)
Rapiță	45°	între noduri	58,351
		pe nod	82,8199
	90°	între noduri	51,445
		pe nod	56,793
Soia	45°	între noduri	59,937
		pe nod	85,106
	90°	între noduri	52,372
		pe nod	57,704
Floarea-soarelui	45°	între noduri	385,912
		pe nod	508,361
	90°	între noduri	366,612
		pe nod	371,713

După efectuarea determinărilor experimentale pentru măsurarea secțiunilor de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, au rezultat următoarele valori:

Tabelul 6.11/Table 6.11

Rezultatele suprafețelor secțiunilor de tăiere măsurate pentru grâu, orz, sorg și porumb
Results for areas of cutting sections measured for wheat, barley, sorghum and corn

Cultura	Unghiul de tăiere (grade)	Tăierea	Suprafața (mm ²)
Grâu	45°	între noduri	43,211
		pe nod	38,204
	90°	între noduri	39,322
		pe nod	35,885
Orz	45°	între noduri	46,054
		pe nod	41,151
	90°	între noduri	38,505
		pe nod	35,079
Sorg	45°	între noduri	282,402
		pe nod	247,448
	90°	între noduri	221,582
		pe nod	196,625
Porumb	45°	între noduri	538,861
		pe nod	417,155
	90°	între noduri	461,709
		pe nod	395,466

• pentru cultura de **grâu**, prezentată în tabelul 6.11, s-au efectuat zece tăieri (probe) între noduri și pe nod, tulpina înclinată la 45° și perpendiculară la 90° față de lama-cuțit. S-a calculat suprafața medie a secțiunilor (mm²) la cele zece probe, rezultând 43,211 mm² pentru tăierea înclinată la 45° între noduri, de 38,204 mm² pe nod, de 39,322 mm² pentru tăierea perpendiculară la 90° între noduri și 35,885 mm² pe nod. Se observă că secțiunile medii ale tăierilor înclinate la 45° sunt mai mari față de secțiunile medii ale tăierilor perpendiculare la 90°, diferența fiind de 9-10 %, când tăierea s-a efectuat **între noduri** și de 6-7 %, când tăierea s-a efectuat **pe nod**.

Se observă că în toate cazurile pentru toate culturile, suprafața medie a secțiunilor este mai mare pentru tăierea înclinat-logitudinală de 45° față de 90°, atât pentru tăierea pe pe noduri cât și pentru tăierea între noduri.

6.3. Rezultate experimentale privind energia specifică la tăierea statică și dinamică a tulpinilor de la diferite culturi agricole la momentul recoltării

Energia specifică pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, s-a determinat pentru regimul de funcționare static și dinamic.

Energia specifică de tăiere statică și dinamică s-a calculat ca fiind energia de tăiere împărțită la aria secțiunii de tăiere.

$$E_{spf} = \frac{E_t}{A_s} \text{ [J/m}^2\text{]} \quad (6.1)$$

unde: E_{spf} - energia specifică de tăiere [J/m²], E_t - energia de tăiere [J] și A_s - aria secțiunii de tăiere [m²].

Valorile experimentale rezultate, care reprezintă energia specifică medie pentru tăierea statică a tulpinilor notate în tabelul 6.12, sunt media valorilor energiei de tăiere împărțită la media secțiunii de tăiere.

Tulpinile plantelor agricole care s-au luat în studiu sunt de la culturile de grâu, orz, sorg, porumb, floarea-soarelui, rapița și soia.

6.3.1. Rezultate experimentale privind energia specifică la tăierea statică a tulpinilor de la diferite culturi agricole la momentul recoltării

Rezultatele experimentale provenite în urma încercărilor, reprezintă media a șase determinări.

În tabelul 6.12 se prezintă energia specifică pentru tăierea statică la diferite tulpini, în funcție de cultura, poziția și zona de tăiere a tulpinilor față de cuțit și de tipul aparatului de tăiere.

Tabelul 6.12 /Table 6.12

Energia specifică pentru tăierea statică a tulpinilor Specific energy at static cutting of stalks

Nr. crt.	Cultura	Poziția tulpinii față de lamă	Zona de tăiere a tulpinii	Energia specifică [J/m ²]				
				Combina/unghiul de ascuțire [i _c]				
				Românești i _c = 20°	Claas i _c = 19°	JohnDeere i _c = 19°	Fendt i _c = 19°	NewHolland i _c = 19°
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Grâu	verticală 90°	între noduri	2936,473	4377,320	2519,683	3310,691	2327,806
			pe nod	3904,834	6710,324	3275,184	5475,407	5723,589
		înclinată 45°	între noduri	2287,843	2522,945	1388,280	2904,862	1168,197
2.	Orz	verticală 90°	între noduri	1555,200	2596,753	1509,414	1368,991	1589,481
			pe nod	2818,039	2696,200	2542,062	2597,679	2663,217
		înclinată 45°	între noduri	1242,563	1077,604	1221,023	1003,930	677,074
3.	Sorg	verticală 90°	între noduri	5081,829	2502,360	9280,081	5159,105	5386,980
			pe nod	12673,861	4146,130	12461,848	14515,844	6102,2360
		înclinată 45°	între noduri	3499,040	1903,446	4037,039	3966,105	3884,285
4.	Porumb	verticală 90°	între noduri	15845,827	15533,160	13228,130	13498,285	13374,053
			pe nod	23573,065	23143,544	20319,562	23067,965	20201,278
		înclinată 45°	între noduri	12139,663	14757,217	11148,236	11501,719	11164,268
5.	Floarea-soarelui	verticală 90°	între noduri	3154,828	3251,104	3112,557	3301,872	3452,047
		înclinată 45°	între noduri	2951,030	2398,707	2851,323	3083,837	2711,887
6.	Soia	verticală 90°	între noduri	4660,581	4382,303	3534,407	5640,380	4270,239
			pe nod	6265,059	7740,485	3468,217	6661,305	7183,280
		înclinată 45°	între noduri	2936,967	3285,583	1874,451	2333,183	2686,170

0	1	2	3	4	5	6	7	8
7.	Rapiță	verticală 90°	între noduri	11144,115	17773,738	19306,929	19438,196	17043,930
			pe nod	17607,011	19479,037	19720,440	19770,077	19391,844
		încălinată 45°	între noduri	8174,752	15339,394	16662,884	15697,931	11361,039

Din analiza datelor experimentale privind energia specifică pentru tăierea statică a culturilor luate în studiu, rezultă că valoarea acestora este în funcție de aparatul de tăiere (combină), cultura luată în studiu, de poziția de dispunere a tulpinilor față de lama-cuțit și de zona de secționare. Astfel, energia specifică statică înregistrează valori superioare pentru tăierea tulpinilor plantelor prășitoare (sorg, porumb etc.), față de culturile de păioase (orz, grâu etc), diferența fiind de peste cinci ori mai mare, pentru că structura tulpinilor de păioase este tubulară în secțiune, iar cele de prășitoare sunt pline cu măduvă. Secțiunea de tăiere diferă mult între cele două grupe de culturi.

În toate cazurile, pentru aceeași cultură, valorile energiei specifice de tăiere statice, sunt mai mici pentru poziția tulpinii dispusă înclinat, la 45°, în comparație cu poziția verticală, la 90°. Astfel, în cazul tăierii statice la cultura de grâu pentru combinele românești, valoarea *energiei specifice* pentru secționarea *încălinată* în comparație cu poziția *verticală*, este cu 20-25 % mai mică.

De asemenea, parametrii energetici depind de zona de retezare, unde are loc secționarea, între noduri sau pe nod. S-au obținut valori mai mari pentru energia specifică statică, la tăierea pe nod față de cea între noduri. Astfel, de exemplu, pentru cultura de soia, diferența între secționarea pe nod și cea între noduri este de 25-30 % .

Valoarea cea mai mică a energiei specifice statice s-a obținut la combina John Deere față de Fendt, diferența înregistrată fiind de 35-40 %.

6.3.2. Rezultate experimentale privind energia specifică pentru tăierea dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui la momentul recoltării

În figura 6.13 se prezintă rezultatele experimentale obținute la tăierea statică și dinamică pentru tulpinile florii-soarelui, privind energia specifică de secționare, folosind aparate unde unghiul de ascuțire al lamei-cuțit egal cu: $i_c = 20^\circ$ de la combinele românești, și $i_c = 19^\circ$ de la combinele Claas, John Deere, Fendt și New Holland

Din analiza efectuată, în toate cazurile, rezultă că energia specifică la tăiere statică și dinamică, înregistrează valori mai scăzute la viteza cuțitului egală cu 2 m/s față de 1m/s și de viteza statică. Astfel, pentru combina Fendt la tulpina de floarea-soarelui între noduri, valoarea energiei specifice este cu 25-30 % mai mică la viteza cuțitului de 2 m/s, față de secționarea statică, cu 15-20 % mai mică la viteza cuțitului de 1 m/s față de secționarea statică și cu 10-15 % mai mică la viteza cuțitului de 2 m/s, față de secționarea la 1 m/s.

Totodată, se observă că parametrii energetici înregistrează valorile cele mai mici la combina John Deere și cele mai mari la combina NewHolland, pentru tăierea statică diferențele fiind cuprinse între 8-10 %. Pentru tăierea dinamică parametrii energetici cu valoarea cea mai ridicată s-au înregistrat la combinele românești. Astfel pentru viteza

cuțitului egală cu 1 m/s, combinele românești înregistrează valoarea energiei specifice mai mare cu 45-50 % și pentru 2 m/s, mai mare cu 60-65% , față de combina John Deere.

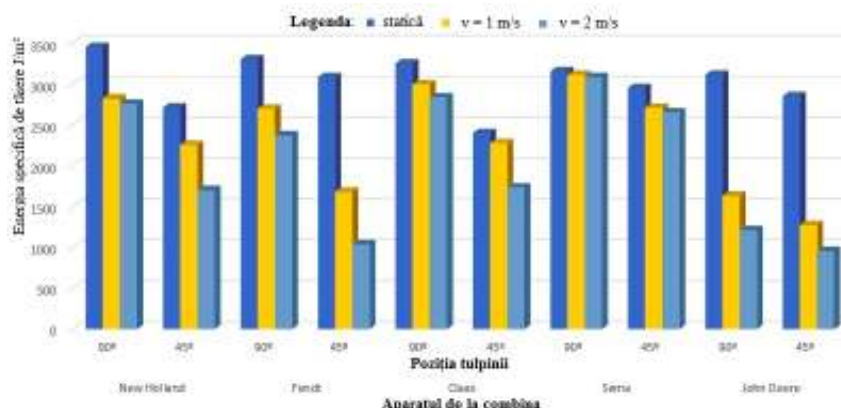


Fig.6.13. Energia specifică pentru tăierea statică și dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui
(poză originală)

Fig.6.13. Specific energy for static and dynamic cutting of sun-flower stalks
(original photo)

Valorile energiei specifice superioare înregistrate la combinele românești în comparație cu combinele John Deere, Fendt, Claas și New Holland, au următoarele cauze: - degetele din componența aparatelor de tăiere ale combinelor românești au în componența lor plăcuțe contra-cuțit zimțate, în timp ce degetele cuțitelor combinelor vest europene nu au plăcuțe contra-cuțit, practic degetul ține loc de contra-cuțit. În acest caz tăierea are loc prin alunecare la combinele vest europene; - geometria lamelor-cuțit; - compoziția materialului din care sunt confecționate lamele-cuțit.

6.4. Rezultate experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării

Aparatele de tăiere folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării sunt de tipul cu degete și cuțit superior, la care pasul lamelor este egal cu pasul degetelor, $p = 76,2$ mm.

Determinările experimentale privind rezistența la uzură a aparatelor folosite la tăierea tulpinilor de la culturile agricole la momentul recoltării s-au efectuat pe următoarele tipuri de lame-cuțit de la următoarele combine: Claas, John Deere și Sema (combină românească).

6.4.1. Rezultate experimentale privind determinarea masei lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

S-a determinat masa lamele-cuțit noi, folosite în condiții reale de exploatare timp de 100 de ore de funcționare, montate pe cuțitele aparatelor de tăiere de pe cele trei combine, John Deere, Claas și Sema (combină românească).

Lamele-cuțit noi au fost cântărite pe o balanță analitică care are o precizie de $\pm 0,001$, înainte și după o 100 de ore de funcționare. Rezultatele experimentale sunt notate

în tabelul 6.13.

Tabelul 6.13/Table 6.13

Determinarea masei lamelor-cuțit
Determination of blade-knife mass

Combina	Poziția cuțitelor pe heder	Perioada de funcționare [ore]	Masa [g]
John Deere	stânga	noi	80,1880
	mijloc		78,6610
	dreapta		79,0739
	stânga	100	79,7865
	mijloc		76,6956
	dreapta		78,3239
Claas	stânga	noi	86,9833
	mijloc		87,8431
	dreapta		87,2570
	stânga	100	85,8298
	mijloc		86,3659
	dreapta		86,7770
Sema	stânga	noi	64,1165
	mijloc		64,2422
	dreapta		63,6568
	stânga	100	63,9672
	mijloc		63,5804
	dreapta		63,1259

6.4.2. Rezultate experimentale privind determinarea suprafeței lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Obținerea suprafeței (S) pentru lamele-cuțit a fost realizată prin prelucrarea imaginilor obținute în camera de prelucrare, cu ajutorul programului **Image J**, prezentată în figura 6.14.

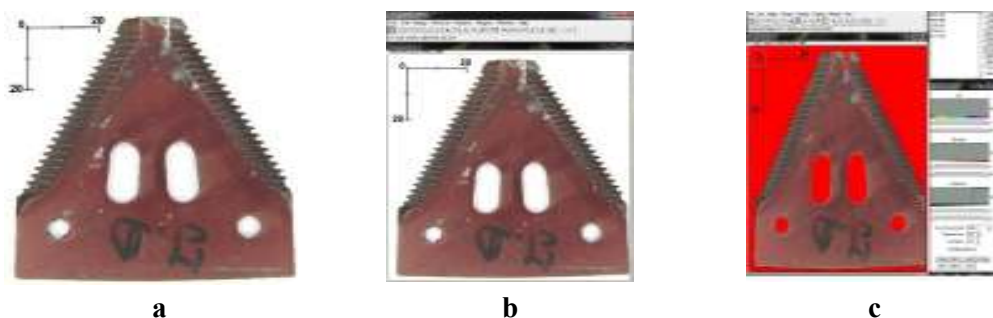


Fig.6.14. Prelucrarea imaginii pentru obținerea suprafeței lamelor-cuțit cu programul Image J:

a – imaginea lamei-cuțit; *b* – scanare imagine; *c* – obținerea suprafeței. (poză originală)

Fig.6.14. Processed image for obtaining of blade knife surface using Image J software:

a – image of bade knife; *b* – scan of image; *c* – surface obtaining. (original photo)

Rezultatele experimentale privind determinarea suprafeței lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, sunt prezentate în tabelul 6.14.

Determinarea suprafeței lamelor-cuțit
Determination of blade knife surface

Combina	Poziția lamelor cuțit pe heder	Perioada de funcționare [ore]	Suprafața cuțitului [mm ²]
John Deere	stânga	noi	4812,268
	mijloc		4778,431
	dreapta		4712,237
	stânga	100	4714,062
	mijloc		4605,525
	dreapta		4645,648
Claas	stânga	noi	4912,287
	mijloc		4934,287
	dreapta		4922,578
	stânga	100	4851,908
	mijloc		4840,159
	dreapta		4845,877
Sema	stânga	noi	4787,749
	mijloc		4888,687
	dreapta		4907,110
	stânga	100	4720,838
	mijloc		4760,481
	dreapta		4819,384

6.4.3. Rezultate experimentale privind determinarea rugozității lamelor-cuțit din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Pornind de la condițiile și recomandările făcute pentru obținerea profilului de rugozitate cu un parametru Ra cât mai precis, se respectă următoarele etape:

În prima etapă a determinării rugozității, cuțitele noi sunt curățate de impurități prin spălare cu apă și solvent, apoi sunt uscate astfel încât suprafața analizată să fie perfect curată. Măsurarea rugozității se realizează pe direcția de tăiere a lamei-cuțit, la mijlocul acestuia. O procedură similară se realizează și pentru lamele-cuțit uzate, după 100 ore de funcționare. Atât la lamele-cuțit noi, cât și la lamele-cuțit uzate, dreapta după care a fost trasată profilograma rugozității este de 25 mm, păstrând poziția pe lama-cuțit, prezentată în fig.6.15.

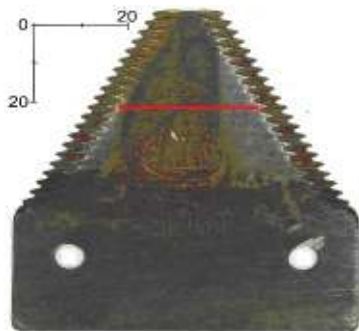


Fig.6.15. Segmentul de dreaptă și poziția acestuia pe lama-cuțit după care a fost realizată profilograma rugozității
 (poză originală)

Fig.6.15. Line segment and its position on blade-knife after which was realised the roughness profile
 (original photo)

Poziția palpatorului pe suprafața lamei-cuțit este perpendiculară, iar viteza de deplasare a palpatorului pe aceeași suprafață pentru realizarea profilogramei a fost menținută constant.

Nici o metodă sau un parametru nu va acoperi toate informațiile obținute printr-o singură măsurătoare a rugozității suprafeței, dar cu toate acestea, putem cuantifica o caracteristică, la un moment dat, cu ajutorul parametrului R_a , care este cel mai frecvent utilizat. Istoric, în analiza rugozităților, acest parametru a reprezentat prima încercare de a rezolva problema înălțimii rugozității, care diferă semnificativ pe orice suprafață, iar o valoare medie este considerată a fi cea mai sigură metodă de evaluare.

Pe lungimea segmentului de dreaptă specificat în figura 6.16 a fost determinat profilul rugozității și a parametrului rugozității R_a , pentru lamele-cuțit a celor trei combine luate în studiu (Claas, John Deere și Sema). Acest parametru al rugozității R_a a fost determinat atât pentru lamele-cuțit noi, cât și pentru cele care au fost utilizate 100 de ore de funcționare. În figurile următoare este reprezentat câte un exemplu pentru fiecare lamă-cuțit specific unui anumit tip de combină.

Cu ajutorul programului *μultra*, este prezentat profilul rugozității suprafeței unei lame-cuțit de la combina Claas (figura 6.16).

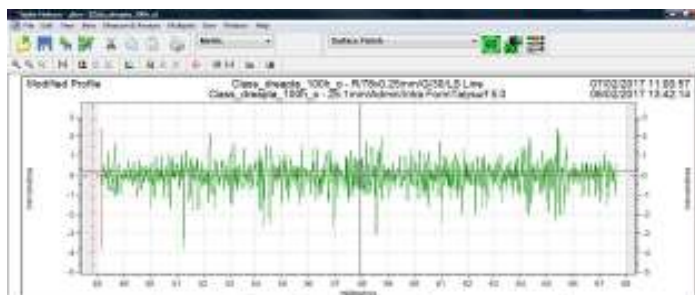


Fig.6.16. Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina Claas (poză originală)

Fig.6.16. Roughness of a blade-knife surface from Class harvesting machine (original photo)

Această profilogramă a rugozității a fost filtrată pentru a obține un detaliu mai clar a vârfurilor și vâilor caracteristice. Parametrul R_a , rezultat prin calcul direct al profilului de rugozitate, este prezentat în figura 6.17.

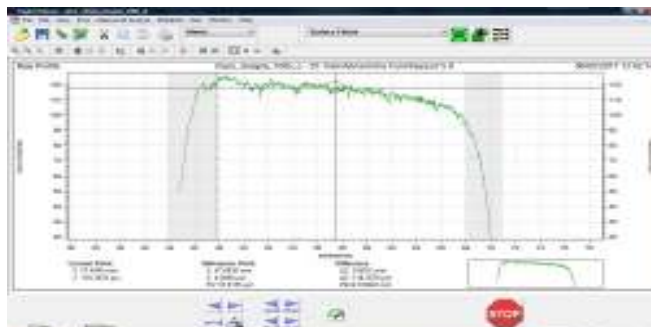


Fig.6.17. Detaliu rugozității unei lame-cuțit de la combina Claas (poză originală)

Fig.6.17. Roughness detail of a blade-knife from Class harvesting machine (original photo)

În figura 6.18, cu ajutorul programului *μultra*, este reprezentat profilul rugozității suprafeței unei lame-cuțit de la combina John Deere.



Fig.6.18. Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina John Deere (poză originală)
Fig.6.18. Roughness of a blade-knife surface from John Deere harvesting machine (original photo)

Această profilogramă a rugozității a fost filtrată pentru a obține un detaliu mai clar a vârfurilor și văilor caracteristice, a parametrului R_a , rezultat prin calcul direct al profilului de rugozitate, prezentate în figura 6.19.

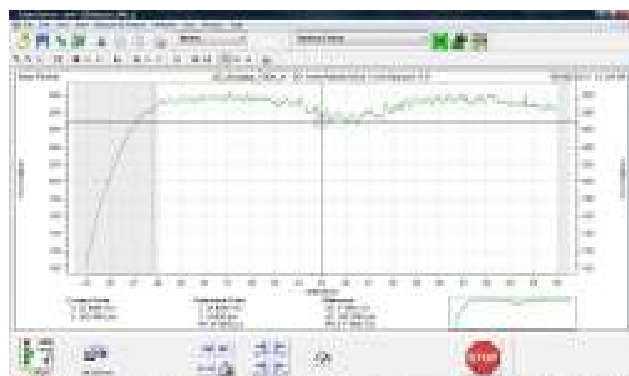


Fig.6.19. Detaliu rugozității unei lame-cuțit de la combina John Deere (poză originală)
Fig.6.19. Roughness detail of a blade-knife from John Deere harvesting machine (original photo)

În figura 6.20, cu ajutorul programului *μlra*, este reprezentat profilul rugozității suprafeței unei lame-cuțit de la combina Sema. Parametrul R_a a rezultat prin calcul direct al profilului de rugozitate.

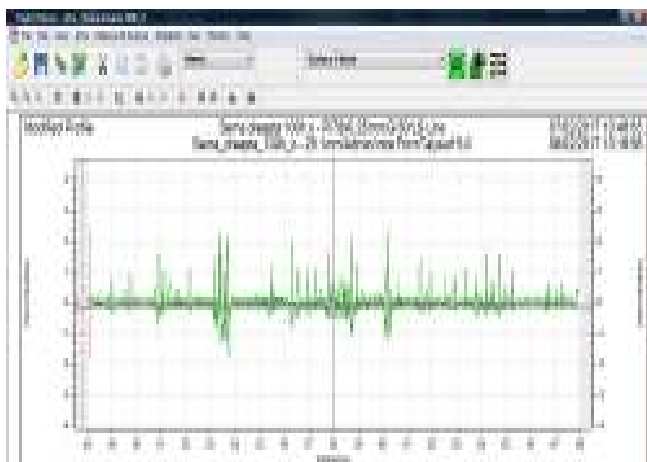


Fig.6.20. Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina Sema (poză originală)
Fig.6.20. Roughness of a blade knife- surface from Sema harvesting machine (original photo)

Această profilogramă a rugozității a fost filtrată pentru a obține un detaliu mai clar a vârfurilor și văilor caracteristice, prezentată în figura 6.21.

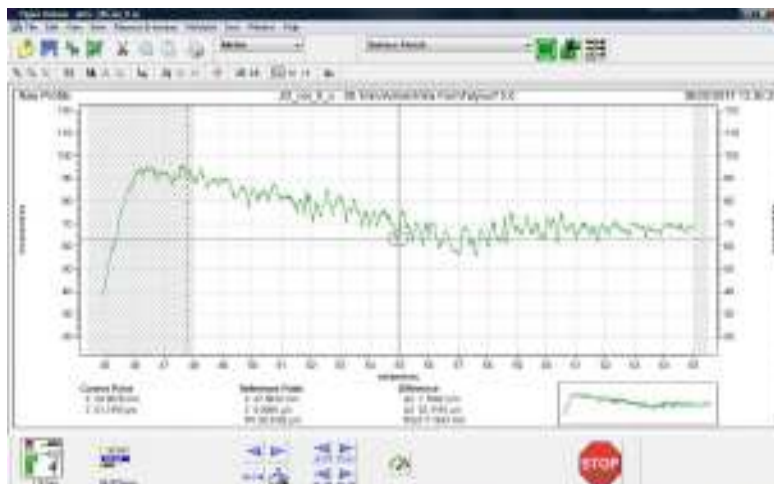


Fig.6.21. **Detaliul rugozității unei lame-cuțit de la combina Sema** (*poză originală*)
 Fig.6.21. **Roughness detail of a blade-knife from Sema harvesting machine** (*original photo*)

Din figura 6.22 se poate observa că valoarea parametrului Ra a unei suprafețe este generată de media înălțimii rugozității profilului de suprafață, ceea ce conduce la un domeniu de valori diferit a parametrului Ra pentru fiecare prelucrare mecanică a suprafeței.

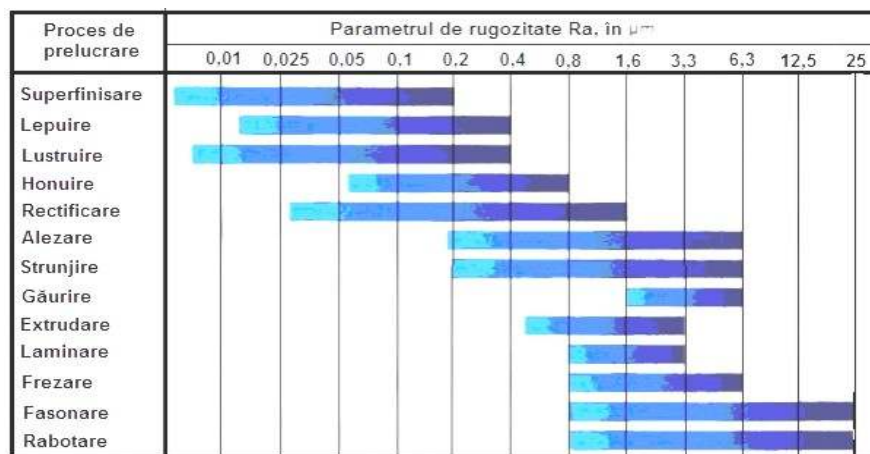


Fig.6.22. **Valori uzuale pentru parametrul Ra măsurate în microni obținute pentru diferite prelucrări mecanice a unor suprafețe metalice**
 Fig.6.22. **Usual values for Ra parameter in microns obtained for different mechanical processing of metal surfaces**

6.4.4. Rezultate experimentale privind determinarea durității lamelor-cuțit, din cauza uzurii, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Încercările experimentale pentru fiecare lamă-cuțit au fost în număr de patru, poziționate astfel încât să poată fi evidențiate variațiile de duritate figura 6.23. S-a estimat

încă de la început că duritatea obținută în punctul de la baza lamei-cuțit, o să fie duritatea de referință, considerând că în punctele de pe tășurile laterale, și în vârf, materialul are o duritate mai mare sau egală cu materialul de bază.

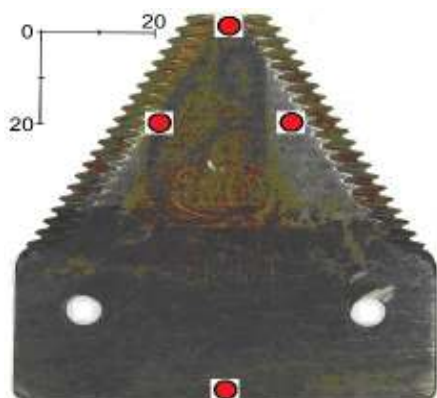


Fig.6.23. Imagine a lamei-cuțit de la combina Claas și punctele în care au fost realizate testele de duritate (baza cuțitului, tășurile laterale și vârful lamei-cuțit)
(poză originală)

Fig.6.23. Image of a blade-knife from Claas harvesting machine and points in which were realised hardness tests (knife base, side edges and top of blade-knife)
(original photo)

Rezultatele experimentale privind determinarea rugozității din cauza uzurii lamelor- cuțit de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, sunt prezentate în tabelul 6.15.

Tabelul 6.15/Table 6.15

Determinarea parametrului de rugozitate al lamelor-cuțit Ra
Determination of roughness parameter for blade- knives Ra

Combina	Poziția cuțitelor pe heder	Perioada de funcționare [ore]	Rugozitatea Ra [μm]
John Deere	stânga	noi	0,7674
	mijloc		0,7511
	dreapta		0,7757
	stânga	100	0,8151
	mijloc		0,8243
	dreapta		0,8463
Claas	stânga	noi	0,4764
	mijloc		0,4599
	dreapta		0,4950
	stânga	100	0,6178
	mijloc		0,6340
	dreapta		0,6252
Sema	stânga	noi	0,3379
	mijloc		0,3695
	dreapta		0,3306
	stânga	100	0,7156
	mijloc		0,7651
	dreapta		0,7786

Graficul pentru determinarea durității într-un punct este trasat cu ajutorul programului de calculator care are la bază datele obținute din experiment, de pe echipamentul de încercare, prezentat în figura 6.24.

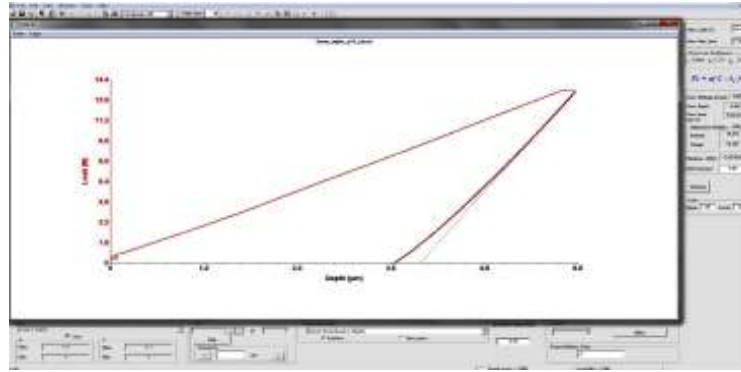


Fig.6.24. Graficul obținut experimental pentru determinarea durității într-un punct de pe lama-cuțit (poză originală)

Fig.6.24. Obtained experimental graph for determination of hardness into a point of blade knife (original photo)

Rezultatele experimentale privind determinarea durității din cauza uzurii lamelor-cuțit, de la aparatele folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, sunt prezentate în tabelul 6.16.

Tabelul 6.16/Table 6.16

Determinarea durității Rockwell (GPa) a lamelor-cuțit
Determination of Rockwell hardness (GPa) of blades knife

Combina	Poziția cuțitelor pe heder	Perioada de funcționare (ore)	Duritate Rockwell (GPa)		
			Punctele de testare a durității cuțitului:		
			Baza	Tăiș	Vârf
John Deere	stânga	noi	1,85	2,12	3,11
	mijloc		1,46	1,89	3,81
	dreapta		1,89	2,19	3,44
	stânga	100	1,85	2,08	2,91
	mijloc		1,46	1,73	2,96
	dreapta		1,89	2,05	2,76
Claas	stânga	noi	1,49	2,07	2,45
	mijloc		1,56	2,21	2,79
	dreapta		1,94	2,54	2,58
	stânga	100	1,49	2,03	2,41
	mijloc		1,56	2,08	2,55
	dreapta		1,94	2,34	2,48
Sema	stânga	noi	1,62	2,57	3,62
	mijloc		1,66	3,06	4,29
	dreapta		1,82	2,59	4,05
	stânga	100	1,62	2,38	3,42
	mijloc		1,66	2,73	3,79
	dreapta		1,82	2,40	3,85

6.4.5. Rezultate experimentale privind variația parametrilor lamelor-cuțit după 100 ore de funcționare

Campania de recoltare în care s-au efectuat experimentele a fost cea a anului 2017.

- Experimentele s-au realizat în timpul recoltării tulpinilor de la culturile agricole de rapiță și grâu;
- Timpul de funcționare a cuțitelor în condiții reale de recoltare în câmp a fost de 100 de ore.

• Lamele-cuțit au fost spălate cu apă și degresate cu solvent (benzină), atât la începutul experimentelor cât și la sfârșitul lor.

În timpul experimentelor s-au urmărit următoarele:

- determinarea masei lamelor-cuțit;
- determinarea suprafeței lamelor-cuțit;
- determinarea rugozității lamelor-cuțit;
- determinarea durității lamelor-cuțit.

Analiza uzurii lamelor-cuțit pentru cele trei combine luate în studiu a fost realizată atât cantitativ, prin determinări ale pierderilor de greutate a lamelor-cuțit, cât și calitativ, prin determinări ale parametrului de rugozitate Ra și a variației suprafețelor lamelor-cuțit după 100 de ore de funcționare. Rezultatele experimentale sunt notate în tabelul 6.17. Din tabel se poate observa că în condiții identice de funcționare a lamelor-cuțit pentru cele trei combine, pierderile prin uzură sunt diferite, iar acestea se corelează cu duritățile determinate în diferite puncte de pe lamele-cuțit.

Tabelul 6.17/Table 6.17

Variația parametrilor lamelor-cuțit după 100 ore de funcționare
Variation of blade knife parameters after 100 working hours

Combina	Poziția cuțitelor pe heder	Pierdere greutate cuțit [g]	Pierdere suprafață cuțit [mm ²]	Grosime cuțit [mm]	Variație rugozitate cuțit ΔRa [μm]	Duritate Rockwell [Gpa]		
						Punctele de pe cuțit în care s-au făcut măsurătorile		
						Baza	Tăiș	Vârf
John Deere	stânga	0,4015	98,206	2,67	0,047	1,85±0,01	2,12±0,07	3,81±0,06
	mijloc	1,9654	172,906	2,67	0,073	1,46±0,01	1,89±0,09	3,11±0,18
	dreapta	0,7500	66,589	2,67	0,070	1,89±0,01	2,19±0,14	3,44±0,04
Claas	stânga	1,1535	60,379	2,44	0,141	1,49±0,01	2,07±0,12	2,45±0,10
	mijloc	1,4772	94,128	2,44	0,174	1,56±0,01	2,21±0,08	2,79±0,07
	dreapta	0,4860	76,701	2,44	0,130	1,94±0,01	2,54±0,09	2,58±0,12
Sema	stânga	0,1493	66,911	2,30	0,377	1,62±0,01	2,57±0,19	3,62±0,19
	mijloc	0,6618	128,206	2,30	0,395	1,66±0,01	3,06±0,09	4,29±0,43
	dreapta	0,5309	87,726	2,30	0,384	1,82±0,01	2,59±0,05	4,05±0,64

6.5. Concluzii parțiale

• Tulpinile plantelor agricole folosite pentru determinarea rezistenței la tăiere sunt de la culturile de cereale (grâu, orz, sorg și porumb), respectiv de la culturile de plante tehnice (floarea-soarelui, soia și rapiță).

• Pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-au conceput, proiectat și construit un stand de laborator din componente mecanice ale echipamentelor de tăiere, cuțite și contracuțite, de la următoarele combine autopropulsate: combine românești: Sema, Dropia, și vest europene, Claas, John Deere, Fend și NewHoland.

• Standul simulează condiții de lucru pentru aparatele de tăiere la care pasul

lamelor este egal cu pasul degetelor, $p = 76,2 \text{ mm}$. Componentele electrice și electronice au fost procurate din Italia, prin intermediul firmei „S.C. SPECTROMAS S.A.” București, specializată în automatizări.

- În vederea reducerii consumului de energie s-a procedat la ascuțirea muchiilor active a lamelor tăietoare netede și zimțate din unghi inițial $i_c = 20^\circ$, în unghi micșorat $i_c = 15^\circ$ și $i_c = 10^\circ$, din dotarea combinelor românești. Micșorarea unghiului i_c prin ascuțire, s-a efectuat pe mașinile unelte de la „S.C. FEPA S.A.” Bârlad. Lamele tăietoare sunt călite prin curenți de înaltă frecvență CIF, pe o lățime de $10 - 15 \text{ mm}$, de la margine spre interior, la o duritate de $50 - 60 \text{ HRC}$. Din literatura de specialitate cunoaștem faptul că unghiul de ascuțire i_c nu a coborât sub 19° , considerându-se nefiabil și neeconomic (Neculăiaș 2002). Pentru înlăturarea acestui impediment, pe lamele tăietoare, s-a efectuat depunerea de nitrură de titan TiN , prin procedeul numit titanare.

- Prin ascuțirea muchiilor active a lamelor-cuțit sub un unghi micșorat $i_c = 15^\circ$, și $i_c = 10^\circ$, se realizează pătrunderea mai ușoară a cuțitului în tulpinile plantelor agricole, rezultând o forță de tăiere mai mică, respectiv o energie de tăiere inferioară.

- Durificarea lamelor tăietoare zimțate, cât și a plăcuțelor cotracuțit de la combinele românești Sema, Gloria, Dropia, s-a realizat prin depunerea de nitrură de titan TiN într-un strat subțire cuprins între $3 - 8 \mu\text{m}$ pe suprafețele acestora, realizându-se o duritate de 2500 HV (Paraschiv și colab., 2009). Titanizarea s-a efectuat la S.C. „RULMENȚII S.A.” Bârlad.

- Rezistența la tăiere a tulpinilor vegetale agricole depinde de: elementele chimice componente, structura exterioară și interioară, suprafața secțiunii de tăiere a acestora, umiditate și grosimea pereților tulpinilor.

- Pentru tulpinile vegetale cu secțiune mică de tăiere și fără măduvă, rezistența la tăiere este mică (grâu, orz etc), crescând odată cu creșterea secțiunii de tăiere a structurii exterioare și densității măduvei (floarea-soarelui).

- Cu ajutorul unui soft specializat, *Lookout HMI – SCADA*, s-a realizat prelucrarea datelor experimentale, rezultând o imagine sub formă de grafic care reprezintă valoarea cursei cuțitului măsurată în mm și o imagine sub formă de grafic care reprezintă valoarea forței maxime de tăiere, măsurată în N .

- De asemenea, cu ajutorul programului *Rock Ware Digi DATA*, s-a determinat forța de tăiere medie, iar cu programul *Prism 8* s-a determinat energia de tăiere. S-a calculat energia specifică ca fiind energia medie de tăiere împărțită la aria secțiunii de tăiere.

- Determinările experimentale s-au efectuat pe șapte tipuri de tulpini vegetale. Tăierile s-au efectuat între noduri și pe nod, pentru două poziții față de planul de tăiere al cuțitului, verticală la 90° și înclinat longitudinal la 45° . Tăierile au avut loc static și dinamic, pentru viteza cuțitului de 1 și 2 m/s .

- Parametrii implicați în procesul de tăiere au fost determinați pe standul de laborator, utilizând traductoare standardizate pentru determinarea forței maxime de tăiere și cursa activă a cuțitului.

- S-au efectuat 882 de tăieri statice a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, pentru culturile de cereale și plante tehnice, notându-se în tabelele 6.1 - 6.7 media a șase tăieri, valoarea medie fiind cea mai reprezentativă pentru fiecare tulpină, rezultând 147 de valori. De asemenea pentru viteza cuțitului de 1 m/s și 2 m/s s-au efectuat câte 60 de tăieri pentru fiecare viteză, notându-se în tabelele 6.7- 6.8 media a șase tăieri, rezultând câte 10 valori pentru fiecare viteză.

- Alimentarea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării, în dispozitivele de tăiere, s-a efectuat manual pentru fiecare tip de tulpină în parte.

- În urma determinărilor experimentale, reprezentările grafice rezultate au scos în evidență legătura dintre parametrii constructivi (geometria lamelor-cuțit) și funcționali (cursa activă a cuțitului) mm , pentru determinarea energiei de tăiere, J .

Energia de tăiere a tulpinilor plantelor agricole variază în funcție de: viteza de tăiere a cuțitului, statică și dinamică; ascuțirea muchiilor active a lamelor-cuțit; tipul lamelor-cuțit; tipul (specia, soiul) tulpinilor vegetale; poziția tulpinilor vegetale față de planul normal al lamelor-cuțit; diametrul tulpinilor vegetale; secțiunea de tăiere a tulpinilor vegetale; grosimea pereților tulpinilor vegetale; umiditatea tulpinilor vegetale.

Cercetările efectuate urmăresc stabilirea mărimilor variabile a parametrilor procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării. S-au luat în considerare următoarele: forța de tăiere, N ; cursa activă a cuțitului, mm ; energia de tăiere, J ; viteza de tăiere a cuțitului, statică și dinamică, m/s ; tipul combinei.

Din analiza datelor experimentale, prezentate în tabelele 6.1 – 6.7, se desprind următoarele concluzii:

Pentru studierea în detaliu a procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole, s-a obținut la fiecare încercare câte o curbă caracteristică a variației forței maxime de tăiere, în funcție de cursa activă a cuțitului și viteza de tăiere statică sau dinamică a cuțitului, pe baza cărora s-a calculat forța medie de tăiere, energia de tăiere, și energia specifică de tăiere.

Forța de tăiere maximă rezultată în urma încercărilor experimentale este compusă din forța maximă de tăiere, plus frecările în dispozitiv din care s-au scăzut frecările din dispozitiv.

Forța de tăiere maximă statică înregistrează valori mai scăzute când tăierea se efectuează între noduri, $F = 95,78 \text{ N}$, față de pe nod $F = 129,39 \text{ N}$, diferența fiind de 25-30%, prezentată în tabelul 6.7. Valorile forțelor de tăiere provin de la combina *NewHolland* pentru cultura de **rapită**.

Forța de tăiere maximă statică înregistrează valori mai mici, $F = 56,05 \text{ N}$, prezentată în tabelul 6.4, când tăierea se efectuează înclinat-logitudinal, la un unghi de 45° , în comparație cu poziția verticală (perpendiculară), când $F = 58,09 \text{ N}$, notată în tabelul 6.4, diferența fiind de 3-5 %. Valorile forțelor de tăiere provin de la tulpinile de *soia*, pentru tăierea perpendiculară. Muchiile active ale lamelor-cuțit sunt zimțate și au fost ascuțite sub un unghi $i_c = 19^\circ$, de la combina *Fend*.

În toate cazurile, forța de tăiere statică cât și dinamică a înregistrat valori

inferioare la tăierea **înclinat-longitudinală**, la un unghi de 45° , în comparație cu poziția **verticală**, la un unghi de 90° , confirmând teoria tăierii tulpinilor plantelor agricole.

Forța de tăiere maximă **dinamică** scade odată cu creșterea vitezei de tăiere a cuțitului, pentru tăierea tulpinii de *floarea-soarelui*, între noduri, pentru poziționarea verticală a tulpinii față de planul normal al lamei-cuțitului, de la combina *Claas*, în timpul încercărilor experimentale s-au înregistrat următoarele: pentru tăierea statică, forța de tăiere $F = 170,14$ N notată în tabelul 6.6, pentru viteza cuțitului de 1 m/s, forța de tăiere $F = 164,98$ N notată în tabelul 6.10, iar pentru viteza cuțitului de 2 m/s, forța de tăiere $F = 153,57$ N notată în tabelul 6.12. Forța de tăiere maximă rezultată pentru viteza cuțitului de 1m/s este cu 3-5 % mai mică față de tăierea statică, cu 7-10 % mai mica pentru viteza cuțitului de 2m/s față de tăierea statică și cu 5-7 % mai mica pentru viteza cuțitului de 1 m/s față de 2m/s.

Muchiile active ale lamelor-cuțit sunt zimțate și au fost ascuțite sub un unghi $i_c = 19^\circ$.

Energia de tăiere scade odată cu micșorarea unghiului i_c a muchiei tăietoare a lamei-cuțit, astfel: pentru unghiul $i_c = 20^\circ$, energia de tăiere $E_t = 1,156598$ J este notată în tabelul 6.1; pentru unghiul $i_c = 15^\circ$, energia de tăiere $E_t = 1,142104$ J, apare notată în tabelul 6.2; iar pentru unghiul $i_c = 10^\circ$, energia de tăiere $E_t = 1,078482$ J se poate observa în tabelul 6.3.

Energia de tăiere scade când unghiul de ascuțire a lamei cuțit $i_c = 15^\circ$ față de unghiul $i_c = 20^\circ$, diferență fiind de 15-20 % . Se micșorează când unghiul de ascuțire a lamei-cuțit $i_c = 10^\circ$ față de unghiul $i_c = 20^\circ$ diferență fiind de 6-7 % și se reduce când unghiul de ascuțire a lamei-cuțit $i_c = 10^\circ$ față de unghiul $i_c = 15^\circ$, diferență fiind de 5-6 %. În acest caz, tulpina analizată este de floarea-soarelui, tăierea efectuându-se între noduri, în poziție verticală, de la combinele românești.

Analizând rezultatele experimentale din tabelele prezentate în fig.6.1 – 6.9, față de următorii parametri: forța maximă de tăiere, forța medie de tăiere, cursa activă a cuțitului, energia de tăiere și energia specifică de tăiere, în funcție de viteza de tăiere, statică sau dinamică, se scot în evidență următoarele aspecte ale procesului de tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării:

1. În procesul de tăiere are loc pătrunderea muchiilor active ale lamelor-cuțit în țesuturile tulpinilor plantelor agricole, concomitent cu alunecarea acestora în lungul muchiilor tăietoare, mai pronunțată la muchiile active netede, și se reduc la lamele-cuțit care au muchiile active zimțate.

2. Alunecarea tulpinilor plantelor agricole încetează, și are loc tăierea prin forfecare, moment în care porțiunea din graficul de tăiere este crescătoare, timp în care se produce precomprimarea, strivirea tulpinilor de muchiile active ale lamelor-cuțit, urmată de încovoierea și întinderea structurii celulare. Pe această porțiune forța de tăiere crește continuu până la valoarea maximă.

3. Urmează faza de post - forfecare, după atingerea forței de tăiere maximă, forța înregistrează scăderi, urmată de creșteri.

4. Prin tăierea tulpinilor plantelor agricole se produce ruperea fibrelor vasculare din cauza solicitărilor de încovoiere și întindere, iar pentru tăierea cu alunecare se adaugă deformații (striviri) și solicitări de tracțiune transversală. Unele tulpini vegetale, precum soia, au o rezistență mai redusă la întindere, ruperea lor efectuându-se brusc și într-un număr mare de tulpini. În acest caz, forța de tăiere înregistrează valori reduse la înaintarea muchilor active a lamelor-cuțit în tulpini. Procesul de tăiere înregistrează un consum redus de energie prin ruperea fibrelor care prezintă aspect de fragilitate.

Alte tulpini vegetale sunt tenace, cum ar fi tulpinile de sorg, structura celulară suportând alungiri mai mari până la rupere, consumul de energie fiind mai mare, rezultând o formă a curbei de tăiere mai uniformă.

În timpul trecerii muchiilor active ale lamelor-cuțit prin tulpinile vegetale, datorită formei de pană a muchiilor tăietoare, în planul normal de tăiere apar deformații, tensiuni, reacțiuni în lamele-cuțit, pentru tăierea fibrelor vasculare componente ale tulpinilor vegetale. În toate cazurile de tăiere a tulpinilor vegetale cu alunecare, spațiul parcurs de muchiile active ale lamelor-cuțit este mai mare decât diametrul tulpinilor vegetale, ca urmare a faptului că vectorul vitezei a lamelor-cuțit este înclinat față de muchia tăietoare și că pe porțiuni mici de muchie tăietoare au loc alunecări limitate ale tulpinilor vegetale.

- Pentru determinarea uzurii, experimentele au fost realizate pentru trei tipuri de lame-cuțit, de la trei combine, John Deere, Claas și Sema. Lamele-cuțit au fost poziționate pe cuțit în partea stângă, la centrul și în partea dreaptă a cuțitului. S-au folosit lame-cuțit montate în partea stângă, respectiv partea dreaptă a cuțitului, lame care ocupau poziția numărul cinci de la marginea cuțitului spre interiorul acestuia, pentru cele trei combine.

Din analiza datelor experimentale, prezentate în tabelele 6.13 – 6.16, se desprind următoarele concluzii:

1. Din punct de vedere **cantitativ**, din cauza uzurei, lamele-cuțit au înregistrat pierderi în greutate, prezentate în tabelul 6.13. La combina John Deere, lama-cuțit nouă, montată în partea stângă a cuțitului a cântărit 80,1880 g, după 100 ore de funcționare, datorită uzurii cântărește 79,7865 g, pierderea în greutate este de 0,5-1 %. Lama-cuțit nouă, montată la mijlocul cuțitului a cântărit 78,6610 g, după 100 ore de funcționare datorită uzurii cântărește 76,695 g, pierderea în greutate este de 0,5-1 %. Lama-cuțit nouă, montată în partea dreaptă a cuțitului a cântărit 79,0739 g, după 100 ore de funcționare datorită uzurii cântărește 78,3239 g, pierderea în greutate este de 2-3 %. Rezultă că lama-cuțit montată pe mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare pierdere în greutate datorită uzurii, este de 2-3 %, față de lama-cuțit montată în partea dreaptă a cuțitului, care înregistrează o pierdere în greutate de 0,5-1%, respectiv lama-cuțit montată în partea stângă a cuțitului, care înregistrează o pierdere în greutate de 0,5-1 %. La toate cele trei combine lamele-cuțit montate la mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare pierdere în greutate de 2-3 %.

2. Din punct de vedere **calitativ** s-a determinat profilograma rugozității R_a la nivelul suprafeței lamelor-cuțit datorată uzurii abrazive, prezentată în tabelul 6.15. La combina John Deere, lama-cuțit nouă, montată în partea stângă a cuțitului a măsurat

parametrul rugozității egal cu 0,7674 μm , după 100 ore de funcționare, rezultă datorită uzurii parametrul rugozității egal cu 0,8151 μm , creșterea rugozității este de 5-6 %. Lama-cuțit nouă montată la mijlocul cuțitului a măsurat parametrul rugozității egal cu 0,7511 μm , după 100 ore de funcționare, rezultă parametrul rugozității egal cu 0,8243 μm , creșterea rugozității este de 8,5-9 %. Lama-cuțit nouă, montată în partea dreaptă a cuțitului a măsurat parametrul rugozității, egal cu 0,7757 μm , după 100 ore de funcționare, rezultă parametrul rugozității egal cu 0,08463 μm , creșterea rugozității este de 8-8,5 %. Rezultă că lama-cuțit montată pe mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare creștere a parametrului rugozității, fiind de 8,50-8,70 %, față de lama-cuțit montată în partea dreaptă a cuțitului care înregistrează o creștere a parametrului rugozității de 8-8,5 %, respectiv lama-cuțit montată în partea stângă a cuțitului care înregistrează o creștere a parametrului rugozității de 5-6 %. La toate cele trei combine lamele-cuțit montate la mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare creștere a parametrului rugozității.

3. S-a determinat **suprafața lamelor-cuțit (S)**, prezentată în tabelul 6.14. La combina John Deere, lama-cuțit nouă, montată în partea stângă a cuțitului a măsurat suprafața lamelor egală cu 4812,268 mm^2 , după 100 ore de funcționare, rezultă suprafața lamelor-cuțit egală cu 4714,062 mm^2 . Micșorarea suprafeței lamelor-cuțit este de 2-2,5 %. Lama-cuțit nouă, montată la mijlocul cuțitului a măsurat suprafața lamelor-cuțit egală cu 4778,431 mm^2 , după 100 ore de funcționare, rezultă suprafața lamelor-cuțit egală cu 4605,525 mm^2 . Micșorarea suprafeței lamelor-cuțit este de 3,5-4 %. Lama-cuțit nouă, montată în partea dreaptă a cuțitului a măsurat suprafața lamelor egală cu 4712,237 mm^2 , după 100 ore de funcționare, rezultă suprafața lamelor-cuțit egală cu 4645,648 mm^2 . Micșorarea suprafeței lamelor-cuțit este de 1-1,5 %. Rezultă că lama-cuțit montată pe mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare pierdere a mărimii suprafeței lamelor-cuțit fiind cu 3,5-4 % mai mică față de lama-cuțit montată în partea dreaptă a cuțitului care înregistrează o pierdere a mărimii suprafeței lamelor-cuțit, de 1-1,5 %, respectiv lama-cuțit montată în partea stângă a cuțitului care înregistrează o pierdere de 2-2,5 %. La toate cele trei combine, lamele-cuțit montate la mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare pierdere a mărimii suprafeței.

4. De asemenea, s-a determinat duritatea lamelor-cuțit, prezentată în tabelul 6.16. La combina John Deere, lama-cuțit nouă, montată în partea stângă a cuțitului s-a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe tăiș, care este egală cu 2,12 durități Rockwell GPa, după 100 ore de funcționare, rezultă duritatea lamelor-cuțit egală cu 2,08 durități Rockwell, GPa. Pierdere durității lamelor-cuțit este de 2-2,5%. Lama-cuțit nouă, montată în partea stângă a cuțitului a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe vârș, egală cu 3,11 durități Rockwell, GPa, după 100 ore de funcționare, rezultă duritatea lamelor-cuțit egală cu 2,91 durități Rockwell, GPa, pierdere durității lamelor-cuțit este de 6-7 %. Lama-cuțit nouă, montată la mijlocul cuțitului a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe tăiș, egală cu 1,89 durități Rockwell, GPa, după 100 ore de funcționare, rezultă duritatea lamelor-cuțit egală cu 1,73 durități Rockwell, GPa, pierdere durității lamelor-cuțit este de 8-8,5 %. Lama-cuțit nouă, montată la mijlocul cuțitului a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe vârș, egală cu 3,81

durități Rockwell, GPa, după 100 ore de funcționare, rezultă duritatea lamelor-cuțit egală cu 2,96 durități Rockwell, GPa. Pierdere durității lamelor-cuțit este de 22-23 %. Lama-cuțit nouă, montată în partea dreaptă a cuțitului a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe tăiș, egală cu 2,19 durități Rockwell, GPa, după 100 ore de funcționare, rezultă duritatea lamelor-cuțit egală cu 2,05 durități Rockwell, GPa. Pierdere durității lamelor-cuțit este de 6-7 %. Lama-cuțit nouă, montată în partea dreaptă a cuțitului a măsurat duritatea lamelor-cuțit pe vârf, egală cu 3,44 durități Rockwell, GPa, după 100 ore de funcționare a rezultat duritatea lamelor-cuțit, egală cu 2,76 durități Rockwell, GPa. Pierdere durității lamelor-cuțit este de 19-20 %. La toate cele trei combine lamele-cuțit montate la mijlocul cuțitului înregistrează cea mai mare pierdere a durității.

- Pentru determinarea secțiunii de tăiere a tulpinilor plantelor agricole s-a folosit programul *ImageJ*, cu ajutorul căruia s-au analizat imaginile fotografiate în camerele de preluat imagini. Camerele de preluat imagini, și programul *Image J*, aparțin Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași.

CAPITOLUL VII

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL APARATELOR FOLOSITE PENTRU TĂIEREA TULPINILOR PLANTELOR AGRICOLE

CHAPTER VII

EXPERIMENTAL RESERACH REGARDING OPTIMIZATION OF WORKING PROCESS OF THE DEVICES USED FOR CUTTING OF AGRICULTURAL PLANTS STALKS

7.1. Interpretarea datelor experimentale pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Interpretarea datelor experimentale a apărut odată cu tehnica experimentală, fiind impusă de necesitatea analizării rezultatelor în vederea verificării unor ipoteze, și s-a bazat pe progresele din domeniul teoriei statisticii matematice și a probabilității.

Pentru interpretarea rezultatelor experimentale se folosesc o serie de indicatori, ca: mediile, varianța și analiza varianței.

7.1.1. Analiza statistică a datelor

Analiza statistică a datelor experimentale a fost realizată prin încercări repetate a aparatelor de tăiere cu degete și cuțit superior de la combinele românești (Sema, Dropia 1110, Gloria 1120, Gloria 1422) și de la combinele vest europene (Claas, John Deere, Fendt, NewHolland).

Parametrii analizați statistic sunt: energia de tăiere (E_t), obținută prin tăierea statică și dinamică a tulpinilor vegetale la diferite viteze (v) de tăiere (statică; 1,0 și 2,0 m/s); energia de tăiere obținută prin tăierea tulpinilor vegetale între noduri sau pe nod, în funcție de poziția tulpinilor vegetale (grâu, floarea-soarelui) față de lama cuțit (α) (verticală 90° sau înclinată la 45°).

Ca urmare a numărului mare de date care urmează a fi gestionat, s-a trecut la sistematizarea datelor experimentale în funcție de factorii luați în studiu (tipul de combină, tulpini de grâu și floarea-soarelui, tăiere între noduri și pe nod), după cum urmează, prezentate în tabelul 7.1:

- energia de tăiere E_t în funcție de vitezele de tăiere (v_1 - viteza statică și v_2, v_3 pentru secționarea dinamică);
- energia de tăiere E_t în funcție de poziția tulpinei față de lama cuțit, $\alpha_1 = 90^\circ$; $\alpha_2 = 45^\circ$.

Stabilirea variantelor de lucru
Experimental design

Combine	Tulpină	Tăierea tulpinii	Viteza	Poziția tulpinii
Românești	grâu	între noduri	v_1, v_2, v_3	α_1, α_2
		pe nod	v_1, v_2, v_3	α_1
	floarea-soarelui	între noduri	v_1, v_2, v_3	α_1, α_2
		pe nod	v_1, v_2, v_3	α_1
Străine	grâu	între noduri	v_1, v_2, v_3	α_1, α_2
		pe nod	v_1, v_2, v_3	α_1
	floarea-soarelui	între noduri	v_1, v_2, v_3	α_1, α_2
		pe nod	v_1, v_2, v_3	α_1

Numărul de variante pentru un tip de combină, de tulpină vegetală și poziția tăierii pe aceasta, pentru care se consideră două variabile independente: **viteza** și **energia de tăiere**, respectiv **unghiul de tăiere față de tulpină** și **energia de tăiere**.

Pentru fiecare variantă au fost realizate 12 încercări în raport cu care au fost realizate mediile energiei de tăiere exprimat în J . Toate instrumentele de măsură utilizate au fost calibrate pentru evitarea unor erori de măsură, iar umiditățile tulpinilor au fost identice la toate măsurătorile, încercând să fie respectate aceleași diametre ale tulpinilor funcție de cultură (grâu sau floarea-soarelui).

7.1.2. Materialul și metoda utilizată pentru efectuarea analizei statistice

Pentru analiza statistică a datelor obținute au fost determinate varianta determinărilor experimentale și coeficientul de corelație, iar pe baza coeficientului de corelație s-a determinat gradul de semnificație a mediei.

Varianța **măsurătorilor** (*variația*) s-a calculat ca medie aritmetică a pătratelor valorilor abaterilor individuale față de media lor, astfel:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n} \quad (7.1)$$

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:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2)}{n-1}} \quad (7.2)$$

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:

$$\sigma = \frac{s * 100}{\bar{X}} \quad [\%] \quad (7.3)$$

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 ca test de semnificație a reprezentativității mediei, considerându-se următoarele praguri de semnificație;

$0 < \sigma \% < 17\%$, media este strict reprezentativă (SR);

$17\% < \sigma \% < 35\%$, media este moderat reprezentativă (MR);

$35\% < \sigma \% < 50\%$, media este reprezentativă în sens larg (RSL);

$\sigma \% > 50\%$, media este nerepresentativă (NR), (Jaba, 1998).

7.1.3. Rezultatele interpretării pentru cultura de grâu

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la grâu, între noduri cu tulpina pe verticală $\alpha_1 = 90^\circ$, pentru cele trei viteze de tăiere: viteza I (statică) și varianta II (dinamică pentru 1 și pentru 2 m/s), sunt prezentate în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2/Table 7.2

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_1 = 90^\circ$ între noduri la grâu	Combine					Deviația standard
	Ro	Class	Fendt	New Holland	John Deere	
v (m/s)	Et[J]					
statică	0,328	0,308	0,495	0,306	0,241	0,0949
1	0,259	0,240	0,401	0,249	0,181	0,0813
2	0,160	0,127	0,231	0,140	0,057	0,0626

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie, obținută din cele douăsprezece repetiții la fiecare viteză de tăiere, pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație prezentat în tabelul 7.3.

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze, energia de tăiere obținută are o variabilitate peste medie, iar dintre cele 15 variante nouă sunt moderat reprezentative, cinci reprezentative în sens larg, iar pentru combina John Deere, la viteza de tăiere de 2 m/s, valorile energiei de tăiere sunt nerepresentative.

Coefficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$\alpha_1 = 90^\circ$ între noduri la grâu	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	28,933	MR	30,812	MR	19,172	MR	31,013	MR	39,378	RSL
1	31,390	MR	33,875	MR	20,274	MR	32,651	MR	44,917	RSL
2	39.125	RSL	49,291	RSL	27,100	MR	44,714	RSL	109.825	NR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la grâu, între noduri, cu tulpina înclinată la $\alpha_2 = 45^\circ$, pentru cele trei viteze de tăiere statică, 1 și 2 m/s, sunt prezentate în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4/Table 7.4

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_2 = 45^\circ$ între noduri la grâu	Combine					Deviația standard
	Ro	Class	Fendt	New Holland	John Deere	
v [m/s]	Et [J]					
statică	0,283	0,342	0,337	0,290	0,223	0,0482
1	0,203	0,263	0,248	0,223	0,160	0,0404
2	0,092	0,131	0,094	0,140	0,037	0,0406

Prin calculul deviației standard, pentru energia de tăiere medie obținută din cele douăsprezece repetiții, la fiecare viteză de tăiere la tulpinile de grâu, între noduri pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație redat în tabelul 7.5.

Tabelul 7.5./Table 7.5

Coefficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$a_2 = 45^\circ$ între noduri la grâu	Combine									
	Ro		Class		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	17,032	SR	14,094	SR	14,303	SR	16,621	SR	21,614	R
1	19,901	MR	15,361	SR	16,290	SR	18,117	MR	25,250	R
2	44,130	RSL	30,992	MR	43,191	RSL	29,000	MR	109,730	R

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă.

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze, energia de tăiere obținută are o variabilitate medie și peste medie, iar dintre cele 15 variante, șase sunt strict reprezentative, șase sunt moderat reprezentative, două reprezentative în sens larg, iar pentru combina John Deere, la viteza de tăiere de 2 m/s, valorile energiei de tăiere sunt nereprezentative. Prin comparație, se observă că la cultura de grâu valorile obținute pentru

energia de tăiere la tăierea tulpinilor în unghi de 45° au o variabilitate mai mică și un grad de reprezentativitate mai mare față de tăierea tulpinilor pe verticală.

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la cultura de grâu, pe nod, cu tulpina înclinată la $\alpha_1 = 90^\circ$, pentru cele trei viteze de tăiere statică, 1 și 2 m/s, sunt redată în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6/Table 7.6

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_1 = 90^\circ$ pe nod la grâu	Combine					Deviația standard
	Ro	Claas	Fendt	New Holland	John Deere	
v [m/s]	Et [J]					
statică	0,863	0,639	1,252	1,098	0,369	0,3531
1	0,882	0,791	0,912	0,700	0,646	0,1141
2	0,626	0,340	0,789	0,579	0,561	0,1610

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie, obținut din cele douăsprezece repetiții, la fiecare viteză de tăiere la tulpinile de grâu, pe nod, pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație redat în tabelul 7.7.

Tabelul 7.7/Table 7.7

Coeficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$\alpha_1 = 90^\circ$ pe nod la grâu	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	40,915	RSL	55,258	NR	28,203	MR	32,158	MR	95,691	NR
1	12,937	SR	14,425	SR	12,511	SR	16,300	SR	17,663	MR
2	25,719	MR	47,353	RSL	20,406	MR	27,807	MR	28,699	MR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă.

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze, energia de tăiere obținută are o variabilitate medie și peste medie, iar dintre cele 15 variante, patru sunt strict reprezentative, șapte sunt moderat reprezentative, două reprezentative în sens larg, iar pentru combina Claas și John Deere la viteza mică de tăiere (statică), valorile energiei de tăiere sunt nereprezentative.

Analiza statistică a fost realizată pentru fiecare combină dintre cele cinci luate în calcul pentru cultura de grâu, luând unghiul de tăiere ca variabilă independentă. Procedul de analiză a fost analog cu cel anterior prin calculul deviației standard și a coeficientului de variație.

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la cultura de grâu, între noduri cu tulpina înclinată la $\alpha_1 = 90^\circ$ și $\alpha_2 = 45^\circ$, pentru cele trei viteze de tăiere sunt redată în tabelul 7.8.

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie, obținută din cele douăsprezece repetiții, la cele două unghiuri de tăiere la tulpinile de grâu, între noduri

pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație, de unde rezultă testul de semnificație redat în tabelul 7.9.

Tabelul 7.8/Table 7.8

Energia de tăiere medie la tăierea pe verticală și la un unghi de 45°
Mean cutting energy at vertical cut and at an angle of 45°

Grâu / între noduri	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
	E [J]									
v [m/s]	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°
statică	0,328	0,283	0,308	0,342	0,495	0,337	0,306	0,290	0,241	0,223
1	0,259	0,203	0,240	0,263	0,401	0,248	0,249	0,223	0,181	0,160
2	0,160	0,092	0,127	0,131	0,231	0,094	0,140	0,143	0,057	0,037

Tabelul 7.9/Table 7.9

Testul de semnificație
Signification test

Grâu / între noduri	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
	Coeficientul de variație σ [%]									
v [m/s]	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°
statică	SR	SR	SR	SR	MR	MR	SR	SR	SR	SR
1	SR	MR	SR	SR	MR	RSL	SR	SR	SR	SR
2	MR	NR	SR	SR	RSL	NR	SR	SR	MR	RSL

SR – strict reprezentativă **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă.

Din analiza testului de semnificație se poate observa că la combina românească, dintre cele șase variante trei sunt strict reprezentative, două moderat reprezentative, iar la unghiul de tăiere de 45° și viteza de 2 m/s valorile energiei de tăiere sunt nereprezentative. La combina Claas și New Holland valorile obținute pentru energia de tăiere sunt strict reprezentative atât pentru unghiul de tăiere de 90° cât și pentru unghiul de 45°. Pentru combina Fendt gradul de variabilitate este mediu și mare, cu trei variante moderat reprezentative, două variante reprezentative în sens larg și o variantă nereprezentativă la unghiul de tăiere de 45° și viteza de 2 m/s. La combina John Deere gradul de variabilitate este sub medie și medie, cu patru variante strict reprezentative, o variantă moderat reprezentativă la unghiul de tăiere de 90° și o variantă reprezentativă în sens larg la unghiul de tăiere de 45°.

7.1.4. Rezultatele interpretării pentru cultura de floarea-soarelui

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la cultura de floarea-soarelui, între noduri cu tulpina pe verticală $\alpha_l = 90^\circ$ pentru cele trei viteze de tăiere sunt redată în tabelul 7.10.

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie obținută din cele doisprezece repetiții la fiecare viteză de tăiere pentru fiecare tip de combină se calculează coeficientul de variație redat în tabelul 7.11.

Tabelul 7.10/Table 7.10

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_1 = 90^\circ$ între noduri la floarea-soarelui	Combine					Deviația standard
	Ro	Claas	Fendt	New Holland	John Deere	
v [m/s]	Et[J]					
statică	2,024	2,245	2,051	2,646	1,995	0,0949
1	1,972	2,177	1,984	2,559	1,923	0,0813
2	1,874	2,027	1,876	2,382	1,806	0,0626

Tabelul 7.11/Table 7.11

Coeficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$\alpha_1 = 90^\circ$ între noduri la floarea-soarelui	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	4,689	SR	4,227	SR	4,627	SR	3,587	SR	4,757	SR
1	4,123	SR	3,734	SR	4,098	SR	3,177	SR	4,228	SR
2	3,340	SR	3,088	SR	3,337	SR	2,628	SR	3,466	SR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă.

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze, energia de tăiere obținută are o variabilitate mică și toate cele 15 variante sunt strict reprezentative.

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine (una românească și patru străine) la cultura de floarea-soarelui, între noduri, cu tulpina înclinată la $\alpha_2 = 45^\circ$, pentru cele trei viteze de tăiere statică, 1 și 2 m/s, sunt redată în tabelul 7.12.

Tabelul 7.12/Table 7.12

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_2 = 45^\circ$ între noduri la floarea-soarelui	Combine					Deviația standard
	Ro	Claas	Fendt	New Holland	John Deere	
v [m/s]	E [J]					
statică	2,218	1,815	1,752	2,335	2,356	0,0482
1	2,139	1,749	1,696	2,258	2,241	0,0404
2	2,017	1,643	1,584	2,091	2,134	0,0406

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie obținută din cele douăsprezece repetiții la fiecare viteză de tăiere la tulpinile de floarea-soarelui, între noduri, pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație redat în (tabelul 7.13).

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze: viteza I (statică) și varianta II (dinamică pentru 1 și 2 m/s), energia de tăiere obținută are o variabilitate mică și toate cele 15 variante sunt strict reprezentative.

Valorile medii ale energiei de tăiere pentru cele cinci combine la cultura de floarea-soarelui, pe nod, cu tulpina la $\alpha_1 = 90^\circ$ pentru cele trei viteze de tăiere, sunt redată

în tabelul 7.14.

Tabelul 7.13/Table 7.13

Coefficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$\alpha_2 = 45^\circ$ între noduri la floarea-soarelui	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	2,173	SR	2,656	SR	2,751	SR	2,064	SR	2,046	SR
1	1,889	SR	2,310	SR	2,382	SR	1,789	SR	1,803	SR
2	2,013	SR	2,471	SR	2,563	SR	1,942	SR	1,903	SR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg;
NR – nereprezentativă

Tabelul 7.14/Table 7.14

Energia de tăiere medie și deviația standard
Mean cutting energy and standard deviation

$\alpha_1 = 90^\circ$ pe nod la floarea-soarelui	Combine					Deviația standard
	Ro	Claas	Fendt	New Holland	John Deere	
v [m/s]	Et [J]					
statică	2,767	2,556	3,706	3,835	3,393	0,3531
1	2,677	2,345	3,634	3,699	3,217	0,1141
2	2,597	2,206	3,460	3,512	3,002	0,1610

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie obținută din cele douăsprezece repetiții la fiecare viteză de tăiere: standard, 1 și 2 m/s, la tulpinile de floarea-soarelui, pe nod, pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație, redat în tabelul 7.15.

Tabelul 7.15/Table 7.15

Coefficientul de variație și testul de semnificație
Variation coefficient and signification test

$\alpha_1 = 90^\circ$ pe nod la floarea-soarelui	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
v [m/s]	Coeficientul de variație σ [%]									
statică	12,761	SR	13,815	SR	9,528	SR	9,207	SR	10,407	SR
1	4,262	SR	4,866	SR	3,140	SR	3,085	SR	3,547	SR
2	6,199	SR	7,298	SR	4,653	SR	4,584	SR	5,363	SR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg;
NR – nereprezentativă

Din analiza testului de semnificație pentru toate cele trei viteze, energia de tăiere obținută are o variabilitate mică și toate cele 15 variante sunt strict reprezentative.

Analiza statistică a fost realizată pentru fiecare combină, dintre cele cinci luate în calcul pentru tulpinile de floarea-soarelui, luând unghiul de tăiere ca variabilă independentă. Procedeeul de analiză a fost analog cu cel anterior prin calculul deviației standard și a coeficientului de variație.

Valorile medii ale energiei de tăiere, pentru cele cinci combine la cultura de floarea-soarelui, între noduri, cu tulpina înclinată la $\alpha_1 = 90^\circ$ și $\alpha_2 = 45^\circ$ pentru cele trei viteze de tăiere: statică, 1 și 2 m/s, sunt redată în tabelul 7.16.

Tabelul 7.16/Table 7.16

Energia de tăiere medie la tăierea pe verticală și la un unghi de 45°
Mean cutting energy at vertical cut and at an angle of 45°

Floarea-soarelui/între noduri	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
	E [J]									
v [m/s]	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°
statică	2,024	2,218	2,245	1,815	2,051	1,752	2,646	2,335	1,995	2,356
1	1,972	2,139	2,177	1,749	1,984	1,696	2,559	2,258	1,923	2,241
2	1,874	2,017	2,027	1,643	1,876	1,584	2,382	2,091	1,806	2,134

Prin calculul deviației standard pentru energia de tăiere medie obținută dintre cele douăsprezece repetiții, la cele două unghiuri de tăiere pentru tulpinile de floarea-soarelui, între noduri, pentru fiecare tip de combină, se calculează coeficientul de variație de unde rezultă testul de semnificație, redat în tabelul 7.17.

Tabelul 7.17/Table 7.17

Testul de semnificație
Signification test

Floarea- soarelui/între noduri	Combine									
	Ro		Claas		Fendt		New Holland		John Deere	
	Coeficientul de variație σ [%]									
v [m/s]	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°	90°	45°
statică	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
1	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
2	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR

SR – strict reprezentativă; **MR** – moderat reprezentativă; **RSL** – reprezentativă în sens larg; **NR** – nereprezentativă.

Din analiza testului de semnificație se poate observa la toate cele cinci combine, pentru unghiul de tăiere de 90° cât și pentru unghiul de 45° , valorile obținute pentru energia de tăiere sunt strict reprezentative.

7.2. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole

Optimizarea procesului de lucru al aparatelor pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole în momentul recoltării s-a realizat luând în calcul valoarea energiei de tăiere la tăierea tulpinilor de grâu și floarea-soarelui. Procedul de optimizare ține cont de valorile medii ale energiei de tăiere, stabilind domenii ale valorilor limită maxime și minime pentru acesta.

7.2.1. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor de grâu

Astfel, pentru tulpinile de grâu, limitele impuse pentru energia de tăiere sunt cuprinse între un minim de 0,100 J și un maxim de 0,200 J. Cunoaștem faptul că

$1 \text{ N}\cdot\text{m} = 1 \text{ J}$. Conform figurei 7.1 se observă că energia de tăiere care se încadrează în intervalul impus este pentru cuțitele de la combina John Deere, unde a fost obținută valoarea de $0,150 \text{ J}$. Celelalte tipuri de combine a căror cuțite au fost folosite în experimentul de tăiere au obținut valori ale energiei de tăiere peste limita maximă impusă de $0,200 \text{ J}$. Valoarea maximă a fost obținută de cuțitele de la combina Fendt, unde valoarea energiei de tăiere este de $0,301 \text{ J}$. Din analiză rezultă că energia de tăiere optimă este cea care se încadrează în domeniul precizat, care, de altfel, are și valoarea minimă pentru combina John Deere.

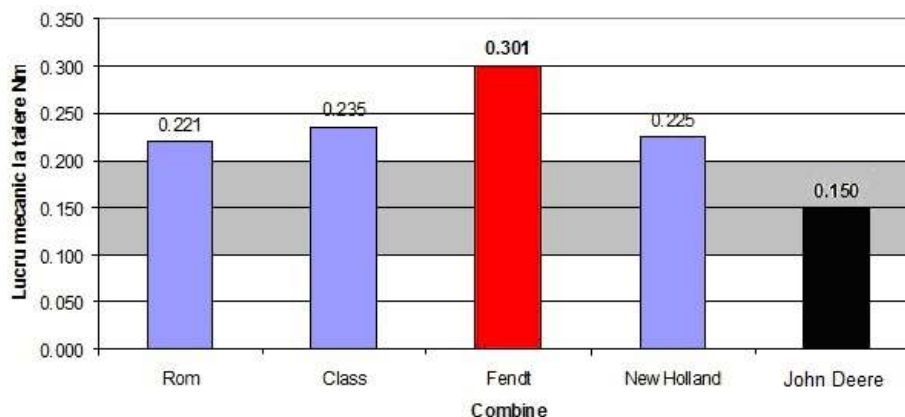


Fig.7.1. Graficul energiei de tăiere la tăierea tulpinilor de grâu necesar în procesul de optimizare

Fig.7.1. Graph for cutting energy at cutting of wheat stalks necessary in optimization process

7.2.2. Optimizarea procesului de lucru pentru tăierea tulpinilor de floarea-soarelui

Optimizarea procesului de lucru la tăierea tulpinilor de floarea-soarelui este realizată prin impunerea limitelor maxime și minime pentru valorile energiei de tăiere, prezentat în fig.7.2.

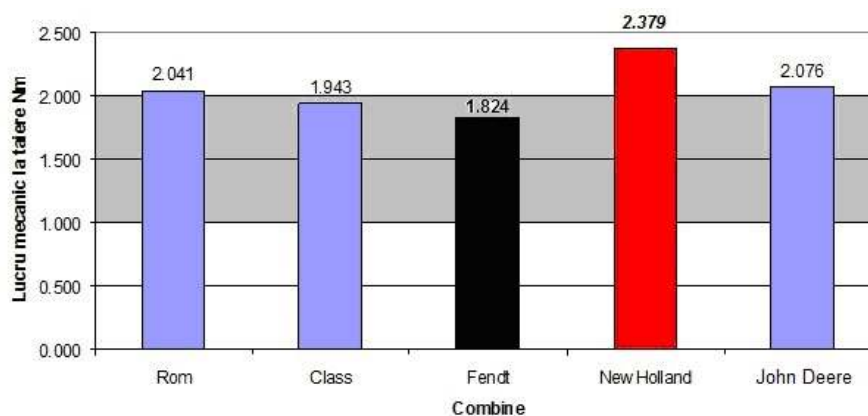


Fig.7.2. Graficul energiei de tăiere la tăierea tulpinilor de floarea-soarelui necesar în procesul de optimizare

Fig.7.2. Graph for cutting energy at cutting of sunflower stalks necessary in optimization process

Valoarea minimă este de 1,0 J, iar valoarea maximă este de 2,0 J. Între aceste valori se încadrează cuțitele de la combina Fendt, care au 1,824 J, respectiv Claas cu valoarea de 1,943 J, iar valori mai mari decât maximul impus sunt obținute la combinele românești (Rom), care are 2,041 J, și combina John Deere cu valoarea de 2,076 J, respectiv combina New Holland care are valoarea 2.379 J. Se observă că la combinele românești și John Deere valorile sunt foarte apropiate de valoarea maximă impusă de 2,0 J. Cea mai mare energie de tăiere obținută în urma tăierii tulpinilor de floarea-soarelui este obținută de cuțitele de la combina New Holland, care are valoarea de 2,379 J, iar cea mai mică valoare a energiei de tăiere s-a obținut la cuțitele de la combina Fendt, egală cu 1,824 J.

Valoarea optimă care se încadrează în domeniul impus, și care are valoarea minimă pentru energia de tăiere, este de 1,824 J obținut de cuțitele combinei Fendt. Se pot introduce ca optime și cuțitele de la combina Claas, care are o valoare a energiei de tăiere de 1,943 J.

7.3. Concluzii pațiale

Analiza statistică a datelor experimentale este un instrument important de analiză a rezultatelor în vederea verificării unor ipoteze cu ajutorul testelor statistice.

Rezultatele obținute prin testul de semnificație asupra energiei de tăiere obținută prin tăierea tulpinilor vegetale de grâu și floarea-soarelui, pentru două variabile independente, viteza v și unghiul de tăiere α , făcut de tulpină față de lama-cuțit, arată că:

- la tulpinile de grâu, tăiere între noduri, variabilitatea valorilor energiei de tăiere pentru cele trei viteze: statică, 1 și 2 m/s, la 45°, este mai mică, având un grad de reprezentativitate mai mare față de tăierea tulpinilor pe verticală la unghi de 90°,
- la tulpinile de grâu, tăiere pe nod la unghi de 90°, variabilitatea valorilor energia de tăiere pentru toate cele trei viteze: statică, 1 și 2 m/s, este medie și peste medie, fiind preponderent moderat reprezentative și strict reprezentative, iar la viteze mici de tăiere (statică) pentru combina Claas și John Deere, valorile sunt nereprezentative;
- la tulpinile de floarea-soarelui, tăiere între noduri, variabilitatea valorilor energiei de tăiere pentru cele trei viteze: statică; 1 și 2 m/s, este mică, fiind strict reprezentative atât la unghiul de 45° cât și la verticală;
- la tulpinile de floarea-soarelui, tăierea pe nod la unghi de 90°, variabilitatea valorilor energiei de tăiere pentru toate cele trei viteze: statică, 1 și 2 m/s, este mică, fiind strict reprezentative.

Prin comparație, energia de tăiere obținută pentru tăierea tulpinilor de grâu și floarea-soarelui, aplicând testul de semnificație pentru variabila viteză, respectiv unghi de tăiere, se obține o variabilitate medie la cultura de grâu și mică la cultura de floarea-soarelui.

Optimizarea procesului de tăiere a tulpinilor de grâu, ținând cont de valoarea energiei de tăiere minimă, arată un optim pentru cuțitele combinei John Deere, cu valoarea de 0,150 J.

Optimizarea procesului de tăiere a tulpinilor de la cultura de floarea-soarelui, ținând cont de valoarea energiei de tăiere minimă, arată un optim pentru cuțitele combinei Fendt, cu valoarea de 1,824 J . Ca optim, se poate considera și energia de tăiere, care se încadrează în intervalul de optimizare pentru cuțitele combinei Claas, cu valoarea de 1,943 J .

CAPITOLUL VIII

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Din analiza stadiului actual al cercetărilor și a rezultatelor obținute din încercările experimentale, efectuate în condiții de laborator și producție, privind procesul de lucru al aparatelor de tăiere prin forfecare a tulpinilor de la diferite culturi agricole, la momentul recoltării, rezultă următoarele concluzii și recomandări.

8.1. Concluzii

8.1.1. Concluzii cu privire la oportunitatea temei

- Lucrarea de față are ca obiectiv principal să stabilească soluții și metode pentru optimizarea procesului de lucru de secționare a tulpinilor plantelor agricole, la momentul recoltării, folosind elemente constructive de la aparatele de tăiere din componența combinelor de recoltat culturi de cereale și plante tehnice.

- Cercetările teoretice și experimentale desfășurate în cadrul acestui demers științific au evidențiat un proces de lucru complex, la care s-a identificat o strânsă corelație între parametrii constructivi și funcționali ai aparatului de tăiere și caracteristicile culturilor agricole care urmează a fi recoltate.

- Pentru determinarea parametrilor cinematici, dinamici și energetici ai procesului de lucru de tăiere prin forfecare a tulpinilor de la diferite culturi agricole s-au efectuat cercetări experimentale în condiții de laborator.

- Din analiza rezultatelor obținute rezultă că forța și energia de tăiere a tulpinilor, pentru toate tipurile de aparate de tăiere, depinde de cultura agricolă (specia, soiul, diametrul, grosimea și umiditatea tulpinilor vegetale etc), regimul de lucru, poziția tulpinilor față de lama-cuțit etc.

- De asemenea, consumul de energie și calcularea energiei specifice, depind de parametrii constructivi ai lamelor-cuțit, respectiv unghiurile de ascuțire ale tăișului.

- Pentru creșterea durabilității și fiabilității aparatelor de tăiere din componența combinelor s-au testat soluții inovative de îmbunătățire a acestor parametri.

- Pe baza rezultatelor obținute, autorul propune soluții pertinente pentru optimizarea parametrilor constructivi și funcționali ai aparatelor de tăiere din componența combinelor de recoltat culturi de cereale și plante tehnice.

8.1.2. Concluzii cu privire la fundamentarea teoretică a procesului de tăiere a tulpinilor vegetale

- Din analiza stadiului actual al cercetărilor privind procesul de lucru al

aparater de tăiere a tulpinilor vegetale s-au stabilit obiectivele principale ale lucrării de față.

- Studiile teoretice privind procesul de lucru al aparatelor de tăiere din componența combinelor pentru recoltat culturi de cereale și plante tehnice au avut în vedere următoarele aspecte: tăierea prin forfecare a tulpinilor de plante agricole; dinamica aparatelor de tăiere prin forfecare; cinematica aparatelor de tăiere acționate cu mecanisme bielă-manivelă; diagrama înălțimii miriștei rezultată după recoltarea plantelor; cinematica și dinamica aparatelor de tăiere prin inerție.

- Având în vedere că aparatele de tăiere din componența combinelor de recoltat culturi de cereale și plante tehnice sunt diverse, în cadrul tezei de doctorat s-au identificat caracteristicile constructive și funcționale ale acestora, în special geometria lamelor-cuțit și parametrii tăișului.

- S-au efectuat studii teoretice pentru determinarea forței de tăiere, cursei cuțitului, energia și energia specifică de tăiere, în funcție de dinamica și cinematica aparatelor de tăiere prin forfecare.

- S-au efectuat studii teoretice privind rezistența la tăiere a tulpinilor plantelor agricole.

- S-au fundamentat aspecte teoretice privind elemente de uzură specifice aparatelor folosite pentru tăierea tulpinilor plantelor agricole.

8.1.3. Concluzii cu privire la cercetările experimentale efectuate pentru optimizarea procesului de lucru de tăiere a tulpinilor de la diferite culturi agricole

- Prin demersul științific programat și realizat s-a urmărit determinarea principalilor factori care influențează procesul de lucru, de tăiere a tulpinilor de la diferite culturi agricole la momentul recoltării.

- În vederea efectuării programului de cercetare s-a proiectat și realizat un stand de laborator original pentru a reproduce în condiții de laborator procesul de lucru al aparatelor de tăiere de tipul cuțit-contacutit, cu care sunt echipate combinele pentru recoltarea culturilor de cereale și plante tehnice.

- În cadrul cercetărilor experimentale s-au luat în studiu tulpini de la culturile de cereale (grâu, orz, sorg și porumb), respectiv de la culturile de plante tehnice (floarea-soarelui, soia și rapiță).

- Prin efectuarea cercetărilor experimentale s-a urmărit realizarea următoarelor obiective:

- determinarea secțiunii de retezare a tulpinilor luate în studiu, prin utilizarea unei metode bazată pe folosirea programului *Image J*;

- determinarea forței, energiei și energiei specifice de tăiere prin forfecare a tulpinilor de la culturile agricole luate în studiu, în funcție de regimul și viteza de tăiere (secționarea statică și dinamică, la viteze de 1 m/s și 2 m/s, unghiul de ascuțire a lamelor-cuțit (10°, 15° și 20°), zona de tăiere (între noduri și pe nod), poziția tulpinii față de lama-

cuțit (verticală, la 90° și înclinată - 45°);

- determinarea gradului de uzură a lamelor-cuțit folosite la recoltarea culturilor agricole luate în studiu;

- experimentarea de soluții inovative pentru creșterea durabilității și fiabilității lamelor-cuțit, prin titanizarea suprafețelor din zona tăișului;

- prelucrarea și interpretarea datelor experimentale în vederea optimizării procesului de lucru de tăiere a tulpinilor culturilor agricole luate în studiu la momentul recoltării.

- Din prelucrarea și interpretarea statistică a rezultatelor obținute prin testul de semnificație asupra energiei de tăiere a tulpinilor vegetale de grâu și floarea-soarelui, pentru două variabile independente, viteza cuțitului și unghiul de dispunere a plantei față de suprafața lamei-cuțit, reiese că:

- pentru tulpinile de grâu cu tăierea între noduri, variabilitatea valorilor energiei de tăiere pentru secționarea statică și dinamică, cu viteze de 1,0 m/s și 2,0 m/s, cu poziția înclinată la 45°, este mai mică, având un grad de reprezentativitate mai mare față de tăierea tulpinilor pe verticală, la unghiul de 90°;

- pentru tulpinile de grâu cu tăiere pe nod, cu dispunere verticală la 90°, variabilitatea valorilor energiei de tăiere, pentru secționarea statică și dinamică, cu viteze de 1,0 m/s și 2,0 m/s, este medie și peste medie, fiind preponderent moderat reprezentativă și strict reprezentative, iar tăierea statică pentru combina Claas și John Deere, valorile sunt nereprezentative;

- pentru tulpinile de floarea-soarelui cu tăiere între noduri, variabilitatea valorilor energiei pentru secționarea statică și dinamică, cu viteze de 1,0 m/s și 2,0 m/s, este mică, fiind strict reprezentativă atât pentru poziția înclinată la 45° cât și pentru cea verticală;

- pentru tulpinile de floarea-soarelui cu tăierea pe nod, cu dispunere verticală la 90°, variabilitatea valorilor energiei pentru secționarea statică și dinamică, cu vitezele 1,0 m/s și 2,0 m/s, este mică, fiind strict reprezentativă.

8.1.4. Concluzii cu privire la caracterul original al lucrării

Prin realizarea tezei de doctorat s-au adus contribuții importante și originale pentru cunoașterea procesului de lucru realizat de aparatele de tăiere din componența combinelor pentru recoltarea culturilor agricole de cereale și plante tehnice, dintre care amintim:

- conceperea și realizarea unui demers științific complex, bazat pe cercetări experimentale aprofundate, care au în vedere atât elementele constructive ale aparatele de tăiere prin forfecare, cu care sunt echipate combinele de recoltat, cât și caracteristicile tulpinilor specifice fiecărei culturi agricole;

- pentru efectuarea cercetărilor experimentale s-a conceput un stand de laborator original, pe care pot fi montate pentru încercări diverse elemente constructive active din componența aparatelor de tăiere care echipează combinele de recoltat culturi agricole.

Standul de laborator este echipat cu aparate performante de măsură și control, racordate la un computer. Astfel că rezultatele încercărilor pot fi înregistrate într-o bază de date electronică în vederea prelucrării și interpretării;

- în vederea optimizării procesului de lucru al aparatelor de tăiere prin forfecare s-au utilizat, pe de o parte lame-cuțit cu unghiuri de ascuțire diferite ($i_c = 20^\circ$, $i_c = 15^\circ$ și $i_c = 10^\circ$) și cu regim de lucru static și dinamic (cu viteze de 1,0 m/s și 2,0 m/s), iar pe de altă parte s-au folosit tulpini de la culturi de grâu și floarea-soarelui, cu retezarea tulpinilor în diverse poziții (vertical și înclinat la 45°) și între noduri și pe nod;

- pentru evaluarea procesului de lucru, efectuată conform celor precizate mai sus, s-au determinat forțele medii și maxime de tăiere, energia de tăiere și energia specifică de secționare pentru fiecare tip de tulpină;

- pentru calculul energiei specifice s-a conceput o metodă originală de determinare a secțiunii de tăiere pentru fiecare tip de tulpină, folosind programul specializat *Image J*;

- pentru a crește duritatea lamelor-cuțit și rezistența la uzură a acestora, s-au aplicat pe suprafețele din zona tăișului tratamente termochimice, prin depunerea de nitrură de titan TiN, (procedeu numit titanare), într-un strat subțire, cuprins între 3 – 8 μm ;

- se apreciază că **uzura lamelor-cuțit titanizate este la jumătate față de lamele-cuțit netitanizate** (Enculescu E., 2011).

- s-au efectuat cercetări experimentale pentru determinarea gradului de uzură a elementelor active din componența aparatelor de tăiere care echipează combinele de recoltat culturi de cereale și plante tehnice;

- pentru eliminarea erorilor s-a efectuat analiza și prelucrarea statistică a datelor experimentale.

8.2. Recomandări cu privire la căile ulterioare de dezvoltare a cercetării

- Având în vedere că recoltarea culturilor agricole presupune tăierea tulpinilor vegetale, este necesar să se studieze în continuare procesul de lucru al aparatelor de secționare pentru a îmbunătăți fiabilitatea acestora și a reduce consumul de energie.

- Pentru a crește duritatea și durabilitatea muchiilor active ale lamelor-cuțit și contracuțitelor, din componența aparatelor de tăiere, se recomandă depunerea de nitrură de titan (TiN) (titanarea într-un strat subțire cu grosimea 3 – 8 μm).

- Studiile teoretice, precum și rezultatele experimentale obținute în cadrul acestei teze de doctorat, pot constitui un material util pentru elaborarea altor teme similare privind optimizarea rezistenței la tăiere a tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării.

CHAPTER VIII

GENERAL CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

From analysis of current research stage and the obtained results in experimental trials, performed under laboratory and production conditions, regarding working process of cutting devices by shearing of the stalks of different agricultural crops, at the time of harvest, result the following conclusions and recommendations.

8.1. Conclusions

8.1.1. Conclusions on the timeliness of the topic

- The current work has as main objective to determine the solutions and methods for optimizing the cutting working process of plants stalks, at harvest time, using structural elements from cutters in the composition harvesting machines for grains and crops technical plants.
- Theoretical and experimental research conducted within this scientific approach revealed a complex working process, which identified a strong correlation between the design and functional parameters depend of the cutting device and cultural characteristics of agricultural crops which will be harvested.
- For determination of kinematics, dynamic and energetic parameters of cutting working process by shearing of stalks from various crops have been made experimental investigations in laboratory conditions.
- From the analysis of the obtained results it follows that force and energy to cut stems, for all types of cutting devices, depend on the crop (species, sort, diameter, thickness and humidity of strains plant's etc), working regime, position of the stems with respect to the knife blade etc.
- Also, energy consumption and calculation of specific energy, depends on the constructive parameters of the knife blades, respectively sharpening angles of cutter.
- Innovative solutions to increase durability and reliability of cutting devices from composition of harvesting machines have been tested to improve those parameters.
- On the basis of obtained results, the author proposes relevant solutions for optimizing structural and functional parameters of the cutters in the composition harvesting machines for grain crops and industrial crops.

8.1.2. Conclusions on the theoretical substantiation of the cutting process of vegetal stalks

- From analysis of current research state on working process of cutting devices of plant stems were settled the main goals of the present work.

- Theoretical studies on the working process of cutting devices from composition of harvesters for cereal and technical plants crops had in view the following aspects: cutting by shearing of agricultural plants strains; dynamics of shear cutters; kinematics of cutting devices operated by connecting rod-crank mechanisms; the stubble height diagram resulting after harvesting the plants; kinematics and dynamics of cutting devices by inertia.

- Since the cutters constituting harvesting machines for grains and industrial crops are diverse, in the thesis were identified the constructive and functional thereof characteristics, especially geometry of blades-knife and edge parameters.

- Were carried out theoretical studies for determining the cutting force, the knife stroke, energy and specific cutting energy, in function of dynamics and kinematics of cutting device by shearing.

- Studies were carried out theoretically on cutting resistance of the agricultural plants strains.

- Were settled theoretical aspects on the wear elements which are specific to cutting devices utilized for cutting of agricultural plants strains.

8.1.3. Conclusions on experimental research conducted for optimization cutting working process of different agricultural crops stalks

- Through the scientific and programmed approach, the aim was to determine the main factors that influence the working process of cutting the stems from different agricultural crops at the time of harvest.

- In order to conduct the research program was designed and built an original laboratory bench to reproduce under laboratory conditions the working process of knife – counter-knife type cutters, which equip harvesting machines for grain crops and industrial crops.

- In the experimental research has been studied the strains of cereal crops (wheat, barley, sorghum and maize) respectively from technical crops (sunflower, soybean and rapeseed).

- The experimental research aimed to achieve the following objectives:
 - determining the cutting section of the studied strains, by using a method based on the utilization of *Image J* program;

- determining of cutting force, energy and specific cutting energy by shearing of the stems from studied agricultural crops, according to the mode and velocity of cutting (static and dynamic sectioning, at velocities of 1 m/s and 2 m/s, sharpening angle of blade-knife (10°, 15° and 20°), area of the cutter (between the nodes and per node), stems' position against the blade-knife (vertical at 90° and inclined at 45°);

- determination of wear degree of knife blades which were used to harvest the agricultural crops under study;

- experimentation with innovative solutions to increase the durability and reliability of blades-knife, by application of titanium on edge surfaces;

- processing and interpretation of experimental data in order to optimize the working process of cutting of agricultural crops stalks at the harvest moment.
- After processing and statistical interpretation of the obtained results through significance test on cutting energy of wheat and sunflower vegetal stalks, for two independent variables, knife velocity and the angle of arrangement of plant face to surface of blade-knife, it is clear that:
 - for wheat stalks with cuttings between knots, the variability of the values of cutting energy for static and dynamic sectioning, with velocities of 1.0 m/s and 2.0 m/s, with the inclined position at 45°, is smaller, having a higher representative degree face to cutting of strains on vertical position at an angle of 90°;
 - for node-cut wheat stalks, with a vertical arrangement of 90°, the variability of the values for cutting energy, at static and dynamic sectioning, with 1.0 m/s and 2.0 m/s velocities, is average, and above average, being predominantly moderately representative and strictly representative, and at static cut for Claas and John Deere combines, the values are unrepresentative;
 - for stems of sunflower with cutting between nodes, variability of the energy values for static and dynamic severing, at 1.0 m/s and 2.0 m/s velocities is small, being strictly representative both for the inclined position at 45° as well as for the vertical one;
 - for sunflower stems with cutting on node, with vertical disposal at 90°, the variability of energy values for static and dynamic severing, with 1.0 m/s and 2.0 m/s velocities, is small, being strictly representative (Claas).

8.1.4. Conclusions regarding the original character of the PhD thesis

By carrying out the doctoral thesis, important and original contributions were made to the knowledge of the work process carried out by the cutters from the harvesting machines for agricultural crops of cereals and technical plants, among which we mention:

- conception and implementing a complex scientific approach, based on a deepen experimental research which have in view both constructive elements of the cutting devices by shearing, which equip harvesting machines, as well as the specific characteristics for each agricultural crop;
- an original laboratory stand has been designed to carry out the experimental research, on which various active constructive elements from the components of the cutting machines that equip the combines can be mounted for testing. Laboratory bench is equipped with advanced measuring and control devices, connected to a computer. Thus, the test results can be recorded in an electronic database for processing and interpretation;
- in order to optimize the working process of the cutting devices by shearing we have been used, on one hand blades-knife with different sharpening angles ($i_c = 20^\circ$, $i_c = 15^\circ$ and $i_c = 10^\circ$) and static and dynamic mode of operation (velocity of 1.0 m/s and 2.0 m/s) and, on the other hand have been used stalks from wheat and sunflower crops, with stem shearing in various positions (vertical and inclined at 45°) and between the nodes and the node;

- for the assessment of the working process, performed as specified above, there were determined the mean and maximum cutting forces, cutting energy and specific energy the for sectioning of each strain type;
- to calculate the specific energy was designed an original method for determination of cutting section on each strain type using specialized software *Image J*;
- in order to increase the hardness of knife blades and their wear resistance, thermo-chemical treatments were applied to the surfaces in the edge area, by depositing titanium nitride TiN, (a process called titanium application), into a thin layer, between 3 - 8 μm ;
- were effectuated experimental research for determining the degree of wear of the active elements from composition of cutting devices which harvesting machines for grain and technical crops;
- to eliminate errors was effectuated the analysis and statistical processing of the experimental data.

8.2. Recommendations for further development of research

- Since the harvesting of crops involves cutting stems plant, it is necessary to study further the working process of sectioning devices in order to improve the reliability thereof and to reduce energy consumption.
- In order to increase the hardness and durability of the active edges of the knife-blades and counter-knives, from the composition of the cutting devices, it is recommended to deposit titanium nitride (TiN) (titanium application into a thin layer with a thickness of 3 – 8 μm).
- Theoretical studies, as well as the experimental results obtained in this doctoral thesis, can be a useful material for developing other similar topics on optimizing the resistance to cutting of agricultural plant stems at harvest time.

BIBLIOGRAFIE REFERENCES

1. Adrian I., Cotea V., 2000 - *Tehnologia culturilor agricole*. Editura UASMV, Iași;
2. Alizadeh M. R., Rahimi- Ajdadi F., Dabbaghi A. 2011- *Cutting energy of rice stem as influenced by internode position and dimensional characteristics of different varieties*. Australian Journal of Crop Science (AJCS) 5(6), 681-687;
3. Bochat A., s.a., 2009 - *Identification of quasi-static cutting force of triticale- straws for designing use of scissor and finger cutting sets*. Journal of Polish CIMAC (4-3), 17-22.
4. Băisan I., **Nuțu G.**, 2012 – *Study the tension of the blades cutting equipment plant 4trains using a finite element method*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6, p.11;
5. Băisan I., **Nuțu G.**, 2012 – *Research concerning the influence of angle of filing from the knife blades vindrovers on the mechanical work on cutting*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6, p.11;
6. Bayer M., s.a., 2000 – *Influenta tehnologiei de tratament termic asupra rezistenței la uzura a cuțitelor de freze agricole*, Mecanizarea Agriculturii, nr.2;
7. Bârsănescu P.D., Amariei N., s.a. 2003 – *Tensiuni remanente*, Editura Gh.Asachi, Iași;
8. Bârsan C., Pastravanu O., 1998 – *Bond-graf method – A systematic approach to physical modeling of complex structure plants*. Proc. of the 6th Symposium on automatic control and computer science SACCS 98 Iasi, Vol.1, p 83-88;
9. Baruah D.C., Panaser B.S., 2005 – *Energy Requirement Model for a Combine Harvester, Part I, Development of Component Models*, Biosystems Engineering, Elsevier, 9-25;
10. Bennani H.H., Takadoun J., 1997 – *Fricțion and wear characteristic of tin, NiCN and diamond – like carbon films*, Surface and Coatings Technology, vol.88 (1-3), 232 – 238;
11. Bia C., Ille C.,s.a., 1983 – *Rezistența materialelor și teoria elasticității*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
12. Bochat A., 2009 – *Identification of quasi-static cutting force of triticale-straws for designing use of scissor and finger cutting sets*. Journal of Polish CIMAC (4-3), 17-22;
13. Bodea M., 1985 – *Aparate electronice pentru măsurare și control*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
14. Boboc V., 1998 – *Cercetări teoretice privind procesul de tăiere a materialelor vegetale cu cuțit tip lamă*. Conferința Trans Agro Tech’98, vol.1. Cluj-Napoca;
15. Bochat A., 2009 – *Identificațion of quasi-static cutting force of triticale- straws for designing use of scissor and finger cutting sets*, Journal of Polish CIMAC (4-3), 17-22;

16. Bologa O., 2001 – *Elements of Mechanical Engineering*, Editura Eureka Brăila;
17. Bologa O., 2001 – *Elemente de inginerie mecanică*. Transmisii. Editura Eureka Brăila;
18. Bunshah R.F., 1994 – *Handbook of deposition technologies for films and coatings: Science, tehnology and application, second edition*. Materials science and process tehnology series, Noyes Publications;
19. Cartis I. Gh., 1988 – *Tratamente termochimice*, Editura Facla Timișoara;
20. Carmignani B., Mares R., s.a., 1999 – *Transient finite element analysis of deep penetration laser welding process in a singlepass butt-welded thick steel plate*. Comput. Methods Appl. Mech. Engng., 179(3-4): p. 197-214;
21. Cernăianu E., 1977 – *Cercetări privind procesul de tăiere a tulpinilor de cereale și plante tehnice*, Teză de doctorat, Timișoara;
22. Ciuklica L. G., Rus F. 2011 – *The influence of the knife constructive and functional parameters on the process of cutting vegetables*, Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering, Vol. 4 (53) No. 2, 105-110;
23. Craig B.D., Lane R.A.,s.a., 2006 – *Corrosion Prevention and Control: A Program Management Guide for Selecting Materials, Advanced Materials, Manufacturing, and Testing* Information Analysis Center (AMMTIAC), alion Science& Technology, New York;
24. Chiorean C.G., 2006 – *Aplicații software pentru analiza neliniară a structurilor în cadre*, Editura UT Pres Cluj-Napoca;
25. Crăciun V., Ciuraru I., 1992 – *Cercetări privind reducerea vibrațiilor motocositorii Carpatina*, Cercetări Agricole în Moldova, Iași;
26. Crudu I., Neculaiasa V., 1977 – *Mașini de recoltat*. Vol.I, Litografia I.P.Iași;
27. Currell G., Dowman A., 2009 – *Essențial Mathematics and Statistics for Science*, Second Edition John Wiley & Sons, Ltd.;
28. Dange A. R., Thakare S. K., Rao I. B., 2011 – *Cutting energy and force as required for Pigeon pea stems*, Journal of Agricultural Technology, Vol. 7(6) 1485- 1493;
29. Dănilă I., 1976 – *Mașini agricole de recoltat*. Litografia I.P. Timișoara;
30. Dănilă I., 1979 – *Contribuții la analiza procesului de lucru al aparatului de tăiere cu doua cuțite*, Buletinul știință și tehnică al I.P.Timișoara, seria mecanică, 25;
31. Dănilă I., 1981 – *Mașini agricole de recoltat, vol.I*, Litografia I.P. Timișoara;
32. Dekker N., 1995 – *Engineering properties of food*, New York;
33. Dolinsec S., Kopac j., 2006 – *Mechanism and types of tool wear, particularities in advanced cutting materials*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 19-1, 11-18;
34. Dobrzanski L.A., Staszuk M., s.a., 2010 – *Properties of Ti(B,N) coatings deposited onto cemented carbides and sialon tool ceramics*, Journal Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 41-1-2, 66-73;
35. Dobresco C., s.a., 1974 – *Exploatarea combinei C-12*, Editura Ceres, București;
36. Dobresco C., s.a., 1972 – *Mecanizarea lucrărilor de recoltat leguminoase pentru conserve și boabe*, Editura Ceres, București;

37. Duca C., 1984 – *Mecanisme și teoria mecanismelor*, Litografia I.P.Iași;
38. Dumitrescu C., 1971 – *Mașini agricole de prelucrat, recoltat și condiționat*, Litografia Univ. Brașov;
39. Dulamita T., Vermesan G., 1982 – *Tehnologia tratamentelor termice*, Editura Didactică și Pedagogică București;
40. Dumitru M., 2002 – *Rezistența materialelor de la A la Z , volumul I,II*, Editura Vie, Iași.;
41. Dumitru M., Mihai St., s.a., 2004 – *Metode numerice și implementarea lor pe calculator*, Editura Tehnopress, Iași.
42. Enculescu E., Paraschiv D., **Nuțu G.**, s.a., 2010 – *Research on the active part of the blades hardening of grain harvesters, forage and industrial crops*, International Journal of Academic Research, Vol.2, No.6, Baku- Azerbaijan, ISSN: 2075-4124, E-ISSN: 2075-7107.
43. Enculescu E., Paraschiv D., Dumitru M., **Nuțu G.**, s.a., 2011 – *Cercetări privind creșterea capacității de tăiere a organelor active de la mașinile de recoltat cereale, plante tehnice și furajere*, Editura StudIS, ISBN.
44. Enculescu E., Paraschiv D., s.a., 2010 – *Cercetări privind creșterea capacității de tăiere și strivire a vindroverului cu acționare electrică*, Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LVI(LX), Fasc. 2B, Secția Construcții de Mașini, ISSN:1011-2855.
45. Enculescu E., Paraschiv D., s.a., 2010 – *Influența tratamentului termic asupra microstructurii materialului utilizat la fabricarea lamelor tăietoare de la mașinile de recoltat cereale, plante tehnice și furajere*, Buletinul Institutului Politehnic Iași, Tomul LVI(LX) Fasc.4B, Secția Construcții de Mașini, Editura Poltehnim 375-381, ISSN: 1011-2855;
46. Enculescu E., Paraschiv D., Antonescu I., s.a., 2010 – *Technical and ethical impact of unconventional propulsion systems on sustainable agriculture*, International virtual journal for science technis and innovations for the industry, Sofia 9-13, ISSN: 1313-0226;
47. Enculescu E., Paraschiv D., Lupu V., s.a, 2009 – *Researches Regarding Increasing Cutting and Crushing Capacity of the Hidraulic Mowers (Vindrover Type)*, 6th International Conference Standardization, Prototypes and Quality: a Means of Balkan Countries Collaboration, Salonic – Grecia;
48. Enculescu E., 2011 – *Cercetări privind creșterea capacității de tăiere a organelor active de la mașinile de recoltat cereale, plante tehnice și furajere* – TEZĂ DE DOCTORAT;
49. Fluck R.C., Ahmed E.M., 1973 – *Ipact testing of fruit and vegetation*, Trans of Asae(16)4;
50. Filipescu I., 1998 – *Contribuții la tăierea mecanizată a viței de vie în uscat*. Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”Iași;
51. Frunză Gh., Diaconescu E.N., 1999 – *O ipoteză privind efectul tensiunilor inițiale asupra oboselii de contact*, A XXVIII-a Sesiune de Comunicări Științifice cu participare internațională, Academia Tehnică Militară, București;
52. Gafițanu Al., s.a., 1981 – *Organe de mașini*, Editura didactică și Pedagogică București;

52. Gafițanu M., s.a., 1983 – *Organe de mașini, vol. I, II*, Editura Tehnică București;
54. Gafițanu M., s.a., 1991 – *Machine, vol 1,2.*, Editura Engineering Bucharest;
55. Garbrecht S. D. 2012 – *The Benefits of Object - Based Architectures for SCADA and Supervisory Systems*, White Paper, Invensys Systems;
56. Ghersini S., 1988 – *Qualita & Affidabilita nella pratica industriale*. Tecniche nuove, Milano;
57. Grave H.F., 1996 – *Masurarea electrică a marimilor neelectrice*, Editura Tehnică București;
58. Goldstein J.I., Newcuky D., s.a., 2003 – *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis Springer*;
59. Haidera, Julficar, Rahman, Mahfujur, Corcoran, Brian, Hashmi, M.S.J., 2005 – *Deposition and characterization of hard- solid coating by closed-field magnetron sputtering*, Surface & Coatings Technology;
60. Hoffman K., 2000 – *Computational Fluid Dynamics*, Engineering Education System, Wichita, Kansas;
61. Hughes V., 2010 - Sunflowers: Cultivation, Nutrițion, and Biodiesel Uses, Editura Nova Scince;
62. Ionescu G., 1980 – *Traductoare. Principii și metode de proiectare*, I.P. București;
63. Ioancea L., Dinache P., s.a., 1986 – *Mașini, utilaje și instalatii*, Editura Ceres, București;
64. J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, 2000 - The art of writing a scientific article, Journal of Science Communication 163:2 , 51-59;
65. Kramer A., 1995 – Objective testing of vegetable quality. Food Technol., 5; 265-269;
66. Konicek B., Lanca I., 1972 – Mecanizarea complexă a lucrarilor de recoltare și depozitare a plantelor furajere, CIDAS, București;
67. Larminie J., Lowry J., 2003 – *Electric Vehicle Technology Explained*, John Wiley & Sons Ltd;
68. Lupu V., s.a., 2009 - Predictive maintenance for the surface grindining machines, 6th International Conference, Standardization, protzper and quality: a mens of balkan countries collaboration, Salonic;
69. Mahmodi E., Jafari A. 2010- Influential parameters for designing and power consumption calculating of cumin mower, Australian Journal of Crop Science (AJCS), 4(3), 142-149;
70. Manolescu N., Adrian A., Costinescu V., 1976 – *Manualul inginerului mecanic*, Editura Tehnică, București;
71. Maniac E., Maniac C., 2003 – Efectul campului centrifugal de forțe asupra procesului de tăiere al plantelor de fasole și mazăre, Construcții de mașini, nr.11-12, ISSN 0573-7147, p.16-18
72. Maican E., Murad E., Maican C., 2002 – Verificarea experimentală a relației dintre viteza de deplasare a combinei de recoltat cereale păioase și turația rabatorului, Construcția de mașini, nr.4, ISSN 0573-7419, p.15-17;
73. Maican C., Maican E., Maican C., 2000 – *Determinarea lașimii optime a paleteti*

- rabatorului, la combinele de recoltat cereale paioase*, Construcția de mașini, nr.1-2, ISSN 0573-7419, p.25-28;
74. Maican C., Maican C., 2002 – *Efectul vibrațiilor asupra procesului de tăiere al plantelor de fasole biologic mature*, Sesiunea jubiliară de comunicări științifice „Realizări și perspective în ingineria sistemelor biotehnice – ISBTeh-2002”, Universitatea Politehnică București, ISBN 973-685-410-8, p.9-12;
75. Merticaru V., 1986 – *Mecanisme și teoria mecanismelor*, Litografia I.P.Iași;
76. Mergoum M., Gomez- Macpherson H. 2004 – *Triticale improvement and production*, FAO Plant Production and Protection Paper 179, FAO;
77. Micu C., s.a., 1980 – *Aparate și sisteme de măsurare în construcția de mașini*, Editura Tehnică București;
78. Mitterer C., Mayrhofer P.H., Musil J., 2003 – *Thermal stability of PVD hard coatings*, Vacuum 71, 279-284;
79. Mlădinescu T., Rizescu E., Weinberg H., 1972 – *Organe de mașini și mecanisme*, Editura Didactică și Pedagogică București;
80. Modiga M., Danilă I., Guta C., 1966 – *Studii pentru îmbunătățirea aparatului de tăiere la cositoarea CP 2, I.*, Buletinul de Știință și Tehnică al I.P.Timișoara;
81. Neculăiasa V., Danilă I., 1986 – *Mașini agricole de recoltat, vol. III*. Litografia I.P.Iași;
82. Neculăiasa V., Danilă I., 1995 – *Procese de lucru și mașini agricole de recoltat*. Editura A92, Iași;
83. Neculăiasa V., Danilă I., 1996 – *Processes harvesters and form machinery*. Editura Polirom, Iași;
84. Neculăiasa V., 2002 – *Operatii și procese de lucru ale mașinilor agricole de recoltat*. Editura „Gh. Asachi” din Iași;
85. **Nuțu G.**, Băisan I., 2012 – *Researches concerning the cutting of strains plant with cutting devices from combine harvesters*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mechanical Engineering, Section 6 p.11-12;
86. **Nuțu G.**, Băisan I., 2012 – *Laboratory stand for the study of cutit strains vegetable with knife-fingers type cutting apparatus*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mechanical Engineering, Section 6 p.11-12;
87. **Nuțu G.**, Antonescu I., s.a., 2012 – *Influence of sharpening angle of cutting blades and of stem inclination angle during cutting process on energy consumption of harvesters*, International Journal of Academic Research IJAR, No: 2996, ISSN: 2075 – 4124, E-ISSN: 2075 - 7107;
88. **Nuțu G.**, Băisan I., 2014 – *Researches Concerning the Cutting of Strains Plant with Cutting Devices from Romanian Combine Harvesters*, International Journal of Applied Mechanics and Materials, Vol.659 p.527-532, Switzerland;
89. **Nuțu G.**, Băisan I., 2014 – *Research the structure and chemical compozition of some strains of vegetable crops*, Journal Enginerig Studies and Research, Universitatea „Vasile Alecsandrii, din Bacau, Vol.20 Nr.2, , ISSN: 2068 – 7559;
90. **Nuțu G.**, Carlescu P., Tenu I., 2017 – *Experimental determination of the wear*

- resistance of devices used for cutting the stalks of agricultural plants, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS – Conference of Agriculture and Food engineering, Seria Agronomie, Vol.60 Nr.2, p.20; ISSN: 1454 – 7414;*
91. **Nuțu G.**, Tenu I., Carlescu P., 2018 – *Study and research on energy consumption for cereal grain strains cutting, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ISB – INMA TEH ‘ 2018 - ‘Agricultural and mechanical engineering’*;
 92. Panaite M., - 2006 – *Cercetări privind optimizarea procesului de mărunțire a produselor agroalimentare. Teză de doctorat – Universitatea Tehnică „Gh.Asachi” din Iași*
 93. Paraschiv D., Nagat Gh., s.a., 2009 – *Tehnologii de mare performanță pentru creșterea durabilitatii pieselor*, Editura Junimea Iași;
 94. Palm J., s.a., 2001 – *Modeling Analysis and Control Dynamic Systems*, John Wiley & Sons, USA., ISBN 0-471-07370-9;
 95. Păducel P., s.a., 1991 – *Geometria cuțitelor cu mișcare rectilinie alternativă folosite la recoltarea cânepii pentru fuior*, Simpozionul „Probleme actuale de mecanizare agricolă”, Timișoara;
 96. Popa S., Paraschiv D., Pricope C., Husanu V., Smantana D., Popa V. 2011 – *Research on Titanium coating contact surfaces of bearing elements*, International Journal of Academic Research (IJAR), Azerbaijan, Baku 3 (1), 398-406;
 97. Porankiewicz B., Iskra P., s.a., 2006 – *High – speed steel tool wear during wood cutting in the presence of high – temperature corrosion and mineral contamination*, Wood Science and Technology, 40; 673 – 682;
 98. Pruteanu O., s.a., 2000 – *Managementul, controlul produselor și serviciilor*, Editura Tehnică – Info, Chișinău;
 99. Popinceanu N.G., Puiu V., 2003 – *Organe de mașini*, Editura Junimea Iași;
 100. Philippe C., 1981 – *Les Machines Agricoles*, Editions J.B.Balicove, Paris;
 101. Reznic N.E., 1975 – *Teoria tăierii cu lamă și bazele calculului aparatelor de tăiere*, Moscova;
 102. Rumsiski L.Z., 1971 – *Matematicheskaia obrabotka rezultatov experimenta*, Spavocinoe rukovodstvo, izdatelstvo „Nauka” Moscova;
 103. Scănteianu N., Galusca D.G., 2003 – *Tehnologia și controlul tratamentelor termice*, Editura Tehnică și Științifică, Iași;
 104. Sandru A., Popescu S., Neculaiasa V., s.a., 1982 – *Exploatarea utilajelor agricole*, Editura Didactică și Pedagogică București;
 105. Scripnic V., Babiciu P., 1997 – *Mașini agricole*, Editura Ceres București;
 106. Shirneshan A.R., s.a., 2009 – *Density of five Species in Esfahan City*, World Applied Sciences journal 7(4): 515 – 521 , ISSN 1818-4952;
 107. Sheingold D.H., 1977 – *Digital conversion notes*, Analog Devices;
 108. Spence J.W., Haynic F.W., 1992 – *Atmospheric Corrosion Model for Galvanized Steel Structures*, Corrosion, vol.48, nr.12;
 109. Stojanovic M.D., 1995 – *Introduction to automatic control systems (in Serbian)*, Technical Faculty Cacak;

110. Suci V., s.a., 2008 – *Studiul materialelor*, Editura Fair Partener București;
111. Tabatabaee Koor R., Borgheie A., 2006 – *Measuring the Static and Dynamic Cutting Force of Stems for Iranian Rice Varieties*, Journal of Agricultural Science and Technology (JAST) Vol. 8, 193-198;
112. Teodorescu N., 2004 – *Reologie aplicată*, Editura Matrix Rom București;
113. Toma D., Bianu I., 1977 – *Sisteme de mașini și eficiența exploatarii lor în producția vegetală*, Editura Ceres București
114. Toma D., 1975 – *Mașini și instalații agricole*, Editura Didactică și Pedagogică București;
115. Trandafir T., Moteanu F., Ionescu M., 1976 – *Mecanizarea lucrărilor în cultura legumelor de câmp*, Editura Ceres București;
116. Tunaru D., 1969 – *Mecanisme plane rectiliniiare și inversoare*, Editura Tehnică București;
117. Țenu I, Neculăiaș V., Neagu Tr., 1996, *Cercetări privind optimizarea cuplelor de frecare supuse uzurii tribocorozive în prezența unor medii agresive lichide, specifice mașinilor și instalațiilor pentru combaterea bolilor și dăunătorilor*, "Cercetări Agronomice în Moldova", nr. 3-4, pag. 195-201, Societatea de Științe Agricole "Haralamb Vasiliu" Iași, ISSN 0379-5837;
118. Țenu I, Neculăiaș V., Neagu Tr., 1996 - *Cercetări privind optimizarea cuplelor de frecare supuse uzurii tribocorozive în prezența mediilor agresive solide specifice mașinilor pentru administrat îngrășăminte chimice solide*, "Cercetări Agronomice în Moldova", nr.3-4, pag. 202-208, Societatea de Științe Agricole "Haralamb Vasiliu" Iași, ISSN 0379-5837;
119. Țenu I., 1999 - *Research methods of tribocorrosive wearing specific to the machines and outfits in agriculture and food industry*. International Congres, Naucinfe trudî, nr. 37 (1), pag.239-242, Rusenski Universitet "A. Kanchev" Bulgaria, ISSN 1311-3321;
120. Vermesan H., 2008 – *Coroziune și Protecție Anticorozivă*, Editura Risoprint Cluj-Napoca, ISBN 978-973-751-690-9;
121. Zamfir S.; Vidu R., 1994- București – *Coroziunea materialelor metalice*, E.D.P., București;
122. ***, INMA BUCUREȘTI (Institutul Național pentru Mecanizarea Agriculturii);
123. ***, <http://www.elsevier.com/locate/surfcoatNCPST> and MPRC, 2005 - Dublin City University, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Dublin City University, Ireland;
124. ***, 2004 - Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems, Național CommSystem, Technical Information Bulletin, NCS TIB 04-1.
125. <http://www.google.com>
126. <http://multilingual.bionetsyst.com>
127. <http://www.pestre.ro>
128. <http://www.utilben.ro>
129. <http://www.micron-tools.ro/>
130. <http://www.uni-max.ro>

ANEXE ANNEXES

LISTA TABELELOR

Tabelul 5.1: Datele tehnice ale traductorului de forță, modelul CTS63200KC25-200 kg	84
Tabelul 5.2: Datele tehnice ale traductorului de deplasare, modelul TLDT50.....	85
Tabelul 5.3: Datele tehnice ale plăcii de achiziție de date modelul NI USB-6008	88
Tabelul 5.4: Datele tehnice ale sursei de alimentare modelul S – 60 – 24V	89
Tabelul 5.5: Valorile de calibrare a traductoarelor.....	90
Tabelul 5.6: Umiditatea tulpinilor plantelor agricole la momentul recoltării.....	91
Tabelul 5.7: Determinarea valorilor forței de tăiere (N; Kgf) în funcție de cursa activă a cuțitului (mm).....	94
Tabelul 5.8: Geometria lamelor-cuțit	97
Tabelul 5.9: Mărimea unghiului i_c efectuat prin ascuțirea muchiilor tăietoare a lamelor-cuțit	98
Tabelul 5.10: Setări utilizate pentru aparatul foto	100
Tabelul 5.11: Metode și caracteristici de evaluare a durității materialelor.....	107
Tabelul 6.1: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 20^\circ$ (de la combine Sema și Gloria), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare	114
Tabelul 6.2: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 15^\circ$ (de la combine Sema și Gloria), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare.....	116
Tabelul 6.3: Forțele și energia pentru tăierea statică, a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de unghiul de ascuțire al lamelor-cuțit micșorat, cu $i_c = 10^\circ$, poziția și zona de retezare (Sema și Gloria)	117
Tabelul 6.4: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina Fendt), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare	118
Tabelul 6.5: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina John Deere) a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare	119
Tabelul 6.6: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina Claas), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare	120
Tabelul 6.7: Forțele și energia pentru tăierea statică cu lame-cuțit, cu $i_c = 19^\circ$ (de la combina NewHolland), a tulpinilor de la diferite culturi în funcție de poziția și zona de retezare	121
Tabelul 6.8: Rezultate privind secționare dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui, pentru viteza medie a lamei-cuțit de 1 m/s	122
Tabelul 6.9: Rezultate privind secționare dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui, pentru viteza medie a lamei-cuțit de 2 m/s	123

Tabelul 6.10: Rezultatele suprafețelor secțiunilor de tăiere măsurate pentru rapiță, soia și floarea-soarelui	126
Tabelul 6.11: Rezultatele suprafețelor secțiunilor de tăiere măsurate pentru grâu, orz, sorg și porumb	127
Tabelul 6.12: Energia specifică pentru tăierea statică a tulpinilor	128
Tabelul 6.13: Determinarea masei lamelor-cuțit	131
Tabelul 6.14: Determinarea suprafeței lamelor-cuțit	132
Tabelul 6.15: Determinarea parametrului de rugozitate al lamelor-cuțit Ra	136
Tabelul 6.16: Determinarea durtății Rockwell (GPa) a lamelor-cuțit	137
Tabelul 6.17: Variația parametrilor lamelor-cuțit după 100 ore de funcționare	138
Tabelul 7.1: Stabilirea variantelor de lucru	146
Tabelul 7.2: Energia de tăiere medie și deviația standard	147
Tabelul 7.3: Coeficientul de variație și testul de semnificație	148
Tabelul 7.4: Energia de tăiere medie și deviația standard	148
Tabelul 7.5: Coeficientul de variație și testul de semnificație	148
Tabelul 7.6: Energia de tăiere medie și deviația standard	149
Tabelul 7.7: Coeficientul de variație și testul de semnificație	149
Tabelul 7.8: Energia de tăiere medie la tăierea pe verticală și la un unghi de 45°	150
Tabelul 7.9: Testul de semnificație	150
Tabelul 7.10: Energia de tăiere medie și deviația standard	151
Tabelul 7.11: Coeficientul de variație și testul de semnificație	151
Tabelul 7.12: Energia de tăiere medie și deviația standard	151
Tabelul 7.13: Coeficientul de variație și testul de semnificație	152
Tabelul 7.14: Energia de tăiere medie și deviația standard	152
Tabelul 7.15: Coeficientul de variație și testul de semnificație	152
Tabelul 7.16: Energia de tăiere medie la tăierea pe verticală și la un unghi de 45°	153
Tabelul 7.17: Testul de semnificație	153

LISTA FIGURILOR

Figura 1.1: Combină tractată de recoltat cereale	29
Figura 1.2: Combină autopropulsată de recoltat cereale Massey-Harris-1950	30
Figura 1.3: Combină românească de recoltat cereale Gloria-2007	32
Figura 1.4: Organele principale de lucru ale unei combine convenționale de recoltat cereale	32
Figura 1.5: Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale combinelor convenționale de recoltat cereale	32
Figura 1.6: Combina cu flux axial IH 1440	33
Figura 1.7: Fluxul tehnologic și organele principale de lucru ale unei combine cu flux axial	33
Figura 1.8: Combina John Deere 9880 STS	33
Figura 1.9: Recoltarea grâului cu o combină autopropulsată Fendt 5225E	34
Figura 1.10: Cultura de rapiță	35
Figura 1.11: Vindrover pentru tăierea rapiței și lăsarea acesteia în brazdă	36
Figura 1.12: Combină Claas echipată cu heder care are despărțitoare de lan prevăzute cu aparate de tăiere, folosite la recoltarea rapiței într-o fază	37
Figura 1.13: Mărirea distanței dintre aparatul de tăiere și melcul de alimentare la hederle combinelor de recoltat cereale ale firmei Claas	38
Figura 1.14: Recoltarea cu ajutorul combinei Claas autopropulsată echipată cu heder specializat pentru floarea-soarelui	38
Figura 1.15: Cultura de soia	40
Figura 1.16: Recoltarea culturii de soia cu combina Claas Lexion 620	42
Figura 2.1: Procesul de lucru pentru tăierea prin forfecare	45
Figura 2.2: Aparat de tăiere cu degete și plăci de presare	46
Figura 2.3: Aparat de tăiere cu degete și plăci de ghidare	47
Figura 2.4: Forme de degete	47
Figura 2.5: Deget	48
Figura 2.6: Lama contracuțit	48
Figura 2.7: Cuțit asamblat	48
Figura 2.8: Lamă-cuțit	49
Figura 2.9: Aparat de tăiere cu plăci contratăietoare și cuțit superior	49
Figura 2.10: Schema aparatului de tăiere cu cuțit inferior	50
Figura 2.11: Schema aparatului de tăiere cu plăci de ghidare	50
Figura 2.12: Cuțite	51
Figura 2.13: Aparat de tăiere cu brațe oscilante	51
Figura 2.14: Cuțit	52
Figura 2.15: Schema aparatului de tăiere cu tambur	53
Figura 2.16: Schema aparatului de tăiere cu discuri	53
Figura 3.1: Tipuri de tăieri aplicate tulpinilor vegetale	57
Figura 3.2: Schema rezistențelor opuse de material la tăiere	58

Figura 3.3: Schema tăierii cu alunecare	60
Figura 3.4: Acțiunea degetului asupra tulpinilor plantelor	61
Figura 3.5: Acțiunea lamei asupra tulpinilor plantelor agricole	61
Figura 3.6: Cuțitul și contracuțitul aparatelor de tăiere a tulpinilor	65
Figura 3.7: Determinarea vitezei începutului și sfârșitului tăierii pentru aparatul care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă	66
Figura 3.8: Diagrama mișcării punctelor de pe cuțitul aparatului de tăiere care este acționat cu mecanism bielă-manivelă	67
Figura 3.9: Diagrama deplasării părții active a lamei cuțitului pentru aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă	68
Figura 3.10: Diagrama înălțimii miriștii pentru aparatul de tăiere care are mecanismul de acționare de tipul bielă-manivelă	69
Figura 3.11: Lame cuțit de la aparatele cu tăiere prin inerție	71
Figura 3.12: Schema procesului de lucru al aparatului de tăiere rotativ	72
Figura 3.13: Rezistența la tăiere în funcție de viteza cuțitului	73
Figura 5.1: Schema standului pentru efectuarea tăierilor statice	80
Figura 5.2: Schema standului pentru efectuarea tăierilor dinamice	81
Figura 5.3: Mecanismul bielă-manivelă	81
Figura 5.4: Viteza periferică a punctului manivelei	82
Figura 5.5: Elementele componente ale standului de încercări experimentale, partea electronică	83
Figura 5.6: Traductorul de forță	83
Figura 5.7: Conexiuni electrice ale celulei CTS63200KC25	83
Figura 5.8: Schema traductorului de deplasare TLDT50 (mm)	85
Figura 5.9: Traductorul de deplasare TLDT50	85
Figura 5.10: Convertoare TA4D/2	86
Figura 5.11: Placa de achiziție de date NI USB-6008	87
Figura 5.12: Sursa de alimentare S – 60 – 24V	89
Figura 5.13: Turometrul electronic M 2917 N	89
Figura 5.14: Regulatorul de turație variabilă a motorului de curent continuu	90
Figura 5.15: Graficul de calibrare a traductorului de forță și a traductorului de deplasare	90
Figura 5.16: Etuva de uscarea BIOBASE BOV-T25F	91
Figura 5.17: Schema instalației pentru măsurarea forței de tăiere (N), cursa cuțitului (mm) și calcularea lucrului mecanic (Nm), în funcție de viteza de tăiere a cuțitului (m/s)	92
Figura 5.18: Valoarea forței maxime de tăiere statică prin forfecare (N) și cursa activă a cuțitului (mm), cuțit echipat cu lame-cuțit care au muchiile active zimțate, ascuțite sub un unghi $i_c = 20^\circ$, pentru tăierea perpendiculară față de cuțit a tulpinii de grâu, între noduri cu aria secțiunii de tăiere egală cu $39,322\text{ mm}$, de la combinele Dropia 1110, Gloria 1120 și Sema	93
Figura 5.19: Forța medie de tăiere prin forfecare (N)	94
Figura 5.20: Forța medie de tăiere prin forfecare (N), rezultat prin digitizare	95
Figura 5.21: Geometria lamelor-cuțit	97
Figura 5.22: Cameră de preluare imagini	100
Figura 5.23: Cuțite noi	102
Figura 5.24: Cuțite uzate după 100 ore de funcționare	103

Figura 5.25: Rugozimetru Taylor Hobson utilizat pentru determinarea rugozității lamelor-cuțit	104
Figura 5.26: Senzorul de preluare a datelor rugozității suprafeței și capul palpatorului ..	104
Figura 5.27: Graficele rugozităților de obținere a parametrului Ra	106
Figura 5.28: Reprezentarea matematică a parametrului Ra	106
Figura 5.29: Profile de rugozitate care au aceeași valoare Ra, dar cu forme și valori diferite de la vârf la văi.....	107
Figura 5.30: Forma penetratorului și modul de acțiune al acestuia asupra materialului lamei-cuțit.....	108
Figura 5.31: Echipament de măsurare a durității Rockwell pentru materialul lamelor-cuțit	109
Figura 5.32: Sisteme de fixare, deplasare penetrator și proba de încercat.....	109
Figura 5.33: Detaliu asupra sistemului de fixare a lamei-cuțit și punctul de aplicare a penetratorului pe suprafața lamei-cuțit	109
Figura 5.34: Imagine a lamei-cuțit de la combina Claas și punctele în care au fost realizate testele de duritate (baza cuțitului, tășurile laterale și vârful lamei-cuțit)	110
Figura 6.1: Tăierea între noduri la un unghi de 45°	123
Figura 6.2: Tăierea pe nod la un unghi de 45°.....	124
Figura 6.3: Tăierea între noduri la un unghi de 90°	124
Figura 6.4: Tăierea pe nod la un unghi de 90°.....	124
Figura 6.5: Tăierea între noduri la un unghi de 45°	124
Figura 6.6: Tăierea pe nod la un unghi de 45°.....	125
Figura 6.7: Tăierea între noduri la un unghi de 90°	125
Figura 6.8: Tăierea pe nod la un unghi de 90°.....	125
Figura 6.9: Tăierea între noduri la un unghi de 45°	125
Figura 6.10: Tăierea pe nod la un unghi de 45°.....	125
Figura 6.11: Tăierea între noduri la un unghi de 90°	126
Figura 6.12: Tăierea pe nod la un unghi de 90°.....	126
Figura 6.13: Energia specifică pentru tăierea statică și dinamică a tulpinilor de floarea-soarelui	130
Figura 6.14: Prelucrarea imaginii pentru obținerea suprafeței lamelor-cuțit cu programul ImageJ	131
Figura 6.15: Segmentul de dreaptă și poziția acestuia pe lama-cuțit după care a fost realizată profilograma rugozității	132
Figura 6.16: Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina Class	133
Figura 6.17: Detaliu rugozității unei lame-cuțit de la combina Claas	133
Figura 6.18: Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina John Deere	134
Figura 6.19: Detaliu rugozității unei lame-cuțit de la combina John Deere	134
Figura 6.20: Rugozitatea suprafeței unei lame-cuțit de la combina Sema.....	134
Figura 6.21: Detaliul rugozității unei lame-cuțit de la combina Sema	135
Figura 6.22: Valori uzuale pentru parametru Ra măsurate în microni obținute pentru diferite prelucrări mecanice a unor suprafețe metalice.....	135
Figura 6.23: Imagine a lamei-cuțit de la combina Class și punctele în care au fost realizate testele de duritate (baza cuțitului, tășurile laterale și vârful lamei-cuțit	136

Figura 6.24: Graficul obținut experimental pentru determinarea durității într-un punct de pe lama-cuțit	137
Figura 7.1: Graficul energiei de tăiere la tăierea tulpinilor de grâu necesar în procesul de optimizare	154
Figura 7.2: Graficul energiei de tăiere la tăierea tulpinilor de floarea-soarelui necesar în procesul de optimizare	154

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PRIM AUTOR

1. **Nuțu G.**, Băisan I., 2012 – *Researches concerning the cutting of strains plant with cutting devices from combine harvesters*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6 p.11-12;
2. **Nuțu G.**, Băisan I., 2012 – *Laboratory stand for the study of cutit strains vegetable with knife-fingers type cutting apparatus*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6 p.11-12;
3. **Nuțu G.**, Antonescu I., s.a., 2012 – *Influence of sharpening angle of cutting blades and of stem inclination angle during cutting process on energy consumption of harvesters*, **International Journal of Academic Research IJAR**, No: 2996, ISSN: 2075 – 4124, E-ISSN: 2075 - 7107;
4. **Nuțu G.**, Băisan I., 2014 – *Researches Concerning the Cutting of Strains Plant with Cutting Devices from Romanian Combine Harvesters*, **International Journal of Applied Mechanics and Materials**, Vol.659 p.527-532, Switzerland;
5. **Nuțu G.**, Băisan I., 2014 – *Research the structure and chemical compozition of some strains of vegetable crops*, Journal Enginerig Studies and Research, Universitatea „ Vasile Alecsandri „ din Bacau, Vol.20 Nr.2, , ISSN: 2068 – 7559;
6. **Nuțu G.**, Cârlescu P., Țenu I., 2017 – *Experimental determination of the wear resistance of devices used for cutting the stalks of agricultural plants*, **INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS – Conference of Agriculture and Food engineering**, Seria Agronomie, Vol.60 Nr.2, p.20; ISSN: 1454 – 7414;
7. **Nuțu G.**, Țenu I., Cârlescu P., 2018 – *Study and research on energy consumption for cereal grain strains cutting*, **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ISB – INMA TEH ‘ 2018 - ‘Agricultural and mechanical engineering ’’**; SCRIBD, p.79-84.

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE COAUTOR

1. Enculescu E., Paraschiv D., **Nuțu G.**, s.a., 2010 – *Research on the active part of the blades hardening of grain harvesters,forage and industrial crops*, **International Journal of Academic Research**, Vol.2, No.6, Baku- Azerbaijan, ISSN: 2075-4124, E-ISSN: 2075-7107.
2. Băisan I., **Nuțu G.**, 2012 – *Study the tension of the blandes cutting equipment plant strains using a finite element method*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6, p.11;
3. Băisan I., **Nuțu G.**, 2012 – *Research concerning the influence of angle of filing from the knife blades vindrovers on the mechanical work on cutting*. The 5th International Conference On Advanced Concepts In Mecanical Engineering, Section 6, p.11.