

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE
ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE**

TEZĂ DE DOCTORAT

***MONITORIZAREA ȘI SUPERVIZAREA
PROCESELOR APICOLE, CU AJUTORUL
ECHIPAMENTELOR AUTOMATE, ÎN VEDEREA
CREȘTERII EFICIENȚEI STUPINEI***

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC,
PROF. DR. MARCEL PARASCHIVESCU**

**DOCTORAND,
ING. OCTAVIAN COSTEL VORNICU**

2008

REZUMAT

MONITORIZAREA ȘI SUPERVIZAREA PROCESELOR APICOLE CU AJUTORUL ECHIPAMENTELOR AUTOMATE ÎN VEDEREA CREȘTERII EFICIENȚEI STUPINEI

Apicultura modernă necesită desfășurarea unor activități continue și eficiente pentru păstrarea sănătății și asigurarea dezvoltării armonioase a coloniilor de albine. Realizarea de producții de calitate și în cantități dorite, în condițiile unor exigențe crescute ale pieței, fac tot mai necesară desfășurarea unor astfel de activități.

Studiul bibliografic efectuat, a arătat pe de o parte, interesul unor centre de cercetare din toate zonele geografice unde se practică apicultura și pe de altă parte, multitudinea de aspecte ce trebuie avute în vedere, în scopul desfășurării de activități continue și eficiente, pentru a asigura sănătatea și dezvoltarea armonioasă a coloniilor de albine.

Aspecte ca: influența mediului exterior și a materialelor din care sunt confecționați stupii, forma și dimensiunile stupului, amplasarea și orientarea stupilor în cadrul stupinei, izolația stupilor și influența acesteia asupra microclimatului din stupii cu albine, în special pe parcursul perioadei de iernare a coloniilor de albine, au făcut obiectul unor cercetări minuțioase.

Observațiile multianuale efectuate în perioada friguroasă, au arătat apariția umezelii și chiar a mucegaiului pe pereții interiori ai stupilor, iar în iernile geroase și umede apariția condensului pe coaja ghemului care prin înghețare produce mortalitatea crescută a albinelor.

Posibilitățile apicultorului de a interveni prompt și cu eficiență atunci când apare umiditate excesivă în stupi sunt indirecte și prin urmare limitate. Pentru informarea apicultorului asupra calității microclimatului din stupul cu albine a apărut necesitatea monitorizării de la distanță.

Pe plan mondial culegerea datelor s-a realizat cu ajutorul unor echipamente de uz general, de achiziție a datelor. Există însă un echipament realizat de firma Apitronix™ în colaborare cu firma GoNet Media Inc. destinat apiculturii, cu ajutorul căruia se realizează culegere de date și transmitere la distanță, scurtă sau lungă, astfel fiind monitorizați parametrii principali din stupii cu albine care caracterizează starea coloniilor de albine în fiecare moment.

Pornind de la aceste informații și bazat pe experiența îndelungată (peste 30 ani) de practicare a apiculturii în zona de est a României, au fost stabilite următoarele obiective de realizat în cadrul prezentei tezei de doctorat:

- proiectarea și realizarea unei cercetări experimentale care să confirme prin date certe tendința de creștere nedorită a umidității în diverse locații ale stupului și în diverse perioade, cu efecte nefavorabile asupra sănătății și productivității familiilor de albine și cu eventuale conexiuni cu fenomenele meteorologice externe stupului;
- conceperea, realizarea și testarea unui echipament automat simplu de monitorizare non-stop a unui stup cu albine, în special în perioada friguroasă;
- conceperea, realizarea și testarea unui echipament automat complex de monitorizare non-stop a mai multor stupi cu albine;
- găsirea unei metode directe, simple, neinvazive și eficientă de diminuare a umidității excesive din stupul cu albine;
- pe baza rezultatelor obținute, se propunere pe viitor elaborarea unui echipament automat complex de monitorizarea mai multor stupi cu albine, ca prototip în vederea extinderii aplicației și la alte stupine din România;
- aplicarea metodei de diminuare a umidității la întreaga stupină și propunerea de aplicare și în alte stupine.

Obiectivele stabilite inițial și enunțate mai sus au fost duse la îndeplinire printr-o cercetare minuțioasă și susținută de-a lungul a mai mulți ani iar rezultatele sunt prezentate în opt capitole care alcătuiesc prezenta teză de doctorat și a căror conținut este redat pe scurt în cele ce urmează.

Lucrarea debutează cu o scurtă **introducere** care prezintă motivația alegerii subiectului și face o succintă prezentare a cuprinsului tezei care se constituie într-o invitație la lectură și analiză.

Apoi, s-a considerat oportun a se face o imagine completă a stadiului la care se află în prezent apicultura, prezentându-se, în **capitolul 1**, dinamica dezvoltării apiculturii în lume și în România, sub multiple aspecte, cum ar fi: numărul familiilor de albine, producția pe stup, respectiv totală, în țările și continentele producătoare, importul și exportul de miere, evoluția prețului mierii.

Capitolul 2 – intitulat „Sisteme de supervizare a proceselor apicole - contribuția cercetării științifice la dezvoltarea echipamentelor automate de monitorizare a familiilor de albine pe plan mondial” – constituie studiul bibliografic care a stat la baza elaborării ipotezei de lucru și a strategiei experimentale adoptate

pentru rezolvarea obiectivelor propuse. Deși tema este de mare interes, concluzia care s-a conturat arată că există puține studii referitoare la realizarea de echipamente specializate pentru monitorizarea stupilor cu albine în vederea culegerii de date exacte privitoare la calitatea microclimatului din stupul cu albine.

Capitolul 3 – „Materiale și metodă” – prezintă detaliat, în prima parte, materialele folosite pentru realizarea unui sistem simplu, respectiv complex de achiziție de date, tipul de stup cu albine utilizat la experimente și adsorbanții folosiți pentru diminuarea umidității relative din stupi, în special în perioada friguroasă. Partea a doua a capitolului detaliază metodele de lucru aplicate la desfășurarea experimentelor.

Capitolul 4 – „Conceperea, realizarea și testarea unui echipament automat simplu de monitorizare” – prezintă detaliat realizarea și testarea unui echipament simplu de achiziție de date atașat unui stup cu albine, cu ajutorul căruia s-au măsurat (în locații judicios alese în interiorul și exteriorul stupului), înregistrat și arhivat valorile parametrilor: temperatură, umiditate relativă, punct de rouă, considerându-se că acești parametri caracterizează cel mai bine microclimatul din stupul cu albine.

Au fost concepute și realizate, cu ajutorul senzorului de temperatură/umiditate SHTxx, trei traductoare, iar ca echipament de achiziție, de calcul, de prelucrare primară și de arhivare a fost adoptat un calculator tip Laptop, IBM560, aflat la aproximativ 50 m de stupul monitorizat. Ca urmare, pentru achiziția și transmiterea la distanță a datelor furnizate de traductoare, au fost realizate un modul de achiziție de date HIT-03 ce preia semnalele de la traductoare, și un convertor RS485/422→RS232 cu care se realizează conexiunea la portul serial al calculatorului. Ca program de achiziție arhivare și afișare a datelor, în timp real a fost ales programul Lookout, al firmei National Instruments, care a permis realizarea unor interfețe prietenoase și ușor de manevrat de către utilizator. Prelucrarea datelor s-a realizat ulterior (offline) cu ajutorul programului Matlab.

Acest echipament a fost atașat stupului 52 ales aleator din stupina din Poieni, județul Iași, la data de 08.02.2004 și a funcționat non-stop până în iunie 2008 iar rezultatele obținute au arătat că:

- sistemul permite prezentarea rezultatelor sub formă de tabele de date sau grafice în timp real;
- analiza rezultatelor a arătat corecta funcționare a sistemului pe întreaga perioadă de monitorizare;
- sistemul realizat s-a dovedit a fi fiabil, ușor accesibil, furnizând informații exacte despre calitatea microclimatului din stupul monitorizat.

Capitolul 5 - „Conceperea, realizarea și testarea unui echipament automat complex de monitorizare concomitentă a mai multor stupi cu albine” - descrie realizarea unui echipament complex de achiziție de date folosind experiența câștigată prin realizarea și experimentarea echipamentului simplu descris în capitolul precedent. Noul echipament monitorizează trei stupi cu albine și funcționează în paralel cu sistemul simplu, astfel că sunt preluate date concomitent de pe patru stupi.

Au fost utilizate aceleași componente și nu a fost necesară reproiectarea echipamentului hardware ci doar multiplicarea unor componente deja cunoscute și experimentate anterior. Echipamentul complex realizat s-a testat în condiții de laborator (în noiembrie 2004) și apoi, pe 3 decembrie 2004, s-a montat pe stupii: **56, 29 și 77**. Din acest moment, noul echipament care a fost atașat la trei stupi cu albine și vechiul echipament atașabil la un stup, au funcționat concomitent, non-stop, realizând achiziția și salvarea datelor de interes de la punctele preconizate.

Rezultatele obținute au arătat că și noul echipament funcționează corect, este fiabil și eficient, oferind informații privind evoluția parametrilor monitorizați în interiorul stupilor și cum sunt ei influențați de mediul exterior

Capitolul 6 – „Metodă pentru modificarea parametrilor proceselor apicole pe baza informațiilor rezultate în urma monitorizării” - Rezultatele obținute în urma monitorizării stupilor, cu ajutorul echipamentelor realizate, au furnizat date certe privind evoluția valorilor umidității relative din stupii monitorizați, reieșind apariția de umiditate excesivă în stupi. Bazat pe necesitatea menținerii umidității în stup la valoarea optimă s-a elaborat și aplicat o metodă directă de îndepărtare a excesului de umiditate prin folosirea unor adsorbanti de natură anorganică, ca materiale, plecând de la ipoteza că aceștia rețin, reversibil, pe suprafața lor vaporii de apă fără a introduce riscuri privitoare la calitatea vieții albinelor și a produselor stupului.

Inițial, metoda a fost aplicată la stupul 52 monitorizat cu ajutorul echipamentului automat simplu, iar apoi, bazat pe bunele rezultate obținute, s-a aplicat la patru stupi monitorizați simultan cu cele două echipamente realizate.

Rezultatele obținute la aplicarea metodei directe de diminuare a umidității relative din stup folosind ca adsorbanti zeolit KA (3A), respectiv silicagel, au arătat în ambele cazuri o diminuare însemnată a umidității relative, îmbunătățindu-se evident calitatea microclimatului din stupul cu albine, fără apariția unor riscuri privitoare la viața și activitatea albinelor.

Rezultatele monitorizării continue a celor patru stupi, au dovedit justetea ipotezei și au validat metoda propusă și aplicată, constituind baza pentru extinderea metodei la un număr mai mare stupi, cu posibilități de generalizare.

Capitolul 7 – „Interpretarea statistică a datelor achiziționate de la cei patru stupi monitorizați” – descrie analiza statistică aplicată în vederea validării corectitudinii datelor achiziționate și prelucrate; s-a utilizat un program de analiză numit OriginPro, versiunea 8.

Rezultatele obținute în urma prelucrărilor statistice efectuate și prezentate se pot extinde la întregul pachet de date (populație) achiziționat de la cei patru stupi pe perioada întregului studiu. De asemenea, datele achiziționate și prelucrate în cadrul acestui studiu sunt obținute în aceleași condiții și au o asociere bună între ele.

Capitolul 8.-., Concluzii generale și recomandări „ – prezintă concluziile care s-au desprins din studiul efectuat și pe baza cărora s-au făcut și unele recomandări privitoare la multiplicarea și aplicarea atât a echipamentului realizat și testat cât și a metodei aplicate cu rezultate foarte bune. Astfel amintim :

- echipamentul descris în capitolele 4 și 5, s-a dovedit eficient, dar se consideră că, pentru o mai bună adaptare la necesitățile apicultorului autohton se cer efectuate în continuare cercetări privind miniaturizarea traductoarelor și simplificarea transmisiei de date prin utilizarea echipamentelor fără fir (de tipul wireless);
- metoda directă de modificare a calității microclimatului din stupul cu albine, în special în perioada friguroasă, este eficientă și poate fi aplicată cu ușurință de toți apicultorii;
- rezultate bune se obțin la utilizarea ambilor adsorbantți propuși (zeolit KA, respectiv silicagel), iar opțiunea pentru unul dintre aceștia rămâne la alegerea apicultorului și este determinată de accesibilitatea adsorbantului (furnizori, preț) și posibilitățile de regenerare de care dispune;
- rezultatele obținute, accesibilitatea și posibilitatea de regenerare cu consum mic de energie recomandă folosirea silicagelului;
- beneficiile utilizării unor echipamente și metode descrise în lucrare se vor reflecta cu siguranță în creșterea producției, în reducerea pierderilor de familii de albine, diminuarea costurilor de întreținere pe baza unui management apicol modern și eficient.

Bazat pe rezultatele obținute și prezentate, se poate considera că obiectivele, propuse inițial a se realiza prin prezenta teză de doctorat au fost realizate.

Lucrarea se încheie cu o listă a lucrărilor științifice personale publicate și comunicate la manifestări științifice de prestigiu din țară și străinătate.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	1
CAPITOLUL 1 - SITUAȚIA APICULTURII PE GLOB ȘI PE PLAN NAȚIONAL.....	4
1.1 Situația actuală a apiculturii pe glob	4
1.2 Situația apiculturii în Africa.....	10
1.3 Situația apiculturii în America.....	15
1.4 Situația apiculturii în Asia.....	20
1.5 Situația apiculturii în Europa	26
1.6 Situația apiculturii în Oceania	33
1.7 Situația actuală a apiculturii românești	36
1.8 Bibliografie.....	40
CAPITOLUL 2 - SISTEME DE SUPERVIZARE A PROCESELOR APICOLE - CONTRIBUȚIA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE LA DEZVOLTAREA ECHIPAMENTELOR AUTOMATE DE MONITORIZARE A FAMILIILOR DE ALBINE PE PLAN MONDIAL.....	41
2.1 Cercetări privind influența condițiilor de mediu asupra microclimatului din stupii cu albine.....	41
2.2 Echipamente automate de monitorizare a familiilor de albine realizate pe plan mondial	44
2.3 Concluzii	48
2.4 Bibliografie.....	48
CAPITOLUL 3 - MATERIALE ȘI METODĂ	50
MATERIALE.....	50
3.1. Stupul orizontal (STAS 4170/1976)	50
3.2 Sisteme de achiziții de date	54
3.2.1 Senzori și traductoare	56
3.2.1.1 Termocuple.....	57
3.2.1.2 Termorezistențele.....	58
3.2.1.3 Termistoare	59
3.2.1.4 Senzori cu circuite integrate	59
3.2.1.5 Senzori de umiditate.....	59
3.2.1.6 Mărci tensiometrice	60
3.2.2 Echipamente de condiționare a semnalelor	60
3.2.3 Modalități de achiziție a datelor (subsistemul intrare/ieșire - I/E).....	61
3.2.3.1 Comunicația cu ajutorul plăcilor de achiziție de date	62
3.2.3.2 Comunicația de tip paralel	65

3.2.3.3	Comunicația de tip serial	65
3.2.3.4	Comunicația de tip USB.....	65
3.2.3.5	Comunicația de tip Ethernet TCP/IP	66
3.2.3.6	Comunicația fără fir (Wireless)	67
3.2.4	Subsistemul de calcul	68
3.2.5	Programe (software) de achiziție de date.....	68
3.3	Prelucrarea datelor achiziționate	69
3.4	Zeoliții ca adsorbanti de umiditate	70
3.4.1	Structura rețelei tip LTA	72
3.4.2	Adsorbția gazelor și vaporilor pe zeoliți	74
3.4.3	Selectivitatea zeoliților în adsorbție	76
3.4.4	Modificarea selectivității geometrice a zeoliților.....	78
3.4.4.1	Modificarea selectivității zeoliților prin schimb ionic	78
3.4.4.2	Modificarea diametrului aparent al porilor.....	78
3.4.4.3	Depunerea chimică din stare de vapori	78
3.5	Silicagelul ca adsorbant de umiditate	80
METODĂ	82
3.6	Metode de dezvoltare pentru sistemele de achiziții de date - (instrumentație virtuală profesională)	82
3.6.1	LabVIEW	83
3.6.2	Lookout	84
3.7	Metode de monitorizare a microclimatului din stupul cu albine cu ajutorul unui sistem de achiziție de date	85
3.8	Metodă directă de modificare a calității microclimatului din stupul cu albine ..	86
3.9	Bibliografie.....	87
CAPITOLUL 4 - CONCEPEREA, REALIZAREA ȘI TESTAREA UNUI ECHIPAMENT		
AUTOMAT SIMPLU DE MONITORIZARE	89
4.1	Conceperea și realizarea unui echipament simplu de monitorizare a microclimatului din stupul cu albine.	90
4.1.1	Conceperea și realizarea structurii hardware a echipamentului.....	90
4.1.2	Conceperea și realizarea structurii software a echipamentului	94
4.2	Realizarea experimentelor.....	97
4.2.1	Rezultate experimentale	100
4.3	Interpretarea rezultatelor experimentale	107
4.4	Concluzii	109
4.5	Bibliografie.....	109

CAPITOLUL 5 - CONCEPEREA, REALIZAREA ȘI TESTAREA UNUI ECHIPAMENT AUTOMAT COMPLEX DE MONITORIZARE CONCOMITENTĂ A MAI MULTOR STUPI CU ALBINE	112
5.1 Conceperea și realizarea unui echipament de monitorizare concomitentă a microclimatului din trei stupi cu albine	112
5.1.1 Conceperea și realizarea hardware a echipamentului	112
5.1.2 Conceperea și realizarea structurii software a echipamentului	113
5.2 Realizarea experimentelor	117
5.3 Rezultate experimentale	121
5.4 Interpretarea rezultatelor experimentale	128
5.5 Concluzii	129
5.6 Bibliografie	130
CAPITOLUL 6 - METODĂ PENTRU MODIFICAREA PARAMETRILOR PROCESELOR APICOLE PE BAZA INFORMAȚIILOR REZULTATE ÎN URMA MONITORIZĂRII	131
6.1 Constatări și ipoteze	131
6.1.1 Metoda de îmbunătățire a microclimatului din stupul cu albine	132
6.2 Realizarea experimentărilor pe un singur stup (stupul 52).....	133
6.2.1 Monitorizarea influenței adsorbantului zeolitic.....	133
6.2.1.1 Rezultatele monitorizării stupului 52, în perioada 1 – 5 martie 2004, premergătoare introducerii adsorbantului zeolitic	134
6.2.1.2 Rezultatele monitorizării stupului 52, în perioada 5 – 8 martie 2004, în prezența adsorbantului zeolitic	137
6.2.1.3 Rezultate experimentale	140
6.2.1.4 Rezultatele monitorizării stupului 52, în perioada 5 martie-18 aprilie 2004, în prezența adsorbantului zeolitic	145
6.2.1.5 Analiza și interpretarea rezultatelor obținute în prezența adsorbantului zeolitic	149
6.2.2 Monitorizarea influenței adsorbantului silicagel	152
6.2.2.1 Rezultatele monitorizării stupului, în perioada 19 aprilie – 23 aprilie 2004	152
6.2.2.2 Rezultatele monitorizării stupului, în perioada 23 aprilie – 4 mai 2004	156
6.2.2.3 Rezultatele monitorizării stupului, în perioada 4 – 9 mai 2004.....	159
6.2.2.4 Interpretarea rezultatelor experimentale	162
6.3 Realizarea experimentelor pe patru stupi	166

6.3.1 Monitorizarea stupilor în prezența adsorbantului zeolitic.....	166
6.3.1.1 Rezultatele monitorizării stupilor, în perioada 14-18 noiembrie 2005, în prezența adsorbantului zeolitic	167
6.3.1.2 Interpretarea rezultatelor experimentale	177
6.3.2 Monitorizarea stupilor în prezența adsorbantului silicagel.....	178
6.3.2.1 Rezultatele monitorizării stupilor, în perioada 10-14 aprilie 2006, în prezența adsorbantului silicagel	179
6.3.2.2 Interpretarea rezultatelor experimentale	187
6.4 Bibliografie.....	189
CAPITOLUL 7 - INTERPRETAREA STATISTICĂ A DATELOR ACHIZIȚIONATE DE LA CEI PATRU STUPI MONITORIZAȚI.....	191
7.1 Noțiuni generale de prelucrări statistice	191
7.2 Programul de analiză statistică OriginPro	194
7.3 Modul de utilizare al programului OriginPro pentru analiza statistică a datelor achiziționate.....	196
7.4 Rezultate și discuții	216
7.5 Concluzii	232
7.6 Bibliografie.....	233
CAPITOLUL 8 - CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	234
BIBLIOGRAFIE PERSONALĂ	245