

# **EXTINDEREA DOMENIULUI EXPLOATAȚIILOR SERICICOLE DIN ROMÂNIA PRIN REALIZAREA UNEI TEHNOLOGII INOVATIVE ȘI A UNUI ECHIPAMENT TEHNIC COMPETITIV**

**Nr. contract:** 15 N / 27.02.2009; PN-09-15 01 06

## **ETAPE DE EXECUȚIE:**

<b>Nr. crt</b>	<b>Denumire etapa</b>	<b>Termen de predare</b>
<b>1.</b>	<b>Studiu tehnologic privind oportunitățile de utilizare multiplă a cuptorului de etufare gogoși de mătase</b>	<b>10.11.2009</b>
<b>2.</b>	<b>Proiectare model experimental</b>	<b>10.12.2009</b>
<b>3.</b>	<b>Realizare model experimental</b>	<b>15.07.2010</b>
<b>4.</b>	<b>Încercări experimentale</b>	<b>15.09.2010</b>

## **ETAPA 1**

### **REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:**

#### **Studiu tehnologic privind oportunitățile de utilizare multiplă a cuptorului de etufare gogoși de mătase**

#### **COSIDERAȚII GENERALE**

Creșterea viermilor de mătase este o îndeletnicire de tradiție a țaranului român. Primele preocupări legate de cultivarea duzilor și creșterea viermilor de mătase au apărut în țara noastră în secolul XIV, mai întâi în Transilvania (anul 1348) și apoi în Banat. În Moldova și Muntenia, sericicultura a fost introdusă de către turci, în secolul XVIII. De la Turci ne-a rămas cuvântul borangic (rezultat din cuvântul turcesc „buriincuk”), denumire veche pentru mătasea naturală, care de fapt reprezintă fir nerăsucit, rezultat prin tragere de pe gogoșile viermilor de mătase. Practic, sericicultura a început să se răspândească mai mult în ținuturile românești în secolele XVII și XVIII, deși există păreri că plantațiile de dud și creșterea viermilor de mătase au constituit preocupări mult mai vechi.

În Transilvania și Banat sericicultura a pătruns din Apus și în special din Italia, unde această îndeletnicire era deja bine cunoscută și dezvoltată. Dezvoltarea sericiculturii în Banat era favorizată de climatul potrivit creșterii duzilor în această parte a țărilor românești și în mod suplimentar de „legile” date de împărăteasa Maria Tereza (1740-1780), în perioada anilor 1764-1765, prin a căror aplicare multe șosele au fost plantate cu duzi, pe ambele părți.

Este de menționat și preocuparea destul de veche, de înființare de pepiniere și plantații de dud și de importare de ouă de viermi de mătase, din țări cu sericicultură dezvoltată, ca Franța, Italia sau chiar Japonia. Astfel de pepiniere s-au organizat la Pantelimon, iar mai târziu, în anul 1864, s-au înființat alte pepiniere de duzi, la Iași, Brăila, Giurgiu și în Bărăgan, pentru fiecare acordându-se suprafețe însemnate de teren. Acestea distribuiau gratuit puieți de dud și ouă de viermi de mătase, importate.

La începutul secolului XX s-au organizat primele stațiuni mici destinate obținerii și selecționării ouălor de viermi de mătase. După primul război mondial, care a perturbat și în România în mare măsură organizarea și dezvoltarea sericiculturii, s-a reluat această activitate prin înființarea de noi regiuni sericicole, ca cele din Orșova și Lugoj. Măsurile organizatorice și de dezvoltare a sericiculturii în România s-au luat și după cel de-al II-lea război mondial, prin organizarea de stațiuni și centre sericicole în diferite centre ale țării, dintre care s-a dezvoltat și s-a impus cu autoritate științifică „Stațiunea centrală de producție și cercetări pentru sericicultură”, din București (Băneasa) denumită acum „Societatea Comercială de Sericicultură SERICAROM S.A.”. Această stațiune s-a impus prin producția gogoșilor de mătase, a ouălor de viermi de mătase, a puieților de dud, precum și prin cercetări științifice în domeniul ameliorării bazei genetice a viermilor de mătase, a tehnologiei creșterii acestora, dezvoltarea bazei furajere a sectorului și mecanizarea lucrărilor în sericicultură.

Ca rezultat al organizării și dezvoltării sericiculturii în țara noastră, producția de gogoși de mătase a fost de 500 tone gogoși în anul 1944, de 1.330 tone în 1963, de 409 tone în 1980, de 1.028 tone în 1986, peste 1.894 tone în 1989, scăzând la 250 tone în 1990 și aproximativ 42 tone în anul 1993. Declinul accentuat al acestui sector înregistrându-se până în momentul actual, când în țară sunt foarte puțini crescători de viermi de mătase iar SC SERICAROM SA, Filiala Cercetare, încearcă să conserve patrimoniul genetic de rase de viermi de mătase și soiuri de dud.

La nivelul anului 2005, producția mondială de gogoși de mătase a fost de aproximativ 496.000 t, corespunzând la aprox. 62.000 t de fire de mătase brută. În 2006, cei mai mari cinci producători au fost China, India, Brazilia, Thailanda și Uzbekistan.

Anul 2009 a fost decretat de FAO - *Anul internațional al fibrelor naturale (AIFN)*. FAO a identificat mai mult de 20 de țări producătoare de mătase. În timp ce cele mai multe sunt în Asia, sericicultura s-a dezvoltat, de asemenea, în Brazilia, Bulgaria, Egipt și Madagascar. În Europa producătorii importanți și cu tradiție sunt: Italia, Franța și Spania. China este cel mai mare producător de mătase naturală din lume, aproximativ 1 milion de oameni lucrează în aceasta industrie. În India, sericicultura asigură venituri pentru de 700.000 de gospodării, cele mai multe ferme mici, iar în Thailanda pentru 20.000 de familii. Deși mătasea reprezintă aprox. 1% din producția totală de fibre naturale, valoarea ridicată și cantitatea de muncă necesară producerii ei, fac din ea o industrie importantă, mai ales în țările unde mâna de lucru este ieftină.

Pe lângă produsul principal al sericiculturii, firul natural de mătase, a cărui valoare este binecunoscută, produsele secundare (crisalide, excreta, resturi de frunză de dud, gogoși nefilabile) sunt la fel de importante și de căutate pe piața. Ele pot fi utilizate pentru producerea de: medicamente, biostimulatori alimentari, ulei de crisalidă folosit în cosmetică, adaosuri furajere proteice, fir chirurgical, fir de borangic utilizat în electronică, tipuri noi de furaje utilizate în creșterea sturionilor și a crapului etc.

Dudul poate fi Dud alb (*Morus alba*) și Dud negru (*Morus nigra*), cu denumirile populare de agud și fragar. Sunt mai puțin cunoscute efectele sale curative, prin utilizarea frunzelor, fără pețiol și a fructelor mature. Este recomandat pentru tratarea unor afecțiuni cum ar fi: enteritele acute, diabetul zaharat sau diverse diete. Calitățile curative și acțiunea farmaceutică se datorează compușilor: tanin, provitamina A, acid folic, aminoacid, vitamina C și antocianozide; acizi (aspartic, folinic, acetic, propionic), arginina, compuși volatili (butilamina), aldehide, cetone, betacaroten, carbonat de calciu, adenina. Astfel prezintă proprietăți astringente, și antidiabetice, iar fructele sunt laxative, utilizate proaspete.

Necesitatea cultivării plantelor medicinale și aromatice în România decurge din faptul că flora spontană nu poate asigura necesarul tot mai ridicat de materie primă. Unele specii cresc răzlețe, în areale mari, astfel depistarea, culegerea și transportul se fac greu, măbind prețul de cost. Unele plante medicinale și aromatice nu cresc spontan în țara noastră, altele existente în flora spontană, fiind rare sunt monumente ale naturii, iar altele, cu toxicitate ridicată sunt eliminate sistematic din pajiști, astfel că la aceste specii materia primă nu se poate obține decât prin cultivarea lor. Unele plante medicinale prezintă și importanță fitoameliorativă, putând valorifica terenuri mai puțin propice altor culturi. În România se cultivă peste 50 de specii de plante medicinale și aromatice, cu tendință de creștere, pe măsura sporirii solicitărilor din partea industriei chimico-farmaceutice, a altor beneficiari interni și a posibilităților de valorificare tot mai eficientă a acestor produse la export.

Integrarea culturilor de plante medicinale în asolamente deja existente prin promovarea culturilor intercalate, este o metodă pe care tind să o adopte cât mai mulți producători autohtoni de plante medicinale, pentru o utilizare cât mai eficientă a terenului și pentru avantajele economice pe care le generează. În plus acești cultivatori realizează numai culturi în sistem ecologic sau „bio”. Ideea înființării de culturi intercalate de plante medicinale în plantațiile de dud nu este nouă, dar a fost mai puțin promovată, mai ales în ultima perioadă. Domeniul sericiculturii poate fi combinat cu succes cu cel al cultivării plantelor medicinale, mai ales dacă aceasta poate fi susținută de utilaje multifuncționale care să răspundă cerințelor fermierilor.

## **5.2. Ciclul biologic al viermelui de mătase**

Viermele de mătase al dudului, sau fluturele de mătase (*Bombyx Mori L.*), face parte din clasa insectelor, ordinul Lepidoptera, fiind singura specie domestică din marea familie a Bombycidelor, ce numără peste 70 de specii. Ciclul de dezvoltare este caracteristic insectelor cu metamorfoză completă, trecând succesiv prin cele 4 stadii tipice: ou, larvă (omidă), crisalidă și fluture (fig. 1).

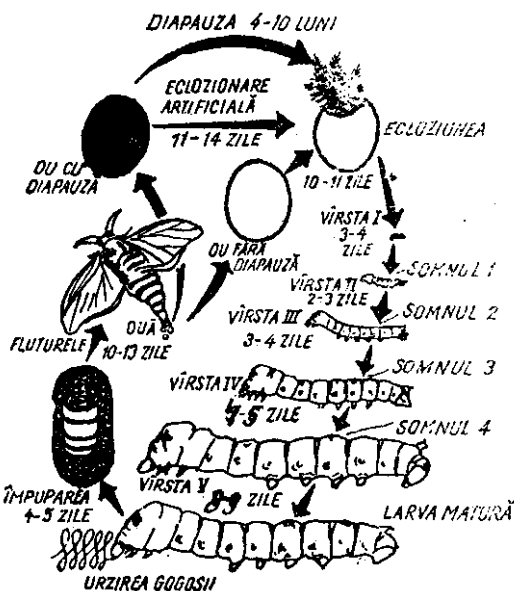


Fig. 1.1 - Ciclul biologic al viermelui de mătase

Fiecare stadiu de dezvoltare parcurs prezintă particularități specifice, dependente atât de influențele din mediul extern, cât și de funcționarea sistemelor neuroendocrine, care declanșează și reglează toate aceste procese.

Viermii de mătase care au un singur ciclu complet pe an se numesc monovoltini, iar cei la care acest ciclu se repetă de 2-3 ori sau chiar de mai multe ori pe an, se numesc bi, tri sau polivoltini.

Oul fecundat, sau sămânța reprezintă primul stadiu din ciclul evolutiv al fluturului. El are formă ovală, puțin turtit, cu dimensiuni și greutate variabile, în funcție de specie, modul de hrănire al generației parentale precum și de perioada în care au fost depuse.






Greutatea unui ou este de  $0,5 \div 0,8$  mg. Diametrul longitudinal: 1,5 mm. Un gram de sămânță poate să conțină până la 2.000 ouă. Imediat după depunere de către fluturile femelă (fig. 2) culoarea oului este galben-deschis (galben-lămâi); după fecundare, culoarea devine galben-oranj, apoi roz, iar într-un interval de 3-4 zile devine cenușie, de diferite nuanțe în funcție de zona geografică și rasă.



Fig. 1.2 - Femela fluturului de mătase depunând ouă

*Larva* - viermele de mătase prezintă 5 faze de creștere numite vârste - care sunt despărțite prin 4 perioade de somnuri, (tab. 1) la sfârșitul cărora larva își schimbă tegumentul, adică năpârlește. La ieșirea din ou, larvele sunt de culoare neagră și acoperite cu perișori fini și numeroși. În raport cu lungimea corpului, capul este mic și prezintă o oarecare strălucire. Cu toate că larvele proaspăt eclozionate pot trăi fără hrană 2÷3 zile, este mult mai bine ca la apariție ele să găsească în apropiere frunze de dud proaspete; mirosul acestor frunze le atrage repede atenția. Obișnuit, larvele proaspăt eclozionate sunt sprintene, se mișcă ușor și au o poftă mare de mâncare. Dacă sunt bine hrănite, ele cresc repede și într-o perioadă de 30÷32 de zile devin de circa 10.000 ori mai mari decât la naștere, putând avea o lungime de 9÷10 cm.

Tabel 1.1 - Durata vârstelor larvare și a somnurilor

Vârsta	Perioada de hrănire (zile)	Perioada de somn (zile)	Total	
I-a	3-4	1	4-5	
a II-a	2,5-3	1	3,5-4	
a III-a	3-4	1	4-5	
a IV-a	5-6	2	7-8	
a V-a	8-9	-	8-9	
Durata stadiului larvar	21,5-26	5	26,5-31	

*Crisalida (nimfă sau pupă)*, (fig. 3) reprezintă cel de al treilea stadiu din ciclul biologic al viermelui de mătase. Formarea ei începe la 3 zile după ce larva matură a urzit gogoșa. În această fază ea își pierde treptat mobilitatea, rămânând nemișcată, cu corpul micșorat și strâns în dreptul inserției inelelor, determinând o înfățișare fusiformă. Se produce o a cincea năpârlire care are loc chiar în interiorul gogoșii. Crisalida ajunge la maturitate completă în timp de aproximativ 10÷15 zile. La temperatură scăzută procesul de formare a fluturelui se desfășoară mai lent, prelungind stadiul de crisalidă. O crisalidă cântărește în medie 1,5÷2 grame. Crisalida conține substanțe nutritive (proteine, lipide, glucide), astfel încât este atacată de șoareci, animale domestice, etc,



**Fig. 1.3 - Stadii de transformare**  
a) Pupa în primul stadiu de transformare; b) Pupa în ultimul stadiu de transformare

*Fluturile* reprezintă ultimul stadiu evolutiv al viermelui de mătase. Acest stadiu este de scurtă durată, dar de importanță vitală deoarece este perioada când femela este fecundată și depune ouă, încât apare sămânța, care va perpetua specia. Fluturile se formează în interiorul gogoșii, unde crisalida matură suferă un proces de uscare treptată a tegumentului, care se desprinde de pe corp, având astfel loc ultima năpârlire, respectiv a șasea.

Imediat după ieșirea din gogoși, se pot observa deosebiri: unii se mișcă mai repede, sunt mai vioi, au corpul mai subțire și își mișcă mereu aripile; aceștia sunt fluturii masculi (fig. 4). Femelele (fig. 5) sunt mai voluminoase, au abdomenul mai mare, au mișcări domole sau aproape nu se mișcă. Prezența ouălor în corpul femelei, determină dezvoltarea abdomenului.

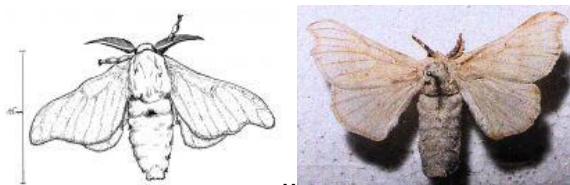


Fig. 4 - Masculul fluturului de mătase



Fig. 5 - Femela fluturului de mătase

## TEHNOLOGIA CREȘTERII VIERMILOR DE MĂTASE

Creșterea și înmulțirea viermilor de mătase se face respectându-se regulile specifice acestei ramuri zootehnice, care este pretențioasă, iar din punct de vedere tehnic ea reclamă o atenție deosebită. În procesul creșterii viermilor de mătase, având ca scop obținerea coconilor, apare un număr mai mare de etape, fiecare necesitând lucrări specifice. Aceste etape sunt:

- incubarea;
- ecloziunea;
- creșterea larvelor;
- îngoșarea larvelor;
- recoltarea și sortarea preliminară a gogoșilor de mătase.

O mare importanță o constituie organizarea producției de ouă, dar și prevenirea și combaterea bolilor.

Condiția fundamentală a unei producții bune de coconi o constituie dezvoltarea unei baze furajere adecvate, respectiv înființarea și exploatarea rațională plantațiilor de dud. Incubația și ecloziunea reprezintă o verigă importantă în procesul tehnologic de creștere a viermilor de mătase, deoarece influențează potențialul biologic și de producție al larvelor.

Dirijarea corectă a factorilor care conduc la obținerea unui procent crescut de ecloziune asigură un număr mare de larve cu aceleași posibilități de parcurgere a stadiului larvar și de îngoșare simultană.

### **Caracteristicile gogoșilor de mătase și ale fibrei**

#### *Caracteristicile gogoșilor de mătase*

Secreția mătăsii se realizează cu ajutorul aparatului sericigen format din glande sericigene, presa și filiera, aflate în corpul larvelor fluturilor de mătase. Fibra de mătase este lichida și se solidifică doar după ieșirea ei prin filiere în mediul exterior, la contactul cu aerul, transformându-se într-un bifilament (două filamente lipite între ele), cunoscut sub denumirea de borangic. Presa și filiera au rolul de a regla grosimea fibrei de mătase.

Structura peretelui gogoșii - la exterior nu este neted și suprafața sa prezintă neregularități, care sunt cunoscute sub denumirea de grană.

Forma gogoșii variază după rasă și ea poate fi:

- elipsoidală, cu vârfurile mai mult sau mai puțin ascuțite (rasele asiatice);
- ovală (rasele de origine chineză)
- oval-centurată (rasele de origine japoneză).

Cele trei componente care intră în alcătuirea gogoșii participă în proporție diferită la realizarea greutății totale a gogoșii. În literatura de specialitate, datele privind variabilitatea greutății gogoșii crude variază între limite foarte largi. Scăderea zilnică în greutate în cele două serii de creștere pe an este cuprinsă între 0,5÷2,1% și 1,0÷1,7%. Umiditatea gogoșilor de mătase crude în ziua a 7<sup>a</sup> de la urzire este de 61,9% în creșterile de primăvară, 62,8% în cea de vară și 62,5% în creșterea de vară-toamnă. Cantitatea de gogoși necesară pentru obținerea unui kilogram de mătase industrială depinde de rasă și de modul de îngrijire a viermilor, variind între 2,9 și 3,3 kg gogoși uscate.

#### *Compoziția și finețea fibrei de mătase*

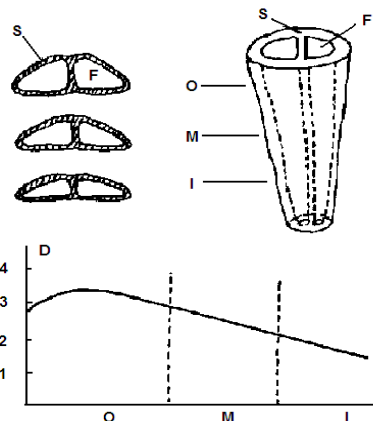
Compoziția fibrei de mătase este: fibroina 72÷81%, sericina 19÷26%, ceară și grăsimi 0,8÷1%, substanțele colorante 1÷1,4%.

Pentru mătasea naturală, iar ulterior și pentru mătasea obținută pe cale chimică, s-a folosit pentru finețe titlul denier, notat D. El exprimă greutatea unei unități de lungime. Finețea de 1 denier corespunde firului a cărui lungime de 9.000 m cântărește 1 g sau a cărui lungime de 450 m cântărește 0,05 g (a douăzecea parte dintr-un gram-denier). Această finețe nu este constantă pe toată lungimea firului. Ea depinde de poziția acestuia față peretele gogoșii (fig. 6). De la exterior

primii 200-300 m ai filamentului sunt mai grosolani, *denier* crește, cu cât ne apropiem de stratul interior, acesta scade, filamentul fiind din ce în ce mai fin.

Finețea la hibridi și polihibridi este cuprinsă între 2,5 și 3 *denier*. Diametrul mediu al filamentului este de 15÷20 micrometri pentru speciile univoltine și bivoltine. Fibra obținută de la o gogoasă variază în funcție de rasă sau hibrid, fiind cuprinsă între 600 m și 1.500 m.

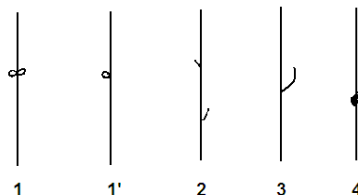
Elasticitatea fibrei este alungirea maximă pe care este capabilă să o suporte o fibră în lungime de un metru, atunci când este supusă unei forțe progresive de tracțiune, fără a se rupe. Se exprimă în procente față de lungimea inițială, fiind cuprinsă între 18÷23%.



**Fig. 1.6** - Mărimea filamentului gogoșii de mătase în funcție strat, față de perete  
S-sericina; F- fibroină; O-stratul exterior; M-stratul de mijloc; I-stratul interior; D- denier (mărime)

#### Defectele filamentului (fig. 1.7)

Filabilitatea este capacitatea filamentului gogoșii de mătase de a fi filat și transformat în bobine de fir de mătase. O filabilitate slabă provoacă multe probleme în producție, cum ar fi întreruperi dese datorită ruperii filamentului și cantități mari de deșeuri. Filabilitatea este afectată în mare măsură de atenția acordată acțiunilor de îngogoșare, de uscare a gogoșilor, de depozitarea și pre-procesarea lor, precum și de eficiența mașinii de filat respectiv priceperea operatorului.



**Fig. 1.7** - Defecte ale filamentului  
(1) (1') Bucle; (2) Pilozițaji; (3) Fir rupt, mai multe capete; (4) Îngroșări

#### Uscarea, depozitarea și sortarea gogoșilor de mătase

##### Obiectivul uscării (preindustrializării) gogoșilor de mătase

Scopul principal al uscării gogoșilor de mătase este de a proteja calitatea acestora, de a păstra starea pentru a se depănă și prevenirea deteriorărilor determinate de perioadele lungi de depozitare. Primul risc este acela dat de metamorfoza continuă a pupei (nimfei). Un fluture nou apărut va străpunge învelișul făcând gogoșa imposibil de utilizat pentru a fi transformată în mătase brută. Expunerea la umezeală excesivă în cadrul gogoșii duce la putrezire și mucegai. Uscarea ucide pupa și face ca mucegaiul, care ar putea ruina gogoșa de mătase, să se evapore.

##### Mecanismul uscării gogoșii de mătase

Conținutul de apă variază în funcție de tipul viermelui de mătase, anotimpuri, dacă o gogoasă e produsă de un mascul sau de o femelă. În tabelul 1.2 se prezintă conținutul de umiditate optim al gogoșilor de mătase, uscate.

**Tabelul 1.2** - Conținutul optim de umiditate al gogoșilor de mătase uscate

Diviziunea	Gogoșa de mătase proaspătă (%)	Gogoșa uscată (%)
Învelișul gogoșii	11÷12	6÷7
Corpul pupei	75÷79	7÷13
Gogoșa completă	54÷61	8÷12

Având în vedere că majoritatea apei este cuprinsă în corpul pupei, măsura uscării va depinde de conținutul de apă actual. Atunci când se așează gogoși proaspete în mașina de uscat, apa din învelișul gogoșii de mase se evaporă rapid și ea pătrunde în pupă prin înveliș. După moartea pupei, cam după 10 min corpul acesteia se evaporă foarte rapid. Uscarea gogoșilor de mătase continuă în mod gradat și atunci când s-a evaporat cantitatea dorită de apă, viteza de uscare se reduce în funcție de scăderea umidității până ce se atinge uscarea completă.

a) *Temperatura de uscare*

Temperatura de uscare are impact asupra învelișului gogoșii și asupra rezultantei sale, producția de mătase brută. De exemplu, dacă temperatura depășește anumite limite, sericina degenerază, în consecință eficiența și procentajul de mătase primară scad. Se recomandă să se aibă în vedere limitele următoare:

- $115^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$  pentru uscarea cu aer cald și se recomandă contactul permanent cu gogoșa;
- $102^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  pentru uscarea cu căldură pe bază de aburi, fiind de preferat să se urmeze anumite instrucțiuni. Atunci când se reglează o temperatură de terminare, mai mare eficiența de uscare crește rapid; punctual de topire al sericinei scade când rata de uscare depășește 50%. Temperatura de terminare ar trebui redusă în mod gradat de la  $60^{\circ}\text{C}$  la uscarea cu aer cald și de la  $55^{\circ}\text{C}$  în cazul uscării cu aburi calzi.

b) *Efectul umidității și vitezei aerului*

Umiditatea aerului de uscare are influență mică asupra calității gogoșii: totuși ventilarea slabă poate determina temperatură și umiditate ridicată, ceea ce va dăuna calității înfășurării. Se recomandă să se mențină umiditatea relativă în stadiul inițial de uscare la  $4\div 5\%$  și la  $16\div 19\%$  în stadiul final, pentru a preveni reducerile excesive de apă. Viteza aerului ca un factor izolat are un efect minim asupra calității gogoșii. Totuși dacă presiunea aerului nu este uniformă în mașina de uscare există un risc de uscare neuniformă.

*Metode de uscare*

În unele țări, cum ar fi Japonia, care dețin tehnici avansate de sericultură gogoșile "bivoltine" sunt uscate prin folosirea aerului fierbinte, generat prin electricitate sau aburi. Această metodă modernă este potrivită doar pentru speciile "bivoltine". În zonele tropicale, unde predomină gogoșile de mătase "multivoltine", procedura principală este înăbușirea cu abur.

a) Uscarea solară

Pentru omorârea pupelor și uscarea gogoșilor de mase în plin soare nu este nevoie de nici o investiție. În mod clar, acest lucru este posibil doar în zonele tropicale și subtropicale. Gogoșile de mătase proaspete sunt împrăștiate în straturi subțiri pe scânduri de lemn și expuse direct la lumina soarelui. În funcție de puterea razelor solare, procesul durează 2-3 zile. Cu toate că această metodă este simplă și ușor de utilizat, principalul dezavantaj al ei constă în sensibilitatea fibrei la razele ultraviolete, care dăunează rezistenței și culorii fibrei. Având în vedere faptul că există localuri puține pentru vânzarea gogoșilor de mătase, uscarea solară continuă să fie utilizată în multe țări tropicale și subtropicale.

b) Înăbușirea cu aburi

În general, în multe țări tropicale și subtropicale, gogoșile proaspete sunt puse grămezi într-un coș și puse la aburi, metodă folosită în unitățile mici de depănare. După aburire gogoșile pot fi prăjite într-o tigaie deschisă, metodă des folosită în India, de către micii producători.

Pentru unitățile mari de depănare, dotate cu boiler se utilizează camerele cu abur. Acestea reprezintă o îmbunătățire față de coșuri, deoarece gogoșile sunt împrăștiate în straturi subțiri. Aburul acționează bine asupra gogoșilor *multivoltine* care sunt moi, ușor de depănat și nu necesită perioade lungi de depozitare. Aburirea se face rapid, căci pupele sunt omorâte în 30 min. Imediat după aburire gogoșile se împrăștie pe rafturi spațioase și bine ventilate, unde sunt lăsate 3-4 zile înainte de depănare. Gogoșile trebuie întoarse frecvent pentru a preveni apariția mucegaiului. Dacă sunt lăsate mai mult de o lună, riscul de mucegai este mare, chiar dacă se întorc des și ventilarea este suficientă. Aceasta se întâmplă des mai ales în anotimpul ploios.

c) Uscarea cu aer fierbinte

Această metodă este foarte comună pentru gogoșile *bivoltine* în țările cu sericultură avansată. Uscătorul este compus în esență din:

1. Camera de uscare, în care gogoșile sunt așezate de obicei în straturi;
2. Un ventilator care să mențină curentul de aer uniform și constant, printre straturi, împreună cu un ventilator eficient care să alunge mucegaiul prin evitarea condensării în camera de uscare;

3. Un încălzitor pentru aerul transmis prin ventilator. De asemenea este nevoie de un sistem de control termostatic precis pentru reglarea temperaturii.

- prin mijloace chimice - utilizând substanțe toxice ca sulfura de carbon, substanțe amoniacale etc; procedeul respectiv a dat rezultate nesatisfăcătoare, influențând calitatea fibrei, iar substanțele respective sunt nocive pentru fluture și om;
- prin menținerea crisalidei la temperaturi scăzute, crisalidele mor repede, calitatea firului se menține, dar procedeul necesită spații frigorifice mari.

#### Gradul de uscare

Procentajul optim de uscare înseamnă că gogoșile proaspete au fost procesate între 37÷42% pentru a rezista la o depozitare pe o perioadă mai lungă. Uscarea excesivă apare când se depășește limita de mai sus. De exemplu 40% uscare, înseamnă că 100g gogoși proaspete au fost uscate până la 40 g. Uscarea corectă permite depozitarea gogoșilor pe termen lung, 6÷12 luni, fără a dezvolta mucegai. Atunci când pupa poate fi zdrobită cu degetele, se spune că s-a atins gradul optim de uscare. Empiric acest procent a fost dedus ca fiind rezultatul adăugării unui factor de 20, la procentul de uscare al învelișului gogoșii. O nouă modalitate este aplicarea următoarei formule pentru o uscare optimă:

$$\text{Procentul optim de uscare} = (0,0115 \times c.u._{\text{gogoși proaspete}} - 0,2104) \times \text{procent înveliș gogoasă} - 1,15 \times c.u._{\text{gogoasă proaspătă}} + 115$$
 unde: c.u. - conținut umiditate.

#### Tipuri de mașini de uscare și principiul de funcționare

Industria mătăsii utilizează în prezent o gamă largă de mașini de uscat și accesorii corespunzătoare pentru tehnologia disponibilă plus condițiile de uscare. Cele mai utilizate tipuri de uscătoare sunt: tip dulap (suport de rafturi), cu bandă, cu trepte multiple și tip conductă cu temperatură scăzută a aerului.

##### a) Uscător de tip dulap /suport de rafturi

Acest tip de uscător realizează operația de uscare printr-o cameră, care are straturi de tăvi cu fundul perforat. Numeroase conducte de aburi sunt plasate în paral, pe fund și pe pereții opuși pentru a încălzi interiorul camerei. Ventilatoarele sunt fixate pe pereții opuși pentru a produce curentul de aer paralel pe fiecare tavă a suportului de rafturi. În acest fel, căldura radiată și curenții naturali de aer (fig. 1.8) usucă gogoșile.

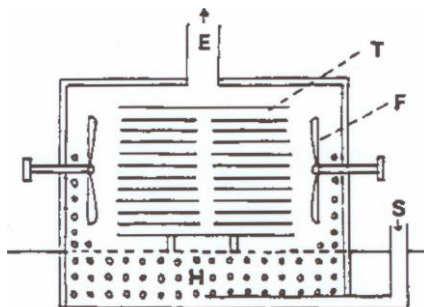
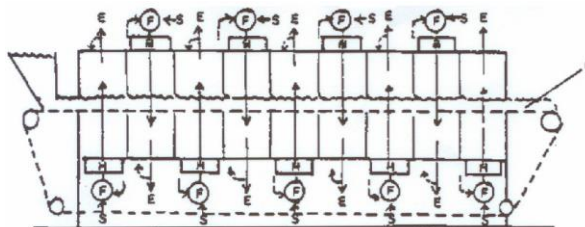


Fig. 1.8 - Uscător tip dulap

T: tava cu gogoși; H: radiator; F: ventilator; S: aerul care intră; E: aerul care iese

##### b) Uscător cu bandă de tipul cu o singură treaptă

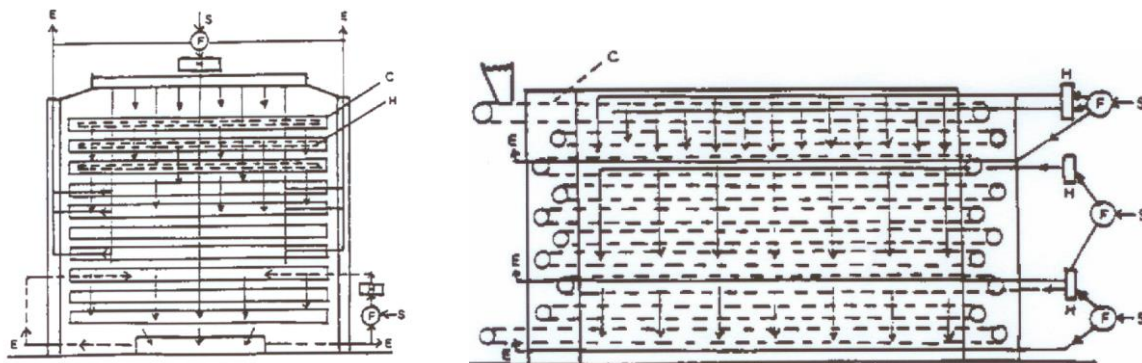
Acesta este un sistem de mărime medie, de tip continuu, cu o bandă transportoare din plasă de sârmă pentru uscarea gogoșilor de mătase, care sunt împrăștiate pe transportor la 30÷40 cm grosime. Pe lângă transportor, mașina constă din 4÷8 camere, în funcție de capacitatea de uscare, fiind echipată cu un ventilator ce suflă aerul, încălzitor, clapete de scoatere/ furnizare aer și cu un regulator termic în fiecare cameră. În plus, acest tip de uscător prezintă o cameră de răcire cu aer, unde gogoșile de mătase uscate sunt răcite (fig. 1.9). Aerul trece prin încălzitor, pătrunzând în straturile de gogoși de sus în jos și vice-versa. Schimbarea aerului are loc deasupra clapetei de aer, care se deschide și închide automat, datorită conectării la un cronometru. O parte din aer este făcut eliminat în exterior, în timp ce aerul proaspăt este aspirat și introdus de ventilator în incintă pentru a fi circulat. Acest tip de uscător are următoarele avantaje: ocupă puțin spațiu și fiecare secțiune a uscătorului are o temperatură de uscare exactă. Totuși, este necesară multă îndemânare și multă energie pentru a realiza o uscare uniformă comparativ cu uscătorul cu aer cald cu trepte multiple.



**Fig. 1.9** - Uscător cu bandă cu o singură treaptă  
C: banda transportoare, H: radiator, F: ventilator; S: aerul care intră, E: aerul care iese

c) Uscător de tipul cu circulația aerului cald (cu mai multe trepte)

Acest uscător realizează uscarea gogoșilor cu aer cald încălzit în exterior, care este apoi suflat înăuntru. Prezintă 3 secțiuni: de sus, de mijloc și cea de jos, care au diferite condiții de încălzire a aerului (fig. 1.10 și fig. 1.11). Sistemul cu trepte multiple îmbunătățește eficiența procesului de uscare, fiind capabil să mențină condiții de uscare acceptabile prin perpetuarea unei circulații constante a aerului.

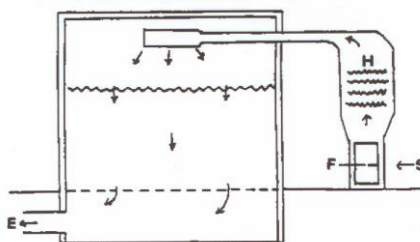


**Fig. 1.10, 1.11** - Uscător de tipul cu circulația aerului cald (cu mai multe trepte) - secțiune / vedere laterală  
C: banda transportoare, H: radiator, F: ventilator; S: aerul care intră, E: aerul care iese

Temperatura la începutul uscării este de  $110\div 115^{\circ}\text{C}$ , fiind apoi coborâtă în trepte până la  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $90^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$ , ajungând la final între  $60\div 65^{\circ}\text{C}$ . Durata uscării din stare proaspătă la condiția de uscare standard, adică atunci când se ajunge la  $39\div 42\%$  din greutatea inițială, se poate realiza în  $5,5\div 6$  ore. Există diferite tipuri de uscător de acest fel, numărul de trepte fiind cuprins între  $6\div 10$ . Uscătorul cu 8 trepte este cel mai preferat. La toate tipurile de uscătoare, gogoșile, după ce au parcurs cu viteză redusă un spațiu suficient, în care asupra lor a acționat aerul cald la temperatură corespunzătoare secțiunii, cad de pe o bandă pe alta. Benzile sunt montate decalat și au senzori diferite. Prin cădere, gogoșile sunt amestecate și întoarse. Fiecare secțiune cuprinde cel puțin 2 benzi. La uscătoarele cu mai mult de 6 trepte, secțiunea din mijloc cuprinde cel mai mare număr de benzi (5 benzi la uscătorul cu 10 trepte). La toate aceste uscătoare alimentarea se face prin partea de sus, iar evacuarea prin cea de jos. Acest tip de uscător are avantajul că asigură o uscare uniformă (printr-o amestecare uniformă) și permite reglarea energiei electrice. Deși consumurile de energie sunt destul de mari și necesită mult spațiu pentru instalare, acest tip de uscător este potrivit pentru fabricile moderne de mătase.

d) Uscătorul de tip cu conductă cu aer circulat la temperatură scăzută

Acest tip de uscător este ales adesea pentru că poate fi utilizat ca și o cameră de depozitare după ce a fost folosit. Așa cum se arată în figura 1.12, aerul cald introdus prin partea de sus străbate stratul de gogoși și iese prin partea de jos a podelei. Straturile groase de gogoși pot determina o uscare neuniformă, de aceea, este de dorit să se facă o alimentare la intervale rezonabile.



**Fig. 1.12** - Uscătorul cu conductă cu aer circulat la temperatură scăzută  
H: radiator, F: ventilator; S: aerul care intră, E: aerul care iese

### Efectele condițiilor de uscare asupra rezultatelor depănării

Temperatură inițială de uscare are efectul cel mai mare asupra învelișului gogoșilor. Atunci când temperatura depășește limitele cele mai mari, sericina este profund degenerată, ducând la o scădere a procentajului de mătase brută. În cazul uscării cu radiații pe bază de căldură-aburi, dacă temperatura este prea ridicată se poate ajunge la o uscare neuniformă, având în vedere că această căldură degenerează calitatea gogoșii. Dacă temperatura inițială pentru uscarea gogoșii este coborâtă prea mult, se poate deteriora puritatea și netezimea calității mătăsii brute (tabelul 1.3). Uscarea incompletă poate determina rezultate neuniforme și în consecință, calitatea mătăsii brute poate scădea în ceea ce privește puritatea.

**Tabel 1.3** - Temperatura inițială pentru uscarea gogoșilor (Choe, alții 1971)

Temperatură de uscare	Mătase brută %	Depănarea gogoșii %	Netezime %	Puritate %
98÷65°C	17,16	62,7	91,4	92,8
110÷65°C	16,95	55,6	91,5	92,2
75÷55°C	17,07	62,1	88,1	90,0

**Tabel 1.4** - Efectul uscării incomplete asupra rezultatelor depănării (Choe, alții 1971)

Tratare	Mătase brută %	Depănarea gogoșii %	Netezime %	Puritate %	Observații
Uscare optimă	16,96	59,5	91,3	94,7	Procent de uscare 42%
Uscare incompletă	17,16	60,5	89,3	93,1	Procent de uscare 44%

### Depozitarea

Pentru a depozita gogoșile uscate sunt necesare condiții optime pentru a putea păstra materia primă intactă, fără mucegaiuri sau dăunători pe o perioadă cât mai mare de timp, de obicei între 4-12 luni. Gogoșile uscate se păstrează în depozite speciale, cu variații mici de temperatură, umiditate scăzută, cu ușile și ferestrele protejate pentru a preveni intrarea insectelor și a rozătoarelor. Gogoșile se păstrează în saci de hârtie, pânză sau canafas care au o capacitate de 13-16 kg gogoși uscate (fig. 1.13). Este necesar să se acorde atenție deosebită pentru:

- prevenirea apariției mucegaiului – care apare când pupele au o umiditate mai mare de 15% sau dacă gogoșile sunt păstrate la o umiditate ridicată; gogoșile pe care au apărut mucegaiuri nu se filează corespunzător, fiind afectate luciul, culoarea, rezistența și alungirea firului.
- prevenirea atacului insectelor, astfel:
  - a) se folosesc insecticide în cameră înainte de depozitare;
  - b) gogoșile se introduc în camera de depozitare imediat după uscare, pentru a evita expunerea lor la atacul insectelor;
- camerele de depozitare să nu prezinte găuri prin care pot pătrunde șoareci (consumă pupele și perforază gogoșile).



**Fig. 1.13** - Modalități de păstrare a gogoșilor de mătase (Stațiunea Experimentală pentru Sericultură Vratza, Bulgaria)

### Sortarea

Înainte de uscare se face o sortare preliminară prin care se îndepărtează gogoșile nedezvoltate (imperfecte) și pe cele duble. Gogoșile necesită o a doua sortare pentru a asigura o calitate uniformă pentru depănare (filare), în vederea realizării firului de mătase. Acesta se formează prin reunirea filamentelor extrase simultan de pe mai multe gogoși.

La a doua sortare, sortatorii în urma unei inspecții vizuale a gogoșilor împrăștiate pe mese speciale pot detecta: gogoșile pătate, zdrobite, pe cele duble, deteriorate de insecte, pe cele cu înveliș subțire sau mucegaiite. În țările dezvoltate producătoare de mătase, sortatorii detectează chiar

și gogoșile deteriorate intern și le elimină în urma trecerii acestora peste plăci de sticlă mată iluminate de jos. O lumină fluorescentă sau chiar un bec obișnuit de 60 wați, plasat într-o poziție corespunzătoare, furnizează iluminarea necesară de jos. Atunci când gogoșile care conțin pupe descompuse sau au interior decolorat sunt ușor detectate.

În majoritatea fabricilor moderne care tind să producă mătase brută de calitate înaltă, tipurile de gogoși clasificate la inspecția vizuală sau testul mecanic sunt de fapt amestecate în proporțiile necesare. Aceasta se numește amestecarea gogoșilor și se face pentru a asigura viteza și uniformitatea de depănare și pentru a obține gradul de puritate a mătăsii. Această amestecare este esențială pentru asigurarea unei eficiențe mai mari a mașinilor automate de filat (depănat).

După operațiile descrise mai sus, urmează pre-procesarea gogoșilor înaintea filării, adică pregătirea gogoșilor pentru această operație. Pregătirea constă din topirea surplusului de sericină de pe gogoși pentru ca firele să se poată dezlipi, îndepărtarea frizonului, adică a stratului exterior de fibră al gogoșii și evidențierea capetelor de fir și eventual prinderea lor.

### **Soluții tehnice actuale utilizate pentru etufarea (uscarea) gogoșilor de mătase**

Țările mari producătoare de mătase s-au preocupat de realizarea unor utilaje performante destinate acestui sector, printre care și diverse tipuri de uscătoare.

- Firma Hangzhou Tianfeng Textile Machinery Co., Ltd. Zhejiang China, produce uscătoare cu bandă de mare capacitate pentru gogoșile de mătase (fig. 1.14).

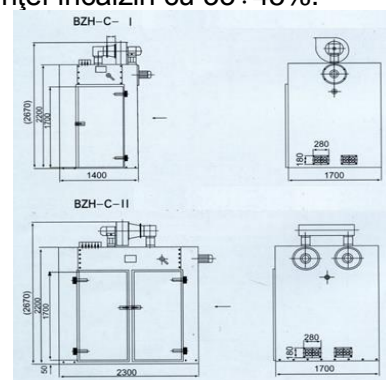


**Fig. 1.14** - Uscător cu bandă

- Firma Changzhou Fanqun Drying Equipment Co., Ltd. din China, produce:
  - a) seria de cuptoare de uscare la staționară (fig. 1.15) cu aer cald recirculat, echipate cu un ventilator axial cu zgomot redus și un sistem automat de control al temperaturii. Sistemul de recirculare a aerului este complet închis, ceea ce aduce la creșterea eficienței încălzirii cu 33÷45%.



**Fig. 1.15** - Cuptor CT-C



**Fig. 1.16** - Schema cuptor BZH-C-I cu o ușă și un cărucior de uscare și schema cuptor BZH-C-II cu două uși și două cărucioare de uscare

Tot din aceeași gamă de cuptoare de uscare la staționară, cu destinație generală și având o construcție asemănătoare fac parte și cuptoarele BZH-C (fig. 1.16). Aerul este încălzit de un radiator cu abur, electric, infraroșu, apă caldă sau combinația abur-electric. Transmiterea căldurii se face prin convecție. Cuptorul este dotat cu un sistem automat de control al temperaturii și umidității, iar aerul cald este recirculat. Aerul umed este eliminat și înlocuit continuu cu aer proaspăt. În timpul uscării, în incintă se pot menține relativ constante temperatura și umiditatea. Temperatura de uscare este cuprinsă între 50÷140°C. La fiecare model variația temperaturii fiind de  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Presiunea normală a aburului este 0,02÷0,08 Mpa.

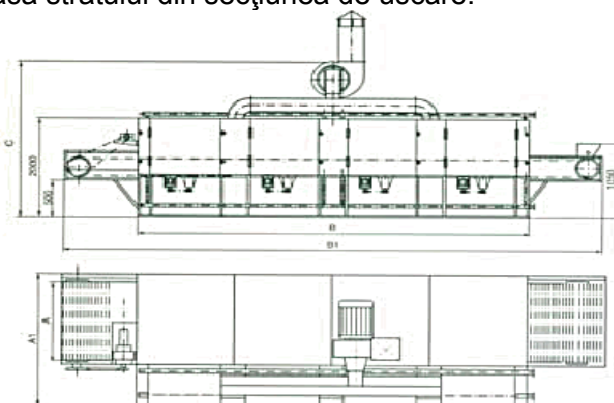
b) Gamă de uscătoare cu bandă tip DW. Materia primă care urmează să fie tratată (uscată) trebuie distribuită cat mai uniform pe bandă. Banda trece prin tunelul de uscare, împărțit în mai multe zone, funcție de lungimea sa. Fiecare zonă este dotată cu o unitate de încălzire a aerului și de recirculare a aerului cald. Tunelul de uscare are unul sau mai multe sisteme de evacuare a umidității. Când banda

străbate zona de uscare, aerul cald trece prin materia primă, având temperatura de la cea mai ridicată la cea mai scăzută și invers. Astfel materialul este uscat uniform (fig. 17).



**Fig. 1.17** - Tipuri de materii prime pentru uscătoarele cu bandă tip DW

În figura 1.18 este prezentat schematic uscătorul tip DW-A. Acesta este dotat cu un ventilator centrifugal de presiune înaltă și debit mare. Calitatea uscării depinde de lungimea efectivă de uscare, de lățimea benzii și de masa stratului din secțiunea de uscare.



**Fig. 1.18** - Schema constructivă a uscătorului cu bandă tip DW-A

- *Firma Jyi Shyang Machine Co. Ltd Taiwan*, realizează printre alte tipuri de utilaj, uscătoare staționare tip dulap (fig. 1.19) pentru o gamă variată de produse (electronice, din plastic, artizanat etc).



**Fig. 1.19** - Cuptor tip CHO-3



**Fig. 1.20** - Uscător cu microunde STALAM

- *Firma STALAM - Italia*, produce diverse uscătoare cu microunde pentru industria textilă, cu uscare în flux continuu (fig. 1.20) sau discontinuu.

Mecanismul încălzirii materialelor vegetale în câmpuri de radiații neionizante (câmpurile de microunde), are la bază fenomene complexe de polarizare și de pierderi prin conductivitate dielectrică, datorate disipării energiei în aceste materiale. Având în vedere că orice proces de uscare efectuat prin intermediul oscilațiilor magnetice de înaltă frecvență conduce la o mai bună calitate a produsului obținut firma STALAM a dezvoltat echipamente specifice cu bandă (flux continuu) de uscare adecvate pentru a procesa o varietate de materiale, cum ar fi cele pentru produse neșesute și alte materiale textile. Dintre acestea cele mai importante aplicații sunt: uscare post-vulcanizare a produselor latex spumă.

- *Institutul Central de Inginerie Agricolă (Central Institute of Agricultural Engineering) CIAE Bhopal, India* a realizat un prototip de uscător cu căldură solară pentru etufarea gogoșilor de mătase (fig. 1.21).

Uscătorul este portabil și poate fi ușor încărcat sau descărcat de gogoșile de mătase. Construcția este de tip cutie, cu izolație și geamuri duble pentru captarea căldurii solare. Tăvile din plasă de sârmă sunt dispuse orizontal în interiorul uscătorului, ele putând fi ușor manevrate prin deschiderea panourilor laterale. Temperaturile maxime obținute în interior, au fost de 95°C iarna și 125°C vara.

Uscătorul este prevăzut cu un mic ventilator de recirculare a aerului cald și pentru distribuția uniformă a căldurii. Uscătorul este dotat cu un termostat și un încălzitor electric de 2 kW pentru a asigura necesarul de căldură în condiții meteorologice nefavorabile.



Fig. 1.21 - Uscător solar pentru gogoșile de mătase tip CIAE Bhopal, India

▪ *Universitatea Mahasarakham, Thailanda - uscătoare solare tunel*

La *Universitatea Mahasarakham, Thailanda*, a fost conceput, fabricat și evaluat un uscător solar tunel de convecție forțată de tipul sistem-mixt. Sistemul constă într-un colector de încălzire a aerului de tip placă plată, o unitate tunel de uscare și un ventilator care să furnizeze debitul necesar de aer deasupra produsului care trebuie uscat (fig. 1.22). Atât colectorul cât și unitatea de uscare sunt acoperite cu geam transparent gros de 3 mm. Unitatea de uscare și colectorul de încălzire a aerului au forma unei conducte cu secțiunea transversală un triunghi isoscel (suprafața transversală = 0,36 m<sup>2</sup>) cu o înălțime de 0,26 m, o zonă de absorbție de 6,6 m<sup>2</sup>, după cum se prezintă în figura 22. În cadrul unității de uscare este folosit un ecran din sârmă de oțel inoxidabil pentru a crea 4 sertare cu produs, plasate pe ghidaje paralele.

Această metodă a fost concepută pentru a facilita încărcarea și descărcarea produselor de uscare. Produsele de uscat sunt împrăștiate în strat subțire pe un grătar de sârmă de oțel inoxidabil în unitatea de uscare (zona de absorbție de structură granulară este de 4,4 m<sup>2</sup>). Uscătorul are o lungime de 6,2 m și o lățime de 1,8 m. Pentru a reduce pierderile de căldură din uscător s-a folosit un material de izolare din celule elastomerice (conductivitate termală de 0,04Wm<sup>-1</sup>k<sup>-1</sup>, grosime 5 mm).

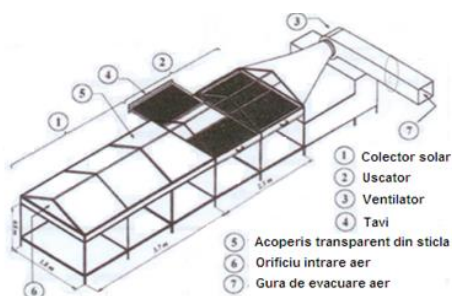


Fig. 1.22 - Schema uscătorului solar tunel pentru gogoșile de mătase

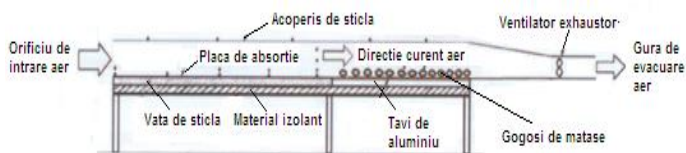


Fig. 1.23 - Circulația curentului de aer în uscătorul solar tip tunel

Întregul sistem este plasat orizontal, pe o platformă ridicată cu 0,8 m deasupra nivelului solului. Aerul ambiental este admis prin orificiul frontal (6) și trecut prin colector cu ajutorul ventilatorului (3). În colector căldura este transferată din dispozitivul de absorbție, aerului, care încălzit acum trece peste gogoșile de mătase, absorbind umezeala din acestea. De asemenea gogoșile de mătase sunt încălzite datorită efectului de seră datorat radiației solare care trece prin acoperitoarea transparentă a uscătorului. În figura 1.23 se poate vedea circulația curentului de aer cald în secțiunea longitudinală a uscătorului solar tip tunel.

**Uscarea plantelor medicinale**

Uscarea herbei de plante medicinale este o etapa tehnologică obligatorie în procesul de valorificare a acestor categorii de produse. Uscarea forțată a herbei de plante medicinale și aromatice, se impune ca urmare a necesității scurtării duratei de procesare și pentru garantarea obținerii unui produs finit de calitate, înțelegând prin aceasta nu numai aspectul comercial ci, în mod deosebit, conservarea într-o proporție cât mai mare a conținutului de principii active ale acestuia.

Teoretic, pentru realizarea în condiții optime a procesului de uscare, trebuie să se cunoască temperatura maximă pe care o poate suporta fiecare specie de plante, procedeul de încălzire și modul de transmitere a căldurii în întregul volum de material. Controlul riguros al regimului de temperatură în timpul procesului de uscare a herbei de plante medicinale și aromatice este de cea mai mare importanță pentru calitatea materialului procesat.

Conform specificațiilor tehnice din literatura de specialitate pentru uscarea plantelor ce conțin uleiuri volatile (cimbrul de cultură, isopul, jaleșul, mățăciunea, etc.), temperatura maximă nu trebuie să depășească 35-40°C, iar pentru cele cu alcaloizi și glicozizi (anghinarea, laurul, degețelul lănos, pătlagina, rostopasca, etc.), temperatura optimă de uscare este cuprinsă între 50 și 65°C. O situație specială prezintă fructele de măceș, a căror temperatură optimă de uscare este de peste 90°C.

Pe lângă condițiile obligatorii impuse de păstrarea principiilor active, procesul de uscare se face diferențiat funcție de consistența organelor active, precum și de conținutul de apă. Uscătoarele pentru plante medicinale se realizează în diverse variante constructive funcție de destinație, pentru ferme mici sau medii ori pentru industrializare. Cele mai multe, dintre uscătoarele pentru plante medicinale și aromatice, sunt cele care sunt folosite pentru o varietate largă de produse agricole vegetale, fructe, legume, etc. Se cunosc uscătoare cu aer rece și cu aer cald.

#### A. Uscătoare cu aer rece

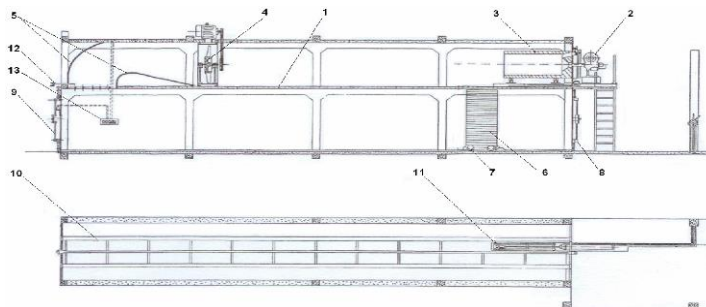
Se recomandă numai pentru speciile ierboase care se pot așeza afânat deasupra conductelor de aer și au un conținut redus de apă. Acest uscător este o construcție simplă și se poate amenaja în orice construcție (magazie, pod, grajd neutilizat). Instalația propriu-zisă este alcătuită dintr-un ventilator puternic care suflă aerul din mediul înconjurător prin conductele montate în pardoseala încăperii, conducte ce au practicate un număr calculat de orificii prin care aerul iese și străbate stratul de plante puse la uscat, realizând procesul de uscare.

#### B. Uscătoare cu aer cald

Pot fi utilizate pentru deshidratarea oricărei părți din plantă care constituie materia primă cu valoare medicinală. Acestea sunt de mai multe tipuri:

- **Uscătoare tunel:** folosesc aerul încălzit prin arderea motorinei sau a gazului metan. Destinația sa este de uscare a produselor, în tunel având loc și arderea combustibilului. Pentru economie de căldură este necesar să se recircule o proporție cât mai mare de aer, fără însă ca prin aceasta să se depășească o anumită valoare a umidității relative a aerului, valoare la care uscarea să fie frânată.

Uscătorul tunel (fig. 1.24) este o construcție din zid, cu pereții termoizolați, despărțită pe orizontală de un planșeu (1) o placă din beton armat întreruptă la capete, pentru crearea spațiilor necesare circulației aerului cald și recirculării aerului uzat. În partea superioară a tunelului se încălzește aerul cu ajutorul injectorului (2) și al cilindrului focar (3). Aerul cald este suflat de grupul ventilator (4) și orientat către etajul inferior de plăcile de dirijare (5). Materia primă ce trebuie deshidratată (organele utile ale plantelor medicinale) este încărcată pe grătare de lemn (6) care se așează pe cărucioare (7). Acestea introduse pe ușa de alimentare (8) parcurg tunelul cu o mișcare înceată în contracurent (în sens opus direcției aerului cald) până la ușa de evacuare (9). Cărucioarele se deplasează pe calea de rulare (10) cu ajutorul unui mecanism de transport pneumatic (11). Ușa de alimentare are în partea de jos orificii pentru evacuarea aerului saturat cu umiditate. Pe măsură ce produsul a fost uscat este înlocuit cu altul proaspăt. Pentru controlul și reglarea temperaturii și umidității, uscătorul este dotat cu termostat (12) și higrometru (13).



**Fig. 1.24** - Schemă uscător tunel

- **Uscătoare rotative cu rame:** au asigurat o etapă evoluată în asigurarea unor cantități corespunzătoare de plante medicinale. La acest tip de uscătoare aerul este încălzit într-o încăpere separată, utilizându-se ca agent de încălzire gazele fierbinți rezultate prin arderea motorinei sau a gazului metan.

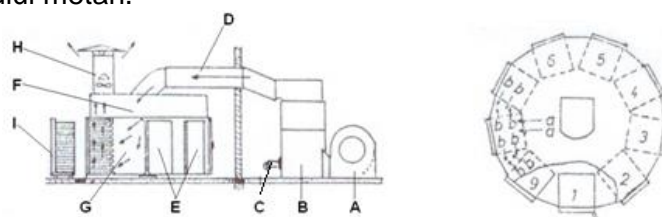


Fig. 1.25 - Schema uscătorului mecanic rotativ

Uscătorul rotativ cu rame (fig. 1.25) se compune din: camera de ardere (B), injectorul (C), ventilatorul (A), conductă de transport aer cald (D), camera de uscare (E) de formă circulară alcătuită din mai multe compartimente, cărucioare pentru rame (I), conductă de evacuare aer cu vapori (H). Temperatura de uscare se reglează și se menține automat în funcție de cerințele impuse pentru fiecare produs. Aerul încălzit în camera de ardere (B) circulă forțat de ventilatorul (A) prin conducta (D) în camera de uscare împărțită în 9 compartimente. Fiecare compartiment are o capacitate de 18 rame. Ramele umplute cu plante proaspete sunt plasate pe câte un cărucior care se introduce în primul compartiment al cuptorului. Când cuptorul a efectuat primul pas, al doilea compartiment a ajuns în dreptul gurii de alimentare, se introduce un alt cărucior plin cu rame pe care sunt așezate plantele proaspete și așa mai departe, până se umplu cele 9 compartimente. Viteza de rotire este reglabilă și se stabilește astfel încât, plantele introduse în cuptor să se usuce până la ieșire. Rotirea este comandată manual sau automat.

- **Uscătoare cu bandă** (fig. 1.26), se compun din: transportor alimentare (D), benzi transportoare (A), care se mișcă în sensuri diferite, confecționate din pânză de oțel cu un coeficient redus de dilatare, conductă de intrare a aerului cald (E), conductă de primenire a aerului (C), coșul de evacuare aer cu vapori rezultați din procesul de uscare al plantelor (B) și gura de evacuare plante uscate (F). Plantele medicinale proaspete sunt așezate manual pe transportorul (D), ajungând pe banda superioară, de pe care trec succesiv de pe un transportor pe altul, până la banda inferioară, de unde sunt evacuate plantele uscate. Viteza de deplasarea benzilor, grosimea stratului de produs și temperatura se pot regla după necesități.

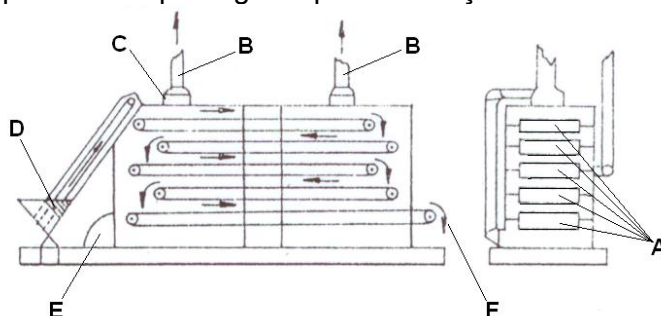


Fig. 1.26 - Schema uscătorului cu bandă

Firma Hans Binder produce din 1950 uscătoare cu benzi multiple. În figura 1.27 sunt prezentate unele dintre ultimele tipuri de produse: un uscător cu benzi multiple (fig. 1.27 a) și un uscător cu trei benzi (fig. 26 b).



Fig. 1.27 - Uscătoare cu bandă realizate de firma Hans Binder

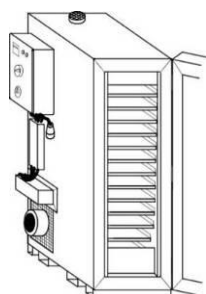
a)

b)

c)

- Firma **INNOTECH** împreună cu *Universitatea din Hohenheim* a realizat mai multe tipuri de **uscătoare pentru produse agricole**:

a) **Uscătoare tip Dulap**, de capacitate mică și medie, utilizate pentru uscarea a 1000 kg/zi. Aceste tipuri de uscătoare combină manevrarea ușoară cu un consum redus de energie, și permit, datorită sistemului de control automat, un proces de uscare corespunzător. Câteva dintre variantele constructive sunt prezentate în figura 1.28.



Model HT4



Model HT8



Model HT15

**Fig. 1.28** - Uscătoare pentru produse agricole

Față de varianta standard, la varianta HT d, distanța între tăvi este pe jumătate, ceea ce permite introducerea unui număr de tăvi în plus în camera de uscare. Varianta standard este destinată cu precădere produselor voluminoase (herba de plante medicinale și aromatice), pe când varianta HT d este destinată produselor ce se pot tăia în bucăți mici.

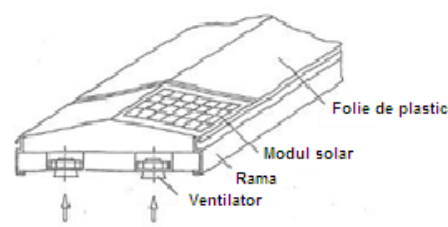
b) **Uscătoare solare tunel tip INNOTECH**, ce au fost concepute pentru a fi utilizate în zonele însoțite din țările tropicale și subtropicale, pentru uscarea produselor agricole, inclusiv de fructe, legume, condimente, plante medicinale și produse marine, fără supraveghere permanentă a procesului de uscare. Uscătorul poate fi utilizat de diverse grupuri țintă (micii fermieri, întreprinderi mici și mijlocii etc) deoarece cu el se pot produce de la câteva sute de kilograme până la 150 tone produse uscate pe sezon. Uscătorul (fig. 1.29 a) are o construcție simplă, având în alcătuire 3 componente majore: unitatea fotovoltaică, încălzitor solar de aer (fig. 1.29 b) și compartimentul de uscare.



a)

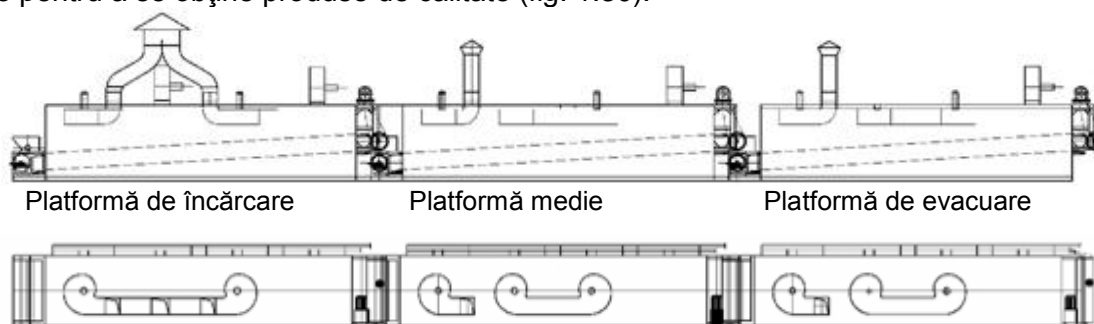


b)



**Fig. 1.29** - Uscător solar tip INNOTECH

- Firma (*SINO-USA*) **Changzhou Jianda Driers Co. Ltd. China** produce diverse tipuri de **uscătoare pentru produse vegetale**, printre care și uscătorul cu bandă tip rețea. Linia de producție pentru uscarea produselor vegetale este compusă în general din 2 sau mai multe uscătoare montate în serie pentru a se obține produse de calitate (fig. 1.30).



**Fig. 1.30** - Linie de producție pentru uscarea produselor vegetale compusă din 3 uscătoare în serie

În timpul funcționării aerul cald (încălzit prin schimbătorul de căldură) va intra în uscător. Va trece prin materia primă de uscat și va asigura un schimb uniform de căldură. În fiecare unitate a uscătorului un ventilator va asigura circulația aerului cald. Aerul final cu umiditate mare și temperatură

joasă va fi evacuat. Zona de uscare a instalației, presiunea aerului, temperatura de uscare și viteza benzii tip rețea (plasă) pot fi modificate pentru a fi în conformitate cu diferitele caracteristici ale produselor vegetale (legume, fructe, plante medicinale etc) pentru a îndeplini cerințele de calitate.

- *Firma Beijing Kang Gang Food Development Co.Ltd. China* produce echipamente industriale de uscare și sterilizare cu microunde. Echipamentele (fig. 1.31) sunt cu flux continuu (cu bandă), fiind destinate utilizării pentru produse alimentare, ceai, produse chimice, hârtie, medicamente, lemn, produse electronice etc.



**Fig. 1.31** - Uscător cu microunde Kang Gang  
a) Vedere din perspectivă                      b) Uscarea ceaiului verde cu uscător KG

- *Firma Micromak Ltd Sti Izmir Turcia* (fig. 1.32), produce un uscător cu microunde tip tunel pentru uscarea tuturor tipurilor de alimente și produse vegetale. Uscătorul este confecționat din tablă de oțel inoxidabil de 1,5÷2 mm grosime. Conține 2 incinte de încălzire, încălzite de 24 magnetron. Este prevăzut cu un dispozitiv de protecție care oprește procesul atunci când ușile sunt deschise. La sfârșitul procesului de uscare temperatura produsului uscat poate fi măsurată. Utilajul are un sistem automat de reglare și control a procesului de uscare. Este dotat cu un calculator de proces și panou de comandă LCD tactil. Funcționează cu 2 benzi. Viteza acestora și puterea magnetronelor sunt reglabile.



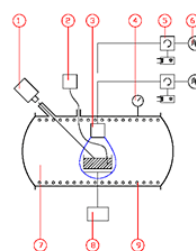
**Fig. 1.32** - Uscător Micromak

S-a constatat ca uscarea produselor agricole vegetale (fructe, legume, plante medicinale și aromatice) cu microunde sub vid conferă produselor o calitate mai bună. După cum se știe odată cu scăderea presiunii aerului, scade și temperatura de fierbere al apei (de exemplu apa fierbe la 100°C în condițiile presiunii atmosferice  $p = 101,3 \text{ Kpa}$ ; apa fierbe la 40°C în condițiile unei presiuni atmosferice  $p=0,073 \text{ KPa}$ ). Vidul reduce stresul termic, produsele prezentând caracteristici mai bune legate de culoare și textură decât produsele uscate în aer cald. Reducerea timpului de uscare în cuptorul cu microunde este benefică pentru culoarea, porozitatea, aroma, capacitatea de rehidratare și contracția produsului.

- *Firma Püschner - Germania* realizează uscătoare cu microunde sub vid pentru aplicații industriale din seria  $\mu\text{WaveVacxx50}$ . Uscătorul model  $\mu\text{WaveVac0150}$  (fig. 1.33) este echipat cu diverse dispozitive de măsurare și control (fig. 1.34). Profilul de uscare este captat într-o formă grafică de calculatorul de proces.



**Fig. 1.33** - Uscător model  $\mu\text{WaveVac0150}$



**Fig. 1.34** - Diagrama bloc pentru  $\mu\text{WaveVac0150}$

În figura 1.35 este prezentat uscătorul cu 5 module de câte 12kW/2450 MHz fiecare, având lățimea benzii de 0,5 m.



Fig. 1.35 - Uscător modular  $\mu$ WaveDryer6005

- Firma Hans Binder, amintită anterior ca producător de uscătoare cu benzi, produce și uscătoare cu microunde sub vid (fig. 1.36).

Gradul de conștientizare al populației vis a vis de nutriția modernă și sănătoasă a dus la cererea constantă de produse de calitate, care nu puteau fi produse eficient cu metodele de prelucrare cunoscute. Următoarele produse sunt potrivite pentru a fi deshidratate prin această metodă de uscare cu ajutorul microundelor sub vid:

- Legume precum: conopida, ardei de boia, fasole, țelină, broccoli, sparanghel, morcovi, roșii, cartofi, topinambur, gulie, ceapă.
- Fructe :ananas, kiwi, mere, mango, banane, struguri pentru stafide, afine, portocale, zmeura, Papaya, cireșe, agrișe.
- Altele cum ar fi: alge, produse din carne, plante medicinale, brânza, fidea, orez.



Fig. 1.36 - Uscătoare cu microunde sub vid MIVAP (Microwaves Vacuum Processor)

- Firma Kreyenborg - Germania, a dezvoltat o tehnologie de uscare cu IR, utilizând un tambur rotativ (fig. 1.37). Modulul de iradiere cu IR este orizontal în interiorul unui cilindru. Pe suprafața cilindrică sunt sudate elemente care au rolul unui transportor elicoidal. Materialul este într-o mișcare continuă fiind distribuit uniform, evitându-se aglomerările neuniforme. Timpul de oprire depinde de viteza de rotire a tamburului, fiind adaptat parametrilor operaționali. Dacă tamburul de rotește cu viteză prea mică, materialul nu este suficient de aerat. Circulația aerului în uscător este prezentată în figura 1.38. Aerul cald și umed este extras și eliminat din tamburul rotitor printr-o conductă de evacuare.

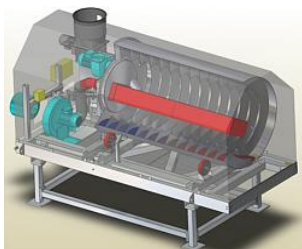


Fig. 1.37 - Uscător Kreyenborg cu IR

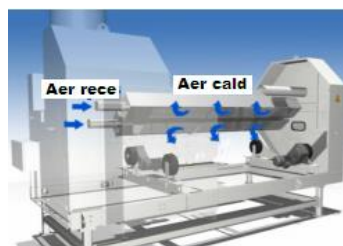


Fig. 1.38 - Circulația aerului în uscătorul Kreyenborg

- Firma Shanghai Ono Foods Machinery Co,Ltd a realizat un sistem de uscare cu radiații în infraroșu și răcire la presiune subatmosferică (fig. 1.39), cu scopul de a păstra calitatea și prospețimea produselor și pentru a extinde durata de păstrare la frigider sau congelator.



Fig. 1.39 - Utilaj pentru sistemul V-CID (Vacuum Cooling Infrared Drying System)

## Concluzii

În perspectiva relansării sericiculturii din țara noastră și având în vedere valoarea și tradiția acestui domeniu important, care a avut o evoluție descendentă în ultimii ani, se impune dezvoltarea și diversificarea bazei de producție, care să asigure un grad de prelucrare a materiei prime la standarde europene.

Gogoșile de mătase în stare crudă, au un conținut de apă ce variază, corpul pupei conținând cea mai multă apă (aprox. 80%). Așa cum a fost prezentat anterior, în procesul de etufare are loc, într-o primă fază, distrugerea larvei din interiorul gogoșilor de mătase, iar în fazele următoare se desfășoară procesul de uscare, în urma căruia conținutul de apă al gogoșilor se reduce sub 14 %.

În mod asemănător, produsele vegetale în stare proaspătă din categoria plantelor medicinale și aromatice, etc., au un conținut mare de apă, ce variază între 45 și 95 %. Pentru a nu fi expuse alterării și pentru menținerea aspectului și a conținutului în principii active, majoritatea produselor trebuie supuse procesului de uscare până la un anumit conținut al acestora, în general sub 14%.

Deoarece gogoșile de mătase trebuie supuse procesului de etufare, iar plantele medicinale celui de uscare, un cuptor multifuncțional destinat exploatațiilor familiale sau micilor fermieri este foarte util. În acest caz se propune realizarea unui cuptor multifuncțional care poate fi utilizat atât pentru etufarea gogoșilor de mătase cât și pentru uscarea plantelor medicinale.

Cuptorul va fi de tip staționar, tip dulap cu încălzire electrică. Structura va fi metalică, camera de uscare fiind cu pereții dubli și izolație termică din vată minerală bazaltică. Accesul în camera de uscare se va face printr-o ușă de dimensiuni corespunzătoare. Produsele vor fi așezate în sertare pe un suport vertical. Sertarele și suportul vor fi realizate din aluminiu, binecunoscut pentru buna sa conductibilitate termică. Funcție de produsul ce se ca usca se vor folosi tipuri de sertare diferite, așezate pe raft la distanțe diferite. Asupra produsului supus uscării vor acționa elementele de încălzire constituite din radiatoare infra ceramice de suprafață. Acestea au fost alese, deoarece se caracterizează printr-o distribuție uniformă a căldurii, suprafață radiantă mare și mai ales pentru că la etufarea gogoșilor de mătase, temperatura trebuie să atingă max.  $115\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Funcționarea elementelor de încălzire va fi comandată printr-un sistem automat de reglare a temperaturii și umidității. Tot acest sistem va comanda automat deschiderea orificiilor de evacuare aer umed, respectiv de captare aer proaspăt. Deoarece în procesul de uscare, atât pentru gogoșile de mătase cât și pentru plantele medicinale și aromatice este importantă mișcarea aerului cald în cuptor, aceasta va fi realizată de sistemul de ventilație pentru recircularea aerului cald. Acesta va fi captat de 2 ventilatoare centrifugale așezate în partea superioară a cuptorului, fiind reintrodus în partea inferioară a acestuia, printr-un sistem de tuburi izolate termic.

Aerul cald va putea fi încălzit suplimentar, dacă va fi necesar, pentru a se ajunge la temperatura impusă de tehnologie, prin „spălarea” unor baterii electrice pentru aer condiționat, amplasate în fața orificiilor de intrare în cuptor, funcționare acestora fiind comandată și controlată automat. În cazul uscării unor specii de plante medicinale și aromatice, care se realizează la temperaturi mai scăzute, elementele principale de încălzire a aerului, vor fi aceste baterii electrice, radiatoarele infraceramice funcționând la capacitate redusă sau deloc, funcție de temperatura de proces impusă.

Principalele caracteristici tehnico-funcționale ale cuptorului propus a se realiza în cadrul proiectului sunt:

- Tip cuptor ..... staționar, tip dulap;
- Tip sistem încălzire ..... electric;
- Tensiunea de alimentare ..... 220 V;
- Tipul elementelor de încălzire ..... radiatoare infra ceramice sau rezistente electrice;
- Modul de operare ..... manual/automat;
- Volumul camerei de etufare .....  $2\div 2,5\text{ m}^3$ ;
- Mod de amplasare a produsului de uscat (gogoși de mătase/plante medicinale) ... pe un suport, în sertare;
- Tip suport sertare ..... vertical, mobil
- Număr sertare ..... 10 (gogoși de mătase) / 15 (plante medicinale și aromatice)
- Suprafața utilă a unui sertar .....  $0,45\div 0,5\text{ m}^2$ ;
- Temperatura maximă .....  $115\pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- Sistemul de control al temperaturii și umidității .... automat, programabil, cu sistem de avertizare și oprire în caz de avarie;
- Sistemul de ventilație ..... cu recircularea și reîmprospătarea aerului cald;
- Putere estimată: ..... 6 kW.

## ETAPA 2

### REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:

#### Proiectare model experimental

##### **Destinație și domeniul de utilizare**

Echipamentul tehnic denumit CE-0 este destinat etufării gogoșilor de mătase și uscării unor specii de plante medicinale și aromatice, respectiv a frunzelor de dud, din soiurile cu proprietăți curative.

Echipamentul tehnic denumit CE-0 este destinat să realizeze preindustrializarea (etufarea = uscarea) gogoșilor de mătase. Scopul principal al uscării gogoșilor de mătase este de a proteja calitatea acestora, de a păstra starea pentru a se depăna și de a preveni deteriorările determinate de perioadele lungi de depozitare. Prin aceasta operație se înlătură riscul metamorfozei continue a pupei (nimfei). Un fluture nou apărut va străpunge învelișul, făcând gogoșa imposibil de utilizat pentru a fi transformată în mătase brută. Un alt risc este acela al expunerii la umezeală excesivă care duce la putrezire și mucegai. Domeniul de utilizare cuprinde toate rasele de viermi de mătase care se cresc în România. În ceea ce privește uscarea plantelor medicinale și aromatice, se refera mai ales la speciile pretabile cultivării intercalate în plantațiile de dud deja existente sau nou înființate.

Acest utilaj sprijină relansarea unor domenii agricole cu tradiție în România, ca sericicultura, și cultivarea plantelor medicinale, în cadrul exploatațiilor agricole familiale, fermelor mici sau mijlocii, prin dezvoltarea și diversificarea bazei de producție, care să asigure un grad de prelucrare a materiei prime la standarde europene.

##### **Cerințe**

În urma analizei efectuate, cuptorul de etufare va trebui să îndeplinească următoarele cerințe:

- Cuptorul va fi staționar, tip dulap, cu sistem de încălzire electric; datorită consecințelor neglijabile asupra mediului și datorită posibilităților existente în cadrul exploatațiilor familiale sau în fermele mici și mijlocii. Astfel tensiunea de alimentare va fi 220 V.
- Utilizare eficientă a spațiului camerei de etufare (uscare) prin realizarea unui suport pentru sertare adaptat tehnologiei moderne;
- Volumul camerei de uscare 2-2,5 m<sup>3</sup>;
- Suprafața utilă a sertarelor va fi 0,45-0,5 m<sup>2</sup>;
- Uscarea sa va realiza prin contact direct cu elementele de încălzire sau prin intermediul unui fluid, în cazul nostru aer cald;
- Sistemul de control automat al temperaturii și umidității va fi automat, programabil cu sistem de avertizare și oprire în caz de avarie;
- Utilizarea unor materiale ce prezintă protecție anticorozivă.

În cadrul proiectului s-au respectat concluziile studiului documentar întocmit în cadrul primei faze, precum și cerințele de exploatare impuse de respectarea tehnologiei etufării gogoșilor de mătase precum și de tehnologia uscării plantelor medicinale și aromatice, în vederea conservării principiilor active valoroase.

Temperatura maximă din incinta de uscare nu va depăși 120°C (115±5°C). Totodată aerul cald va fi recirculat pentru o distribuție cât mai uniformă a temperaturii în camera de uscare. Cuptorul va fi prevăzut cu sistem de reîmprospătare a aerului și sistem de încălzire/ reîncălzire a acestuia.

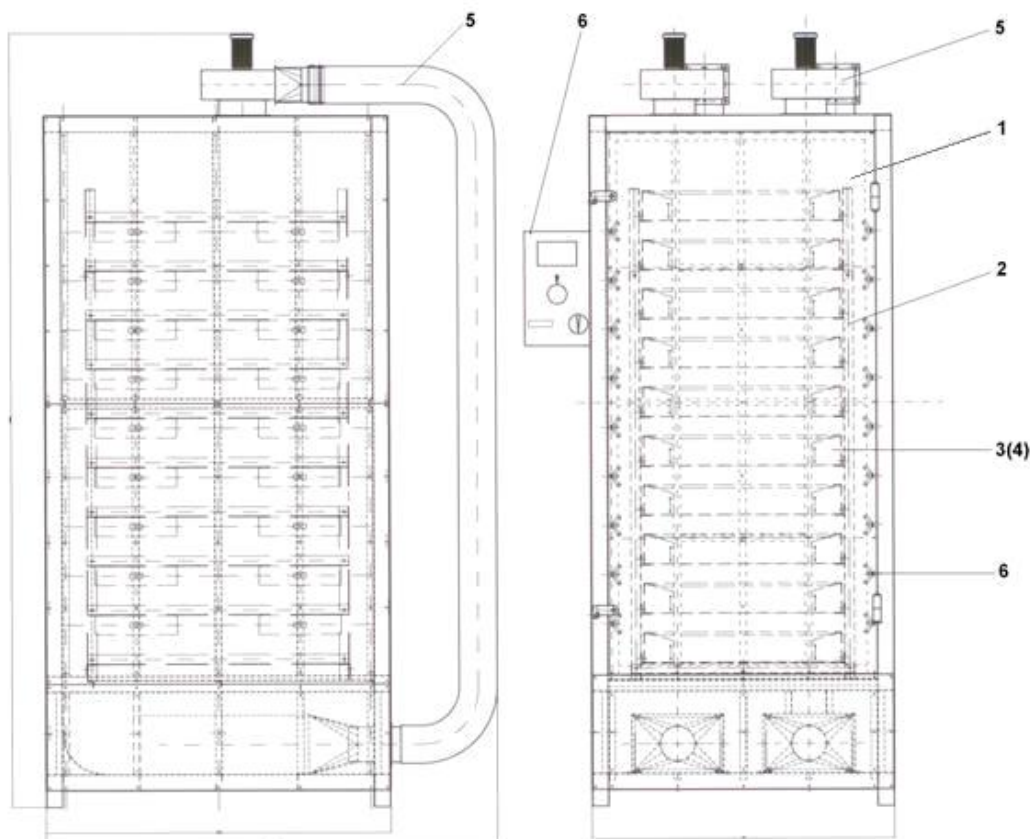
##### **Descriere și caracteristici generale**

###### **Descriere constructivă**

Echipamentul CE, destinat etufării gogoșilor de mătase și uscării plantelor medicinale și aromatice, este astfel conceput încât să acționeze asupra produsului în funcție de cerințele de calitate impuse de acesta.

Componenta constructivă a echipamentului se prezintă în schema constructivă (fig. 2.1) în care:

1. Camera de uscare;
2. Suport sertare;
3. Sertar 1;
4. Sertar 2;
5. Instalația de recirculare aer;
6. Instalația electrică și de automatizare.



**Fig. 2.1** - Schema constructivă a cuptorului de etufare gogoși de mătase CE - 0

Camera de uscare este o construcție tip dulap, cu pereți izolați. Este alcătuită dintr-un cadru metalic, pe care s-au amplasat: pereții izolați, ușa de acces, podeaua detașabilă și sistemul de reîmprospătare aer.

Cadrul este o construcție metalică sudată din țevi pătrate, rectangulare sudate și profile cu pereți subțiri. Pereții cuptorului au o grosime de 52 mm. Ei sunt constituiți din pereți metalici din tablă zincată, fixați cu nituri tubulare de cadrul metalic. Între aceștia și cadru este amplasată izolația constituită din vată minerală și plăci non azbest.

Ușa de acces este o construcție metalică cu dimensiunile 820x1660x52, care asigură închiderea ermetică a cuptorului. Zăvoarele ușii realizează asigurarea împotriva deschiderii necomandate.

Podeaua metalică desparte incinta de uscare propriu zisă de incinta inferioară, în care sunt amplasate parte din instalația de recirculare aer cald și deflectorul curentului de aer. Podeaua este detașabilă pentru a permite accesul în incinta inferioară.

Sistemul de reîmprospătare aer este constituit din două orificii (100x100 mm) amplasate simetric pe peretele superior al incintei propriu zise de uscare, spre spatele cuptorului, acoperite de capace ghidate, a căror deschidere/închidere este comandată automat.

Support sertare este o construcție ușoară din profile de aluminiu, având dimensiunile de gabarit 800x660x1500 mm. A fost astfel conceput încât prin scoaterea, respectiv adăugarea de elemente suport, distanța între sertarele amplasate pe verticală, să poată fi modificată funcție de produsul ce se usucă. Sertarele pentru gogoșile de mătase sunt amplasate la o distanță de 150 mm, ele fiind în număr de 10, cele pentru plante medicinale și aromatice sunt amplasate la o distanță de 100 mm, fiind în număr de 15.

Sertarele au fost concepute diferit pentru fiecare tip de produs, preferându-se aluminiu, datorită conductibilității termice ridicate și greutateii specifice reduse.

Sertarul 1, destinat gogoșilor de mătase, este confecționat din tablă subțire de aluminiu (grosime 0,8 mm), cu perforații de  $\varnothing 15$ , pentru a permite circulația aerului pe direcție verticală. Suprafața utilă a sertarului este de 0,48 m<sup>2</sup> (600x800mm). Pentru un randament ridicat al procesului de uscare a gogoșilor de mătase, sertarul are o înălțime de 90 mm, gogoșile așezându-se în cel mult două straturi.

Sertarul 2, destinat plantelor medicinale și aromatice, este confecționat din tablă de aluminiu (grosime 0,8 mm) și țesătură metalică din oțel inoxidabil (diametru fir 0,7 mm și latură ochi 4,86 mm).

Această construcție permite circulația aerului cald pe direcție verticală, iar dimensiunile reduse ale ochiului țesăturii, înlătură pericolul pierderilor de fragmente mici din produs, după uscare.

Instalația de recirculare aer este alcătuită în principal dintr-un ventilator centrifugal de medie presiune, racorduri, ajutaje și tuburi care să realizeze recircularea aerului cald., prin captarea acestuia prin partea superioară a cuptorului și reintroducerea în cuptor prin zona inferioară. Sunt două astfel de instalații, amplasate simetric la distanța de 400 mm (lățimea camerei de uscare la interior fiind  $l = 820$  mm), fiecare realizând recircularea aerului pentru  $\frac{1}{2}$  din incintă.

Ventilatoare sunt amplasate simetric pe pereții superior al camerei de uscare, în exteriorul acesteia. S-au folosit ventilatoare centrifugale de medie presiune care pot transporta aer cald (temperatura maximă curent de aer =  $120^{\circ}$  C), tip CMP-514-2M Sodeca - Spania cu următoarele caracteristici:

- Putere ..... 0,18KW;
- Frecvența de rotație .....  $2700 \text{ min}^{-1}$ ;
- Debit de aer.....  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Orificiu de aspirație(circular).....  $\varnothing=140$  mm;
- Orificiul de refulare (rectangular).....  $83 \times 107$  mm;
- Nivel de presiune acustică..... 65 dB
- Masa..... 5 kg;

Instalația electrică și de automatizare (fig. 2.2) alimentează și comandă în primul rând sistemul de încălzire, apoi motoarele ventilatoarelor sistemului de recirculare aer precum și sistemele de comandă automată ale sistemului de reîmprospătare aer.

Totodată instalația mai cuprinde următoarele componente:

- regulator de temperatură;
- termocuple;
- sursă în comutație 220V/24V c.c.
- contactor static;
- butoane de comandă;
- conductor;
- senzor de umiditate.

#### Sistemul de încălzire

În procesele de conversie electrotermică a energiei este esențială cunoașterea particularităților transmiterii căldurii, în scopul determinării randamentului termic al echipamentului de încălzire (cuptorului), precum și a variației în timp a câmpului termic în materialul supus încălzirii. Transmiterea căldurii în tehnică se face prin trei mecanisme: conducție, convecție și radiație. În aplicațiile tehnice industriale, convecția termică nu poate fi separată de radiație, ceea ce impune operarea cu un flux termic complex, transmis între fluid și solid (prin convecție și radiație).

Astfel sistemul de încălzire al cuptorului se compune dintr-un sistem principal compus din 36 de radiatoare infra ceramice, tip FSR cu următoarele caracteristici:

- putere ..... 250 W
- masa ..... 220 g;
- putere de suprafață .....  $16 \text{ kW}/\text{m}^2$ ;
- temperatura de regim caracteristică .....  $400^{\circ}\text{C}$ ;
- temperatura maximă admisă .....  $750^{\circ}\text{C}$ ;
- dimensiuni de gabarit (Lxlxh) .....  $250 \times 60 \times 30$  mm
- domeniul lungimilor de undă ale radiației ..... 2-10  $\mu\text{m}$ .

Radiatoarele infraceramice ce se caracterizează prin distribuția uniformă a căldurii și suprafață radiantă mare vor fi amplasate uniform pe pereții laterali ai cuptorului (câte 18 radiatoare), câte 2 pe fiecare rând, la distanța de 500 mm (între centre), distanța între rânduri pe verticala fiind  $l=150$  mm.

Sistemul de încălzire mai cuprinde un sistem de încălzire suplimentar compus din 2 baterii electrice pentru aer condiționat MINI-SOPOR , tip BSMC2 cu următoarele caracteristici: putere – 200W; dimensiuni de gabarit (Lxlxh) –  $26 \times 30 \times 160$  mm. Aceste baterii vor fi amplasate pe traseul de recirculare de aer cald. Funcționarea sistemului de încălzire este comandată de regulatorul de temperatură, pentru reglarea temperaturilor programate.

Motoarele ventilatoarelor (alimentate de la rețea vor fi dotate cu convertizoare de frecvență, care asigură variația frecvenței de rotație a ventilatoarelor, care implică variația debitului de aer recirculat.

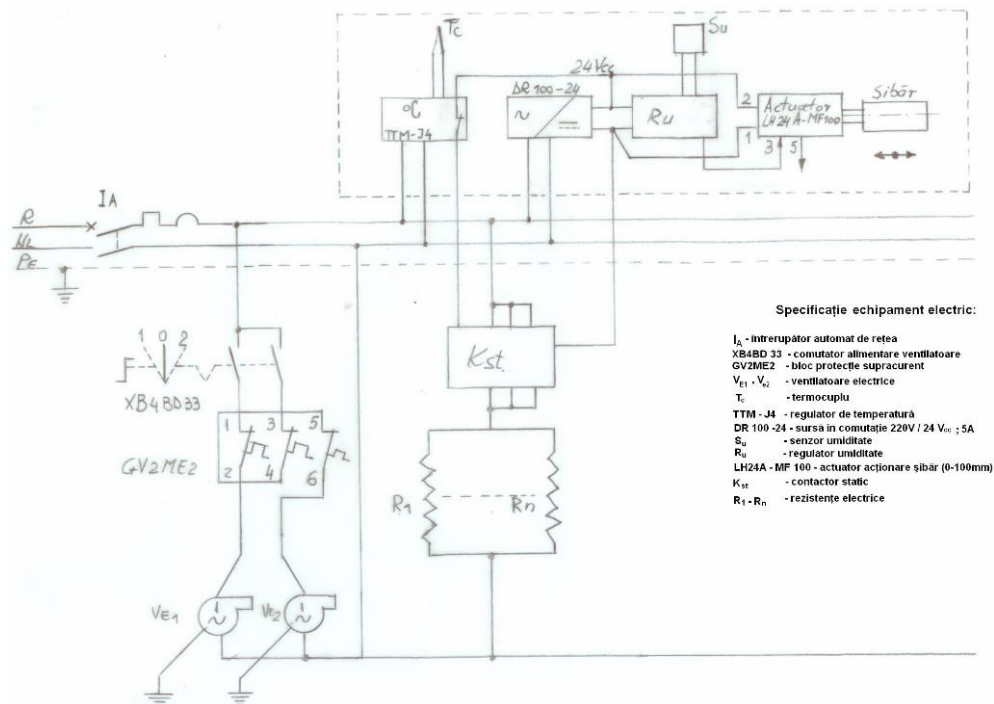


Fig. 2.2 - Schema electrică de principiu a cuptorului de etufare

Specificație echipament electric:

- I<sub>q</sub> - intrerupător automat de rețea
- XB4BD33 - comutator alimentare ventilatoare
- GV2ME2 - bloc protecție supracurent
- V<sub>e1</sub>, V<sub>e2</sub> - ventilatoare electrice
- T<sub>c</sub> - termocuplu
- TTM-J4 - regulator de temperatură
- DR 100-24 - sursă în comutație 220V / 24 V<sub>cc</sub> ; 5A
- S<sub>u</sub> - senzor umiditate
- R<sub>u</sub> - regulator umiditate
- LH24A-MF 100 - actuator acționare șibar (0-100mm)
- K<sub>st</sub> - contactor static
- R<sub>1</sub>, R<sub>n</sub> - rezistențe electrice

Din instalația electrică și de automatizare face parte actuatoarea BELIMO, tip LH24A-MF100 (2 buc.) care acționează capacul sistemului de reîmprospătare aer, asigurând o deplasare a acestuia de max. 100 mm. Poate funcționa în logică + sau -. Funcționarea actuatorului este comandată de senzorul de umiditate.

Instalația va conține un sistem automat de semnalizare și oprire a alimentării cu energie electrică, în caz de avarie sau de depășire a limitei de temperatură de 120°C.

**Descriere funcțională**

Gogoșile de mătase pregătite pentru uscare se distribuie manual în mod egal (cca. 3 kg/ sertar) și uniform pe suprafața sertarelor, în cel mult două straturi suprapuse.

Alimentarea cuptorului se execută manual, pe ușa de acces în camera de uscare. Odată finalizată operațiunea de încărcare a suportului sertare din camera de uscare, se procedează la închiderea ermetică a ușii și asigurarea acesteia.

Se programează parametrii de funcționare ai cuptorului în conformitate cu caracteristicile produsului și cerințele privind gradul de uscare, viteza de uscare, umiditatea, etc. Ciclul de uscare durează aprox. 7 ore, pe durata căruia temperatura din incintă ar trebui să varieze astfel: în prima oră temperatura crește până la limita de max. 115°C, apoi temperatura se stabilizează la această limită și se menține aprox 30 min, apoi temperatura scade treptat până la 60°C fiind menținută aici aprox. 5 ore, până la terminarea ciclului, moment în care funcționarea este oprită. După cca. 30 min. se poate trece la deschiderea ușii pentru operațiunile de descărcare a sertarelor.

Informațiile legate de temperatură, culese din mai multe zone ale incintei, vor comanda modul de funcționare a radiatoarelor infraceramice și a bateriilor electrice. În cazul uscării gogoșilor de mătase radiatoarele infraceramice vor funcționa continuu, puterea variind după necesități. Bateriile electrice vor funcționa numai dacă va fi nevoie de o încălzire suplimentară a aerului recirculat, care în traseul său le „spală”. Există posibilitatea variației debitului ventilatoarelor, care se va practica dacă va fi necesar. O ventilare slabă poate determina temperatură și umiditate ridicată, ceea ce va dăuna calității înfășurării. Se recomandă să se mențină umiditatea relativă în stadiul inițial de uscare la 4-5% și la 16-19% în stadiul final, pentru a preveni reducerile excesive de apă. Senzorul de umiditate este cel care va comanda acționarea capacelor care permit ieșirea din cuptor a aerului umed și implicit intrarea aerului proaspăt de afară.

Gradul de uscare final al gogoșilor de mătase trebuie să fie de 38÷42%, adică la finalul procesului 100 g de gogoși de mătase vor cântări între 38÷42 g. Regimul optim de funcționare a cuptorului se va stabili în faza de experimentare.

Pentru uscarea plantelor medicinale se procedează la pregătirea acestora pentru această operație, funcție de specie fiind apoi distribuite manual în sertarele destinate lor. Suportul a fost

pregătit în prealabil, astfel încât să poată fi încărcat cu 15 sertare. Odată finalizată operația de încărcare și închidere a cuptorului, se programează parametrii de funcționare funcție de specie. În cazul uscării plantelor medicinale procesul durează mai puțin. Practica îndelungată a stabilit că pentru uscarea plantelor ce conțin uleiuri volatile temperatura maximă un trebuie să depășească 35°C, iar pentru cele care conțin alcaloizi și glicoizi este cuprinsă între 50 și 80°C, aceste temperaturi fiind cele de regim, la care viteza de uscare este constantă pentru fiecare specie. În acest caz uscarea se va face mai ales prin circularea aerului cald încălzit de bateriile electrice, radiatoarele infraceramice vor funcționa la capacitate redusă sau deloc, în funcție de temperatura de proces impusă. Plantele medicinale și aromatice au un conținut inițial de apă, ce variază între 45 și 95% și sunt supuse procesului de uscare până la un conținut de apă, în general sub 14%. Umiditatea aerului din cuptor trebuie să scadă astfel ca în faza finală să fie 5÷8%. Sensorul de umiditate va comanda actuatorul. Regimurile de funcționare vor fi definitivate funcție de specie în faza de experimentare.

### **Caracteristici tehnice și funcționale** ale modelului experimental cuptor *de etufare gogoși de mătase* CE-0

- Tip cuptor ..... staționar, tip dulap;
- Modul de operare ..... automat
- Tip sistem încălzire ..... electric;
- Tensiunea de alimentare (V) ..... 220;
- Tipul elementelor de încălzire ..... radiatoare infraceramice FSR
- Număr elemente de încălzire (buc.) ..... 36;
- Putere elemente de încălzire (W) ..... 250;
- Tipul elementelor de încălzire suplimentară ..... baterii electrice BSMC2;
- Număr elemente suplimentare(buc.) ..... 2
- Putere elemente suplimentare (W) ..... 2000;
- Volumul cuptorului (m<sup>3</sup>) ..... 2,01;
- Tip suport sertare ..... vertical, mobil;
- Distanța între sertare pe verticală (mm) ..... 100/150 mm
- Număr sertare (buc.) ..... 10 (gogoși de mătase) / 15 (plante medicinale și aromatice);
- Suprafața utilă a sertarelor (m<sup>2</sup>) ..... 0,48;
- Tipul instalației de ventilație ..... cu recircularea aerului cald;
- Tip ventilator ..... CMP-514-2M
- Putere (KW) ..... 0,18KW;
- Frecvența de rotație (min<sup>-1</sup>)..... 2700;
- Debit de aer( m<sup>3</sup>/ h)..... 1000;
- Diametru orificiu de aspirație de aspirație (mm) ..... 140;
- Diametru tub recirculare aer (mm) ..... 120 mm;
- Sistem reîmprospătare aer ..... capac cu cdt. automată,
- Dimensiuni orificiu aer (mm) ..... 100x100;
- Dimensiuni de gabarit:
  - lungime (mm) ..... 1292;
  - lățime (mm) ..... 922;
  - înălțime (mm) ..... 2413±1.
- Putere (kW) ..... cca. 6.

### **Utilizarea materialelor**

Materialele din care se vor executa reperetele componente ale echipamentului CE-0 destinat etufării gogoșilor de mătase, indicate în documentația de execuție a modelului experimental, sunt din producția curentă, standardizate și tipizate. Nu sunt utilizate materiale deficitare.

### **Ansambluri și elemente din fabricația curentă**

Pentru realizarea echipamentului CE-0 destinat etufării gogoșilor de mătase se folosesc din fabricația de serie internă și din UE cea mai mare parte din elementele componente și anume: ventilatoarele, componentele instalației electrice și de automatizare (regulatorul de temperatură; termocuplele; sursa în comutație 220V/24V c.c., contactorul static; butoanele de comandă, conductori, sensorul de umiditate, radiatoarele infraceramice, bateriile electrice, actuatorul, etc. Tot din fabricația curentă se mai folosesc și organele de asamblare (nituri, șuruburi, piulițe, șaibe etc.).

## **Modul de respectare a normelor tehnice de securitate a muncii**

Prin proiect, normele de securitate a muncii sunt respectate în totalitate. Pentru protejarea personalului împotriva tensiunilor de atingere periculoase, toate părțile metalice care în mod normal nu sunt sub tensiune, dar care în mod accidental pot ajunge sub tensiune se leagă la nulul de protecție (împământare). Acolo unde este cazul pe echipament sunt plasate etichete indicatoare cu referire la normele de securitate a muncii.

## **Concluzii**

În perspectiva relansării sericulturii din țara noastră și având în vedere valoarea și tradiția acestui domeniu important, care a avut o evoluție descendentă în ultimii ani, se impune dezvoltarea și diversificarea bazei de producție, care să asigure un grad de prelucrare a materiei prime la standarde europene.

Creșterea viermilor de mătase în asociații sericicole familiale, ferme sericicole mici sau medii, pentru care există toate condițiile de dezvoltare, poate deveni rentabilă în condițiile valorificării superioare a producției. Culturile intercalate de dud și plante medicinale, pot constitui o soluție în condițiile în care, ideea de asociere a pământurilor agricole pentru o agricultură pe suprafețe mari, care să fie rentabilă, este încă privită cu rețineră.

Gogoșile de mătase în stare crudă, au un conținut de apă ce variază, corpul pupei conținând cea mai multă apă (aprox. 80%). Așa cum a fost prezentat anterior, în procesul de etufare are loc, într-o primă fază, distrugerea larvei din interiorul gogoșilor de mătase, iar în fazele următoare se desfășoară procesul de uscare, în urma căruia conținutul de apă al gogoșilor se reduce sub 14 %.

Cuptorul va fi de tip staționar, tip dulap cu încălzire electrică. Structura va fi metalică, camera de uscare fiind cu pereții dubli și izolație termică din vată minerală bazaltică. Accesul în camera de uscare se va face printr-o ușă de dimensiuni corespunzătoare. Produsele vor fi așezate în sertare pe un suport vertical. Sertarele și suportul vor fi realizate din aluminiu, binecunoscut pentru buna sa conductibilitate termică. Funcție de produsul ce se va usca, se vor folosi tipuri de sertare diferite, așezate pe raft la distanțe diferite. Așupra produsului supus uscării vor acționa elementele de încălzire constituite din radiatoare infra ceramice de suprafață. Acestea au fost alese, deoarece se caracterizează printr-o distribuție uniformă a căldurii, suprafață radiantă mare și mai ales pentru că la etufarea gogoșilor de mătase, temperatura trebuie să atingă max.  $115\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Funcționarea elementelor de încălzire va fi comandată printr-un sistem automat de reglare a temperaturii și umidității. Tot acest sistem va comanda automat deschiderea orificiilor de evacuare aer umed, respectiv de captare aer proaspăt. Deoarece în procesul de uscare, atât pentru gogoșile de mătase cât și pentru plantele medicinale și aromatice este importantă mișcarea aerului cald în cuptor, aceasta va fi realizată de sistemul de ventilație pentru recircularea aerului cald. Acesta va fi captat de 2 ventilatoare centrifugale așezate în partea superioară a cuptorului, fiind reintrodus în partea inferioară a acestuia, printr-un sistem de tuburi izolate termic.

Aerul cald va putea fi încălzit suplimentar, dacă va fi necesar, pentru a se ajunge la temperatura impusă de tehnologie, prin „spălarea” unor baterii electrice pentru aer condiționat, amplasate în fața orificiilor de intrare în cuptor, funcționare acestora fiind comandată și controlată automat. În cazul uscării unor specii de plante medicinale și aromatice, care se realizează la temperaturi mai scăzute, elementele principale de încălzire a aerului, vor fi aceste baterii electrice, radiatoarele infraceramice funcționând la capacitate redusă sau deloc, funcție de temperatura de proces impusă.

Prin cuptorul de etufare, propus a se realiza, se obține un echipament ce poate fi utilizat în fermele mici și mijlocii pentru uscarea gogoșilor de mătase dar și pentru uscarea plantelor medicinale care se pot cultiva în culturi separate sau intercalate între culturile de duzi, rezultând o eficiență sporită și o amortizare rapidă a costurilor.

## ETAPA 3

### REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:

#### Realizare model experimental

##### Generalități

**Denumire produs:** „Cuptor de etufare gogoși de mătase”

**Simbolizare produs:** CE-0

**Valabilitate documentație:** Model experimental

**Destinație și domeniul de utilizare** - Echipamentul tehnic denumit CE-0 este destinat etufării gogoșilor de mătase. Domeniul său de utilizare poate fi extins și pentru prelucrarea primară prin uscare, a unor specii de plante medicinale și aromatice.

Scopul principal al etufării gogoșilor de mătase este de a proteja calitatea acestora, pentru a putea fi stocate timp îndelungat. Gogoșile condiționate corect pot fi supuse altor operații în vederea obținerii firelor: curățirea de scame a gogoșilor, opărirea, trefilarea etc.

Domeniul de utilizare al echipamentului cuprinde toate rasele de viermi de mătase care se cresc în România. În ceea ce privește uscarea plantelor medicinale și aromatice, domeniul de utilizare este foarte larg, cuprinzând specii din flora spontană sau specii cultivate, mai ales cele pretabile la sistemul de cultura intercalată.

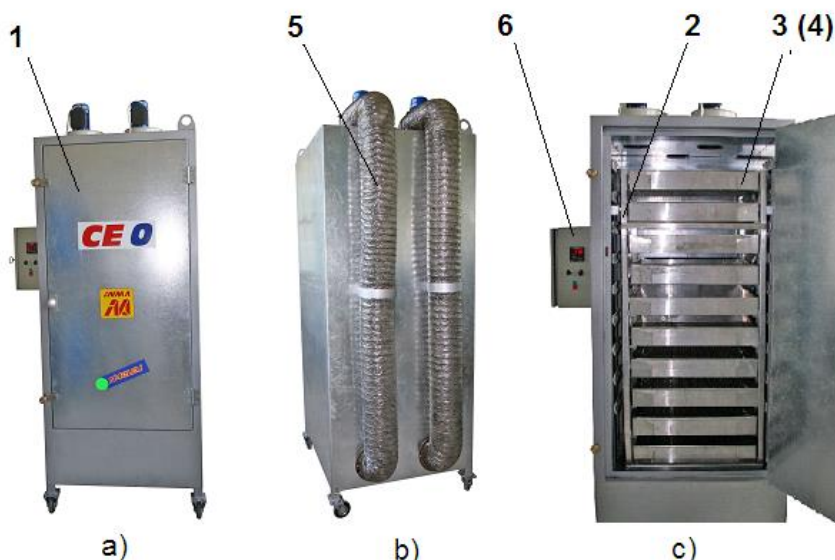
Extinderea domeniului de utilizare a echipamentului se încadrează în obiectivul general al lucrării. Acesta se referă la *”Tehnologii inovative de mecanizare, automatizare și informatizare a proceselor agricole și forestiere corespunzătoare agriculturii durabile, dezvoltării rurale, securității și siguranței alimentare”*.

##### Descriere și caracteristici generale

###### Componență

Modelul experimental al cuptorului de etufare gogoși de mătase **CE-0** este astfel conceput încât să acționeze asupra produsului, funcție de cerințele de calitate impuse de acesta. Principalele subansamble, care intră în componența modelului experimental, realizate conform documentației de execuție, sunt prezentate în figura 3.1:

- 1- Incinta de uscare asamblată;
- 2- Suport sertare;
- 3- Sertar 1 (gogoși de mătase);
- 4- Sertar 2 (plante medicinale);
- 5- Instalația de recirculare aer;
- 6- Instalația electrică și de automatizare.



**Fig. 3.1** – Cuptor de etufare CE-0  
a) vedere din față; b) vedere din spate; c) vedere în interior

### Descriere generală

- **Incinta de uscare** este o construcție metalică tip dulap, cu pereți izolați. Pe aceasta se fixează toate celelalte subansamble ce compun echipamentul. Elementul principal al incintei este cadrul metalic. Acesta este o construcție metalică sudată din țevi pătrate, rectangulare sudate și profile cu pereți subțiri. Pe cadru sunt fixați pereții, ce au o grosime de 52 mm, constituiți din elemente metalice din tablă zincată, fixate cu nituri tubulare de cadrul metalic. Între aceștia și cadru este amplasată izolația constituită din vată minerală.

Cadrul susține ușa de acces, aceasta fiind o construcție metalică cu dimensiunile 820x1660x52, ce asigură închiderea ermetică a cuptorului. Zăvoarele ușii realizează asigurarea împotriva deschiderii necomandate.

Podeaua metalică desparte incinta de uscare propriu zisă de incinta inferioară, în care sunt amplasate elemente ale instalației de recirculare aer și ale instalației electrice, precum și deflectorul curentului de aer.

Sistemul de reîmprospătare aer este constituit din două orificii rectangulare: 100 x 100 mm, amplasate pe perețele superior al incintei propriu-zise de uscare, spre spatele cuptorului, acoperite de capace ghidate, a căror deschidere/închidere este comandată automat de către actuator.

- **Suportul sertare** este o construcție ușoară din profile de aluminiu, având dimensiunile de gabarit 800x660x1500 mm. Prin scoaterea, respectiv adăugarea de elemente suport, distanța între sertarele amplasate pe verticală poate fi modificată, funcție de produsul ce se usucă. Sertarele pentru gogoșile de mătase sunt amplasate la o distanță de 150 mm, ele fiind în număr de 10, iar cele pentru plante medicinale sunt amplasate la o distanță de 100 mm, fiind în număr de 15.

- **Sertarul 1** destinat gogoșilor de mătase, este confecționat din tablă subțire de aluminiu, cu perforații de  $\varnothing 15$ , pentru a permite circulația aerului pe direcție verticală. Suprafața utilă a sertarului este de 0,48 m<sup>2</sup> (600x800mm). Pentru un randament ridicat al procesului de uscare a gogoșilor de mătase, acestea se așează în cel mult două straturi.

- **Sertarul 2** destinat plantelor medicinale și aromatice, este confecționat din tablă de aluminiu și țesătură metalică din oțel inoxidabil. Această construcție permite circulația aerului cald pe direcție verticală, iar dimensiunile reduse ale ochiului țesăturii, înlătură pericolul pierderilor de fragmente mici din produs după uscare. Pentru confecționarea sertarelor s-a ales tablă de aluminiu datorită conductibilității termice ridicate și greutateii specifice reduse.

- **Instalația de recirculare aer** are rolul de a uniformiza temperatura și umiditatea în interiorul incintei de uscare. Instalația este formată din două module, amplasate aproximativ simetric la distanța de 400 mm (lățimea camerei de uscare la interior este  $l = 820$  mm). Aerul cald aspirat de cele două ventilatoare prin partea superioară a cuptorului este reintrodus în incintă, în partea inferioară, printr-un sistem de tuburi, ajutaje și racorduri (fig.1 b). Circulația aerului în incintă este facilitată de deflectorul de aer (un perete de tablă, curbat) care direcționează aerul spre o fantă de 75 mm lățime, existentă între perețele interior față și podea, pe toata lățimea interioară a cuptorului. Aerul este asigurat de două ventilatoare centrifugale de medie presiune, tip CMP-514-2M, care pot transporta aer cald.

- **Instalația electrică și de automatizare** cuprinde sistemul de încălzire, elementele care-l comandă și alimentează, precum și cele care asigură alimentarea și comanda motoarelor ventilatoarelor sistemului de recirculare aer, respectiv sistemele de comandă automată ale sistemului de reîmprospătare aer.

De asemenea instalația mai cuprinde următoarele componente: regulator de temperatură, termocuple; sursă în comutație 220V/24V c.c., contactor static; conductor, senzor de umiditate, butoane de comandă, conductor etc. Fluxul termic transmis între fluid și solid cu care se operează în cadrul procesului termic ce se desfășoară în cuptorul de etufare este complex, fiind o combinație între convecția termică și radiație, utilizată cu precădere în aplicațiile tehnice industriale.

Sistemul de încălzire al cuptorului se compune dintr-un sistem de încălzire principal compus din 36 de radiatoare infra ceramice, ce se caracterizează prin distribuirea uniformă a căldurii și suprafață radiantă mare. S-au folosit radiatoare tip FSR. Forma concavă a acestora reduce sarcina termică a spațiului de cuplaj termic.

Radiatoarele infraceramice ce sunt amplasate uniform pe pereții laterali ai cuptorului (câte 18 radiatoare), câte 2 pe fiecare rând, la distanța de 500 mm (între centre), distanța între rânduri pe verticala fiind  $l = 150$  mm (fig. 5). Pentru protecția lămpilor s-au amplasat pe pereții interiori ai incintei și pe podea, opritoare și ghidaje pentru suport sertare.

Sistemul de încălzire cuprinde și un sistem de încălzire suplimentar compus din 2 baterii electrice pentru aer condiționat MINI-SOPOR, tip BSMC2 de mici dimensiuni,  $L \times l \times h = 26 \times 30 \times 160$

mm. Aceste baterii sunt amplasate pe traseul de recirculare a aerului cald și vor asigura o încălzire suplimentară a aerului cald, atunci când lămpile infraceramice vor funcționa parțial sau deloc. Funcționarea întregului sistem de încălzire este comandată de regulatorul de temperatură, pentru reglarea temperaturilor programate.

Șibărele sistemului de reîmprospătare aer sunt acționate de 2 actuatori BELIMO, tip LH24A-MF100. Ele funcționează în logică + sau -, asigurând o deplasare de max. 100 mm a șibărului. Funcționarea actuatorilor este comandată de senzorul de umiditate, instalația conținând și un sistem automat de semnalizare și oprire a alimentării cu energie electrică, în caz de avarie sau de depășire accidentală a limitei de temperatură de 120°C.

Pentru o manevrabilitate ușoară, cuptorul este dotat cu roți (din care 2 sunt pivotante) și ochiuri de prindere.

#### *Descriere funcțională*

Gogoșile de mătase pregătite pentru uscare se împrăștie manual și uniform pe suprafața sertarelor (cca. 2÷3 kg / sertar), în cel mult două straturi suprapuse. Alimentarea cuptorului se realizează manual, pe ușa de acces în camera de uscare. Odată finalizată operațiunea de încărcare a suportului sertare din camera de uscare, se procedează la închiderea ermetică a ușii și asigurarea acesteia.

Se programează parametrii de funcționare ai cuptorului în conformitate cu caracteristicile produsului și cerințele privind gradul de uscare, viteza de uscare, umiditatea etc. Este pus în funcțiune sistemul de încălzire principal (lămpile infraceramice) și sistemul de recirculare aer cald, realizând procesul termic printr-o combinație între convecția termică și radiație, între fluid și solid transmițându-se un flux termic complex. În funcție de necesități se utilizează sistemul de reîmprospătare aer sau cel de încălzire suplimentară.

Ciclul de uscare poate avea o durată variabilă între 3÷7 ore funcție de tipul de uscător, de tipul fluidului de uscare, de caracteristicile gogoșilor. Temperatura maximă de uscare poate varia de la 85°C la 110°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ). Așa cum s-a prezentat în descrierea constructivă, ME dispune de suficiente posibilități de reglare și control astfel încât să asigure un regim adecvat de uscare, pentru a obține o calitate corespunzătoare pentru gogoșile etufate. Gradul de uscare final al gogoșilor de mătase trebuie să fie de 38÷42%, adică la finalul procesului 100 g de gogoși trebuie să cântărească între 38÷42 g.

Pentru uscarea plantelor medicinale se procedează la pregătirea acestora pentru această operație, funcție de specie, fiind apoi distribuite manual în sertarele destinate lor. Suportul a fost pregătit în prealabil, astfel încât să poată fi încărcat cu 15 sertare. Odată finalizată operația de încărcare și închidere a cuptorului, se programează parametrii de funcționare. Practica îndelungată a stabilit că pentru uscarea plantelor ce conțin uleiuri volatile temperatura maximă nu trebuie să depășească 35°C, iar pentru cele care conțin alcaloizi și glicozizi este cuprinsă între 50 și 80°C. Plantele medicinale și aromatice au un conținut inițial de apă, ce variază între 45 și 95 % și sunt supuse procesului de uscare până la un conținut de apă, în general sub 14%.

Pentru modelul experimental al cuptorului de etufare CE-0, regimurile optime de funcționare pentru etufarea gogoșilor de mătase sau pentru prelucrarea primară prin uscare a plantelor medicinale, se vor definitiva la experimentări.

#### *Caracteristici tehnico-funcționale ale ME cuptor de etufare gogoși de mătase CE-0*

Tip cuptor.....	staționar, tip dulap;
Modul de operare .....	automat
Tip sistem încălzire .....	electric;
Tensiunea de alimentare (V) .....	220;
Tipul elementelor de încălzire .....	radiatoare infraceramice FSR
Număr elemente de încălzire (buc.) .....	36;
Putere elemente de încălzire (W) .....	250;
Tipul elementelor de încălzire suplimentară .....	baterii electrice BSMC2;
Număr elemente suplimentare (buc.).....	2
Putere elemente suplimentare (W) .....	2000;
Volumul camerei de etufare (m <sup>3</sup> ) .....	2,01;
Tip suport sertare .....	vertical, mobil;
Distanța între sertare pe verticală (mm) .....	100/150
Număr sertare (buc.) .....	10 /15
Suprafața utilă a sertarelor (m <sup>2</sup> ) .....	0,48;
Tipul instalației de ventilație .....	cu recircularea aerului cald;

Tip ventilator .....	CMP-514-2M
Putere (kW) .....	0,18;
Frecvența de rotație (min <sup>-1</sup> ).....	2700;
Debit de aer( m <sup>3</sup> / h).....	1000;
Diametru orificiu de aspirație (mm) .....	140;
Diametru tub recirculare aer (mm).....	195;
Sistem reîmprospătare aer .....	capac cu cdt. automată,
Dimensiuni orificiu aer (mm) .....	100x100;
Dimensiuni incinta de uscare asamblată:	
- lungime (mm) .....	1052±1;
- lățime (mm) .....	922±1;
- înălțime (mm) .....	2111±1;
Dimensiuni de gabarit:	
- lungime (mm).....	1320;
- lățime (mm).....	1172;
- înălțime (mm) .....	2535;
Putere (kW) .....	4,9÷9,6;
Masa (kg) .....	348.

## ETAPA 4

### REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:

#### Încercări experimentale

#### CONSIDERAȚII GENERALE

Diversificarea activităților economice și îmbunătățirea vieții în mediul rural, prin relansarea îndeletnicirilor de tradiție, o regăsim în majoritatea planurilor și strategiilor de dezvoltare regională. Numeroase zone geografice întrunesc condiții ecopedologice și sociale adecvate pentru relansarea *sectorului sericicol*. Firul de mătase și în final mătasea sunt deosebit de prețioase. Deasemenea și produsele secundare (crisalide, excreta, resturi de frunză de dud, gogoși nefilabile) sunt la fel de importante și de căutate pe piață. Ele pot fi utilizate pentru producerea de: medicamente, biostimulatori alimentari, ulei de crisalidă folosit în cosmetică, adaosuri furajere proteice, fir chirurgical, fir de borangic utilizat în electronică, tipuri noi de furaje utilizate în creșterea sturionilor și a crapului etc.

Frunzele de dud sunt principala sursă de hrană a viermilor de mătase. Este mai avantajos ca baza furajeră să fie asigurată din plantații intensive de dud sau microplantații (cca. 1000 m<sup>2</sup>). Frunzele de dud prezintă și efecte curative, putând fi folosite mai ales ca remediu la tratarea diabetului, intrând în compoziția unor formule de infuzie sau pot face parte din structura unor ceaiuri dietetice. La animale sunt recomandate în tratarea tulburărilor digestive, tulburări de metabolism, gastrite și gastroenterite.

Cultivarea plantelor medicinale și aromatice reprezintă un alt domeniu de tradiție pentru țara noastră, încă insuficient exploatat. Necesitatea cultivării acestora în România decurge din faptul că flora spontană nu poate asigura necesarul tot mai ridicat de materie primă. Unele plante medicinale și aromatice nu cresc spontan în țara noastră, altele existente în flora spontană, fiind rare sunt monumente ale naturii, iar altele, cu toxicitate ridicată sunt eliminate sistematic din pajiști, astfel că la aceste specii materia primă nu se poate obține decât prin cultivarea lor. Unele plante medicinale prezintă și importanță fitoameliorativă, putând valorifica terenuri mai puțin propice altor culturi. În România se cultivă peste 50 de specii de plante medicinale și aromatice, cu tendință de creștere, pe măsura sporirii solicitărilor din partea industriei chimico-farmaceutice, a altor beneficiari interni și a posibilităților de valorificare tot mai eficientă a acestor produse la export.

Integrarea culturilor de plante medicinale în asolamentele deja existente din plantațiile de dud prin promovarea culturilor intercalate, este o soluție pentru utilizarea cât mai eficientă a terenului, generând și avantaje economice.

Cum în ambele domenii se practică numai culturi în sistem ecologic sau „bio”, ele pot fi combinate cu succes, mai ales dacă aceasta poate fi susținută de utilaje multifuncționale care să răspundă cerințelor fermierilor.

Domeniul de utilizare al echipamentului cuprinde toate rasele de viermi de mătase care se cresc în România. În ceea ce privește uscarea plantelor medicinale și aromatice, domeniul de utilizare este foarte larg, cuprinzând specii din flora spontană sau specii cultivate, mai ales cele pretabile la sistemul de cultură intercalată, în asolamentele deja existente ale plantațiilor de dud.

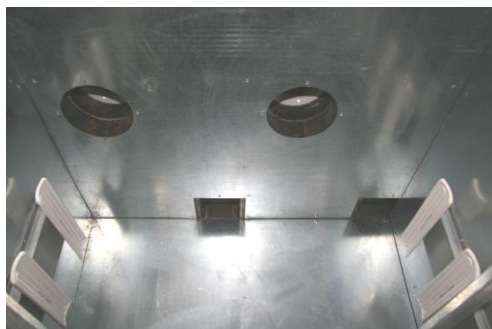
### **Descriere generală**

Incinta de uscare este o construcție metalică tip dulap, cu pereți izolați. Pe aceasta se fixează toate celelalte subansamble ce compun echipamentul. Elementul principal al incintei este cadrul metalic. Acesta este o construcție metalică sudată din țevi pătrate, rectangulare sudate și profile cu pereți subțiri. Pe cadru sunt fixați pereții. Între aceștia și cadru este amplasată izolația.

Cadru susține ușa de acces, care asigură închiderea ermetică a cuptorului. Zăvoarele ușii realizează asigurarea împotriva deschiderii necomandate.

Podeaua metalică desparte incinta de uscare proriu zisă de incinta inferioară, în care sunt amplasate elemente ale instalației de recirculare aer, ale instalației electrice, precum și deflectorul curentului de aer. Acesta direcționează aerul din incinta inferioară prin fanta existentă pe toată lățimea interioară a cuptorului, în incinta de uscare. Podeaua este detașabilă pentru a permite accesul în incinta inferioară.

Sistemul de reîmprospătare aer este constituit din două orificii (fig. 4.1a) rectangulare (100x100 mm) amplasate pe peretele superior al incintei propriu zise de uscare, spre spatele cuptorului, acoperite de capace ghidate, a căror deschidere/închidere este comandată automat de către actuatori (fig. 4.1b).



a) peretele superior interior



b) peretele superior exterior

**Fig. 4.1** - Peretele superior al incintei

Suportul sertare este o construcție ușoară din profile de aluminiu. Prin scoaterea, respectiv adăugarea de elemente suport, distanța între sertarele amplasate pe verticală, poate fi modificată funcție de produsul ce se usucă. Sertarele pentru gogoșile de mătase sunt amplasate la o distanță de 150 mm, ele fiind în număr de 10, cele pentru plante medicinale și aromatice sunt amplasate la o distanță de 100 mm, fiind în număr de 15.

Instalația de recirculare aer are rolul de a uniformiza temperatura și umiditatea în interiorul incintei de uscare, fiind formată din două module, amplasate simetric, fiecare realizând recircularea aerului pentru 1/2 din incintă. Aerul cald aspirat de cele două ventilatoare prin partea superioară a cuptorului este reintrodus în incintă, în partea inferioară, printr-un sistem de tuburi, ajutaje și racorduri. Circulația aerului în incintă este facilitată de deflectorul de aer. Pentru recircularea aerului s-au utilizat două ventilatoare centrifugale de medie presiune care pot transporta aer cald (temperatura maximă curent de aer = 120°C), tip CMP-514-2M.

Instalația electrică și de automatizare cuprinde sistemul de încălzire, elementele care-l comandă și alimentează, precum și cele care asigură alimentarea și comanda motoarelor ventilatoarelor sistemului de recirculare aer, respectiv sistemele de comandă automată ale sistemului de reîmprospătare aer.

Sistemul de încălzire cuprinde și un modul de încălzire suplimentar compus din baterii electrice pentru aer condiționat MINI-SOPOR, tip BSMC2. Aceste baterii sunt amplasate pe traseul de recirculare a aerului cald și asigură o încălzire suplimentară a aerului, atunci când lămpile infraceramice funcționează parțial sau deloc.

Funcționarea întregului sistem de încălzire este comandată de regulatorul de temperatură, pentru reglarea temperaturilor programate. Specificațiile tehnice ale regulatorului de temperatură sunt următoarele:

Tensiune alimentare: 100-24-Vca, 50/60 Hz;

Putere consumată.....< 10VA;  
Element memorie.....EEROM;  
Metodă de reglare.....PID sau bipozițional.

Metoda de reglare se alege funcție de marja de temperatură care se impune uscării unui anumit tip de produs. Motoarele ventilatoarelor alimentate de la rețea sunt dotate cu convertizoare de frecvență, care asigură variația frecvenței de rotație a ventilatoarelor, determinând variația debitului de aer recirculat.

Instalația conține un sistem automat de semnalizare și oprire a alimentării cu energie electrică, în caz de avarie sau de depășire a limitei de temperatură de 120°C.

### **Descriere funcțională**

Gogoșile de mătase pregătite pentru uscare se distribuie manual și uniform pe suprafața sertarelor (cca. 2÷3 kg / sertar), în cel mult două straturi suprapuse.

Alimentarea cuptorului se execută manual, pe ușa de acces în camera de uscare. Odată finalizată operațiunea de încărcare a suportului sertare din camera de uscare, se procedează la închiderea ermetică a ușii și asigurarea acesteia.

Se programează parametrii de funcționare ai cuptorului în conformitate cu caracteristicile produsului și cerințele privind gradul de uscare, viteza de uscare, umiditatea etc. Este pus în funcțiune sistemul de încălzire principal (lămpile infraceramice) și sistemul de recirculare aer cald, realizând procesul termic printr-o combinație între convecția termică și radiație, între fluid și solid transmițându-se un flux termic complex. În funcție de necesități poate funcționa sistemul de reîmprospătare aer sau sistemul de încălzire suplimentară.

O temperatură prea ridicată poate arde gogoșile, modificându-le culoarea iar o ventilare slabă poate determina o temperatură și umiditate ridicate, ceea ce va dăuna calității înfășurării firului de mătase. Gradul de uscare final al gogoșilor de mătase trebuie să fie de 38÷42%.

Pentru uscarea plantelor medicinale se procedează la pregătirea acestora funcție de specie, fiind apoi distribuite manual în sertare. Odată finalizată operațiunea de încărcare și închidere a cuptorului, se programează parametrii de funcționare. În cazul uscării plantelor medicinale procesul se desfășoară diferențiat, funcție de consistența organelor utile, de cantitatea de apă pe care o conțin și de condițiile obligatorii pentru păstrarea principiilor active. Practica îndelungată a stabilit că pentru uscarea plantelor ce conțin uleiuri volatile temperatura maximă nu trebuie să depășească 35 - 40°C, iar pentru cele care conțin alcaloizi și glicozizi este cuprinsă între 50 și 60°C. Aceste temperaturi sunt cele de regim, la care viteza de uscare este constantă pentru fiecare specie.

Pregătirea materialului vegetal începe încă de la recoltare. Partea utilă a plantelor medicinale și aromatice poate fi reprezentată prin:

- *Organe subterane*: rădăcini-*radix*, rizomi-*rhizoma*, bulbi-*bulbus*, tuberculi-*tuber*;
- *Organe aeriene*: tulpina cu frunze și flori – *herba*, frunzele – *folium*, florile – *flores*, fructul – *fructus*, coaja – *cortex*, mugurii – *gemmae*, semințe – *semen*.

Plantele medicinale și aromatice au un conținut inițial de apă, ce variază între 45 și 95 % și sunt supuse procesului de uscare până la un conținut de apă, în general sub 14%.

Procesul poate fi reluat de câte ori este nevoie pentru orice tip de produs.

### **METODOLOGIE TESTARE CUPTOR DE ETUFARE**

Prezenta metodologie are ca obiect stabilirea unei modalități de testare a funcționării unui cuptor utilizat pentru etufarea gogoșilor de mătase și pentru uscarea plantelor medicinale și aromatice.

#### **Reguli de lucru**

##### **Condiții și acțiuni prealabile**

- se pregătește materialul ce urmează să fie procesat
- se stabilește temperatura maximă de lucru;
- se stabilește metoda de control pentru regulatorul de temperatură, algoritmul PID (Proportional-Integrativ-Derivativ) sau algoritmul bipozițional;
- se echipează cuptorul cu suportul pregătit pentru gogoși de mătase sau pentru plante medicinale și aromatice;
- se pregătește materialul pentru procesare;
- se conectează la sursa de tensiune;
- se optimizează parametrii regulatorului de temperatură, folosind opțiunea de self-tuning

(autocalibrare), pentru care: se seteaza temperatura de lucru, se pornește cuptorul în gol și se așteaptă o perioadă timp până când regulatorul și-a adaptat parametrii, astfel încât eroarea înregistrată dintre valoarea setată a temperaturii și valoarea măsurată să tindă spre zero.

#### **Program de incercare**

- pentru fiecare produs se înregistrează :
  - a) momentul pornirii;
  - b) perioada de preîncălzire;
  - c) perioada de uscare propriu zisă;
  - d) perioada finală, cu viteză de răcire descrescândă.
- pentru fiecare tip de materialul ce se procesează și variantă de funcționare a cuptorului la intervale de timp egale se înregistrează: umiditatea aerului , temperatura și consumul de putere. Variantele de funcționare ale cuptorului se referă la:
  - a) funcționează numai sistemul principal de încălzire;
  - b) funcționează numai sistemul secundar de încălzire;
  - c) fără recircularea aerului (ventilatoarele nu funcționează);
  - d) cu recircularea aerului (funcționează un ventilator sau amândouă);
  - e) la diferite valori ale deschiderii orificiului de reîmprospătare aer;
- pentru aceleasi condiții ca mai sus la intervale de timp egale se efectuează cântăriri de eşantioane de produs prestabilite pentru determinarea cantității de apă extrase din probă de-alungul procesului de uscare.

#### **Modul de lucru**

Se stabilește și se pregătește produsul cu care se fac experimentările.

Pentru fiecare tip de produs se stabileste un regim de funcționare al cuptorului . Acesta se referă la temperatura maximă, durata aproximativă a procesului și umiditatea finală la care trebuie să ajungă produsul, valoare indicată în standarde sau literatura de specialitate.

Se stabilesc condițiile de funcționare ale cuptorului. Produsul se introduce în cuptor.

Se înregistrează și se determină:

- masa inițială –  $M_0$  (g) a sarcinii introduse în cuptor (g);
- umiditatea inițială a produsului (%).

Se pornește cuptorul și se fac înregistrările conform programului de încercare.

Determinările pentru temperatura  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), umiditatea din incinta de uscare (%), energia consumată (KWh) se realizează la intervalele de timp  $\Delta t_1$  (min).

Determinările pentru cantitățile de apă  $\Delta m$  ( g) extrase din probe se realizează la intervalele intervalele de timp  $\Delta t_2$  (min). Pentru aceste probe se determină și valori ale umidităților intermediare.

Se înregistrează și se determină:

- masa finală –  $M_F$  (g) a sarcinii scoase în cuptor (g);
- umiditatea finală a produsului (%);

În urma determinărilor efectuate se procesează datele și se calculează: umiditatea, viteza de uscare, pentru fiecare produs, trasându-se curbele evoluției parametrilor de stare care caracterizează orice proces de uscare. Se calculează randamentul energetic al cuptorului.

## **REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR EXPERIMENTALE**

### **Considerații teoretice**

În cuptorul de etufare procesul termic se desfășoară prin intermediul unei combinații între convecția termică și radiație, între fluid și solid transmițându-se un flux termic complex, în condițiile în care este posibilă recircularea aerului cald și reîmprospătarea sa. În cazul nostru aerul servește mai ales la vehicularea apei evaporate, la uniformizarea temperaturii și într-o mai mică măsură la transferul de căldură. Factorii care influențează procesul de uscare sunt: natura materiei prime, forma și gradul de mărunțire al acesteia, așezarea acesteia în sertare, temperatura și umiditatea aerului (cu cât aerul va fi mai uscat va antrena mai rapid apa). În practică există o limitare a temperaturii pentru fiecare tip de produs. O temperatură prea ridicată poate arde gogoșile, modificându-le culoarea iar o ventilație slabă poate determina o temperatură și umiditate ridicate, ceea ce va dăuna calității înfășurării firului de mătase. În cazul plantelor medicinale și aromatice limitarea temperaturii este impusă în primul rând, de evitarea distrugerii principiilor active conținute.

Desfășurarea procesului de etufare pentru gogoșile de mătase cât și procesul de uscare pentru plantele medicinale și aromatice se realizează, în trei faze succesive:

- a) perioada de preîncălzire, în decursul căreia căldura este consumată aproape în întregime pentru încălzirea produsului până la stabilirea temperaturii de regim,  
 b) perioada de uscare cu viteza constantă, constituie perioada de deshidratare propriu-zisă și durează până la atingerea umidității higroscopice în stratul periferic.  
 c) perioada de uscare cu viteză descrescândă (perioada finală), în care viteza de deshidratare se reduce treptat.

Cantitatea procentuală de apă  $A$  care trebuie îndepărtată dintr-un produs cu o umiditate inițială  $a_1$  spre a ajunge la un produs final cu  $a_2$  umiditate este dată de relația:

$$A = \frac{100(a_1 - a_2)}{100 - a_2} \quad [\%]$$

Viteza de uscare  $N$ , este dată de cantitatea de apă care se evaporă în unitatea de timp față de 100 kg substanță uscată din produsul pe care-l uscăm și se măsoară în % (din substanța uscată) pe minut.

$$N = F_{100} \times V_{evap} \quad [\% / \text{minut}]$$

în care:

$$F_{100} = S \times 100 \times \varepsilon;$$

$$\varepsilon = \frac{100}{s.u.}$$

- $S$  - suprafața de evaporare pentru 1 kg de produs [ $m^2$ ];

-  $\varepsilon$  - cantitatea de material care conține 1 kg substanță uscată;

-  $s.u.$  - conținutul procentual [%] de substanță uscată din produs;

$V_{evap}$  - viteza de evaporare a umidității, se definește ca fiind cantitatea de apă ce se evaporă de pe unitatea de suprafață în unitatea de timp și se măsoară de obicei în [ $\text{grame}/m^2 \text{ minut}$ ];

Evaporarea de pe suprafața materialului se realizează în măsura în care umiditatea din straturile interne ale produsului migrează către suprafață. Viteza de evaporare a umidității depinde în special de viteza cu care aerul transmite căldura sa produsului care se usucă.

*Randamentul energetic al instalației*

Structura timpului de uscare ( $t_u$ ):

$$t_u = t_{inc.} + t_{vconst.} + t_{usc.fin} + t_{răcire}$$

în care:  $t_{inc.}$  - este timpul de preîncălzire a probei;

$t_{vconst.}$  - timpul de uscare cu viteză constantă

$t_{usc.finală}$  - timpul de uscare finală cu viteză descrescătoare;

$t_{răcire}$  - timpul de răcire a materialului după deschiderea cuptorului.

Date de intrare:

-cantitatea de masă a probei,  $M_0$  (kg);

-umiditatea inițială,  $a_1$  (%);

-cantitatea totală de apă din probă,  $M_{TA}$  (kg);

-cantitatea de substanță uscată,  $SU$  (kg);

-umiditatea finală,  $a_2$  (%);

-temp. inițială,  $T_0$  ( $^{\circ}\text{C}$ );

-temp. medie de uscare,  $T_m$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Randamentul real al procesului de uscare este:

$$\eta_r = \frac{100(G_1 - G_2)}{G_1} (\%);$$

unde:  $G_1$  este greutatea inițială a probei (kg);

$G_2$  - greutatea finală a probei (kg).

Cantitatea de apă extrasă din probă, este:  $M_{AE} = M_0 \cdot \eta_r / 100$  (kg)

Cantitatea de apă reziduală rămasă în probă ( $M_{AR}$ ), este:  $M_{AR} = M_{TA} - M_{AE}$  (kg).

Masa finală a produsului uscat ( $M_F$ ), este:  $M_F = SU + M_{AR}$  (kg).

Verificarea umidității finale procentuale ( $a_F$ ):

$$a_F = \frac{M_{AR}}{M_F} \cdot 100 (\%)$$

Considerând că, substanța uscată din produs rămâne constantă între începutul și sfârșitul uscării, legătura între parametrii inițiali și finali în dinamica procesului de uscare este dată de bilanțul energetic al instalației, care se exprimă matematic prin relația:

$$E = Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \text{pierderi}$$

în care:

$E$  – Energia consumată pentru realizarea cantității de căldură totale consumată în procesul de uscare;

$Q_1$  - cantitatea de căldură absorbită de material în perioada de încălzire, care se determină cu relația:

$$Q_1 = (T_1 - T_0) (SU_M \cdot C_M + C_{ap\grave{a}} \cdot m_{ap\grave{a}}) \quad (\text{Kcal})$$

$Q_2$  - cantitatea de căldură absorbită de material în perioada de uscare cu viteză constantă, se calculează cu relația:

$$Q_2 = C_{vap.} \cdot m_2 \quad (\text{Kcal})$$

$Q_3$  - cantitatea de căldură absorbită de material în perioada de uscare cu viteza de uscare descrescândă (finală), care se exprimă matematic cu formula:

$$Q_3 = C_{vap.} \cdot m_3 \quad (\text{Kcal})$$

În aceste relații simbolurile utilizate au următoarele semnificații:

$T_0$  - temperatura inițială a materialului la introducerea în incinta de uscare;

$T_1$  - temperatura de uscare în faza de uscare cu viteză constantă;

$SU_M$  - cantitatea de substanță uscată din probă;

$C_M$  - căldura specifică a substanței uscate;

$C_{ap\grave{a}}$  - căldura specifică a apei;

$m_{ap\grave{a}}$  - cantitatea totală de apă din probă;

$C_{vap.}$  - căldura de vaporizare a apei;

$m_2$  - cantitatea de apă evacuată din probă în faza de uscare cu viteză constantă;

$Q_3$  - cantitatea de căldură absorbită de materialul din probă în faza finală a uscării;

$m_3$  - cantitatea de apă evacuată din probă în fază finală a uscării.

Știind că: 1 kWh = 861,2 kcal, s-a calculat echivalentul energiei termice consumate în energie

electrică (E):

$$E = \frac{Q_T}{861,2} \cdot (\text{kWh})$$

Randamentul instalației ( $\eta$ ) este:

$$\eta = \frac{E}{E_c}$$

(Relațiile de calcul au fost asimilate cu cele de la deshidratarea fructelor și legumelor.)

### Rezultate experimentale

Experimentările echipamentului CE-0 s-au desfășurat la sediul INMA. Obiectivul acestora l-a constituit verificarea principiului de funcționare și a concepției constructive care a stat la baza realizării utilajului, precum și stabilirea unor performanțe de lucru care definesc și caracterizează procesul tehnologic realizat de acesta.

#### Etufarea gogoșilor de mătase

Aspectul gogoșilor de mătase crude furnizate de SC Sericarom SA, Filiala Cercetare destinate procesului de etufare, în vederea condiționării este prezentat în figura 3.



Fig. 4.2 - Gogoși de mătase



Fig. 4.3 - Determinarea umidității inițiale

Pentru materia primă utilizată s-a determinat umiditatea inițială în ETUVA la 105 °C (fig.4).

a) albe:

- gogoasă întreagă: U=65,47%
- gogoasă goală: U=8,44%
- nimfă: U=78,49%

b) galbene:

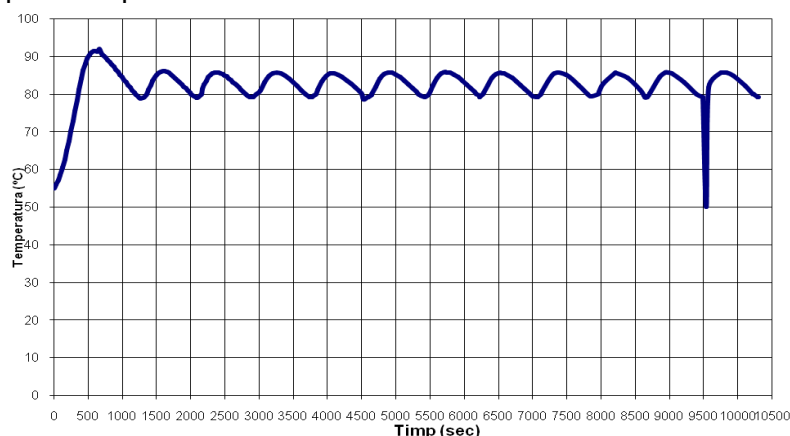
- gogoasă întreagă: U=67,46%
- gogoasă goală: U=9,94%
- nimfă: U=75,76%

Între operațiile preliminare de pregătire a cuptorului pentru experimentări este și aceea de setare a temperaturii maxime cu ajutorul regulatorului de temperatură.

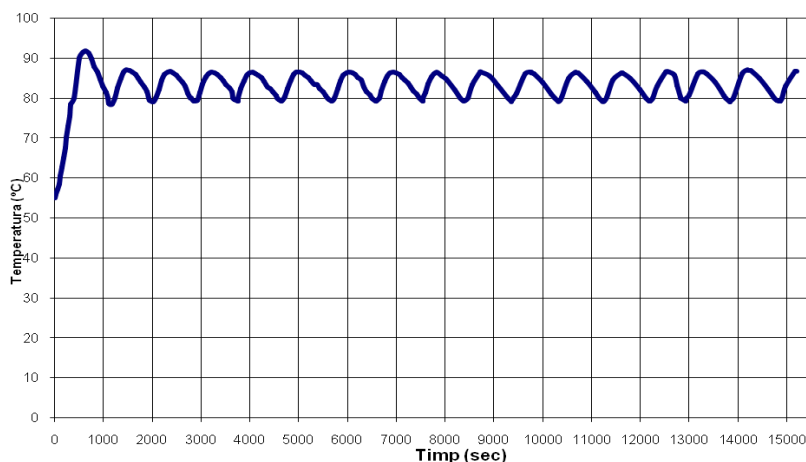
S-au făcut experimentări folosind ambele tipuri de algoritmi de reglare pentru regulatorul de temperatură. S-a constatat că datorită inerției termice mari a sistemului pentru algoritmul de reglare bipozițional eroarea medie înregistrată între temperatura setată și valoarea măsurată a fost de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , o valoare mult prea mare pentru realizarea unui proces de uscare de calitate (fig. 4.4 și fig. 4.5).

Pentru algoritmul de reglare tip DIP, după efectuarea operațiunii de autocalibrare, eroarea medie înregistrată a fost sub  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Acest algoritm s-a dovedit mult mai potrivit pentru tipul nostru de cuptor (fig. 4.6).

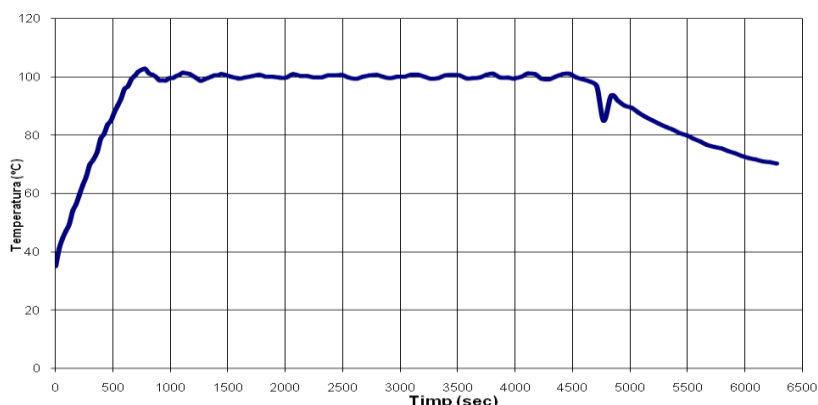
În timpul experimentărilor s-a constatat că este benefic pentru procesul de etufare ca sistemul de recirculare să funcționeze continuu la capacitate maximă, iar fantele sistemului de reîmprospătare aer să fie deschise, pentru a permite eliminarea umidității în exces.



**Fig. 4.4** - Variația temperaturii în cuptor, pentru un ciclu de uscare al gogoșilor cu durata de aprox. 3 ore la temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  (Regulatorul de temperatură setat cu algoritmul bipozițional)



**Fig. 4.5** - Variația temperaturii în cuptor, pentru un ciclu de uscare al gogoșilor cu durata de aprox. 4,5 ore la temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  (Regulatorul de temperatură setat cu algoritmul bipozițional)



**Fig. 4.6** - Variația temperaturii în cuptor, pentru un ciclu de uscare al gogoșilor cu durata de aprox. 3 ore – 1 h la  $T=100^{\circ}\text{C}$  și 2 h la  $T=70^{\circ}\text{C}$  (Regulatorul de temperatură setat cu algoritmul DIP)

Cercetările s-au efectuat în condițiile unor sarcini reduse cantitativ pentru a se stabili regimul de funcționare optim. Pe baza datelor din literatura de specialitate s-au încercat mai multe variante de regim de funcționare. Conținutul optim de umiditate al gogoșilor uscate întregi ar trebui să fie cuprins între 8-12%, după alți autori 100g de gogoși uscate ar trebui să cântărească între 38-42 g, adică 38-42% reprezentând gradul de uscare. Este important ca produsul să fie etufat corect pentru a nu altera calitatea firului de mătase.

Înregistrarea măsurărilor efectuate la experimentări se prezintă în tabelul nr.1 iar curbele tipice ale procesului de etufare sunt redată în fig.8.

Masa inițială a eșantionului:  $M_0 = 100,11\text{g}$ ;

Masa finală a eșantionului:  $M_F = 37,98\text{g}$

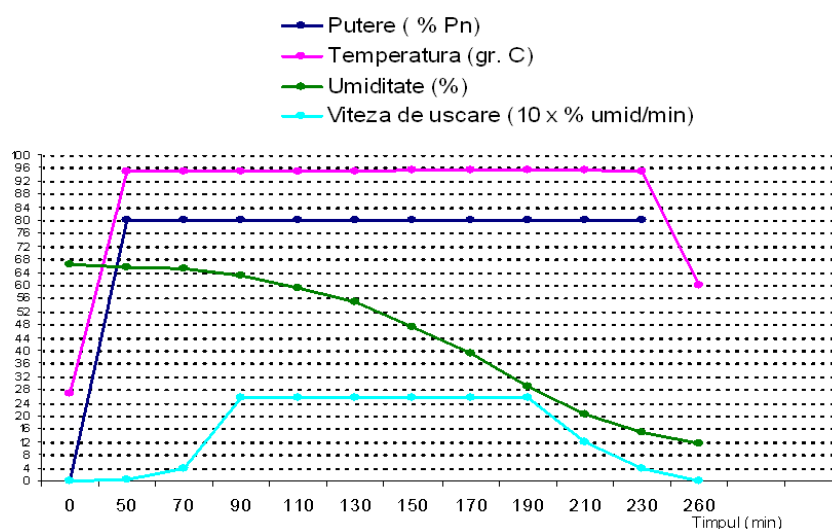
Umiditatea inițială:  $a_1 = 66,46\%$

Umiditatea finală:  $a_2 = 11,60\%$

Calculule și considerațiile legate de viteza de evaporare au fost făcute prin similitudine cu uscarea produselor vegetale.

**Tabel 4.1**

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie [°C]	Mărimi măsurate		Mărimi calculate		Observații
	Între măsurări Δt	Cumulat			Masa probei m (g)	Cant. de apa evaporată în intervalul de măsurare Δm (g)	Umiditatea [%]	Viteza de uscare [%umid/min]	
0	0	0	0	27	100,11	0	66,46	0	
1	50	50	80	95	99	1,11	66,08	0,027	Preîncălzire
2	20	70	80	94,8	96	4,11	65,02	0,4	
3	20	90	80	95,1	90,25	5,75	62,79	2,54	Uscarea cu viteză const.
4	20	110	80	95	82,59	7,66	59,34	2,54	
5	20	130	80	94,9	74,45	8,14	54,9	2,54	
6	20	150	80	95,5	63,88	10,57	47,43	2,54	
7	20	170	80	95,2	54,99	8,89	38,94	2,54	
8	20	190	80	95,4	47,24	7,75	28,92	2,54	
9	20	210	80	95,3	42,22	5,02	20,48	1,2	Uscare finală
10	20	230	80	95	39,48	2,74	14,95	0,39	
11	30	260	0	60	37,98	1,5	11,6	0,013	Răcire



**Fig. 4.7** - Variația parametrilor de stare în timpul etufării gogosolor de mătase într-un ciclu desfășurat la la temperatura de 95°C

Apecte din timpul pregătirii experimentărilor cuptorului pentru etufarea gogoșilor de mătase sunt prezentate în figura 4.8.



Fig. 4.8 - Gogoși în sertarele din cuptorul de etufare

Pentru un ciclu de uscare în care s-a procedat la menținerea gogosilor timp de 1h la  $T=100^{\circ}\text{C}$  și apoi menținerea la  $T=90^{\circ}\text{C}$  timp de 3 h, înregistrarea măsurărilor efectuate la experimentări se prezintă în tabelul nr.2 iar curbele tipice ale procesului de etufare sunt redată în fig. 4.9.

Masa inițială a eșantionului:  $M_0= 500\text{g}$ ;

Masa finală a eșantionului:  $M_F=215,85\text{ g}$

Umiditatea inițială:  $a_1= 62,72\%$

Umiditatea finală:  $a_2= 13,63\%$

Tabel 4.2

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie [°C]	Mărimi măsurate		Mărimi calculate		Observații
	Între măsurări Δt	Cumulat			Masa probei m (g)	Cant. de apa evaporată în intervalul de măsurare Δm (g)	Umiditatea [%]	Viteza de uscare [%umid/min]	
0	0	0	0	26,9	500		62,72	0	
1	55	55	80	100			62	0,023	Preîncălzire
2	20	75	80	99,5	476,89	23,11	60,91	0,38	
3	20	95	80	99,9	452,69	24,2	58,82	2,58	Uscarea propriu zisa
4	20	115	80	100,2	426,41	26,28	56,28	2,58	
5	20	135	80	94,7	394,04	32,37	52,69	2,58	
6	20	155	80	90,1	358,58	35,46	48,01	2,52	
7	20	175	80	90,5	320,57	38,01	41,85	2,52	
8	20	195	80	90,2	287,32	33,25	35,12	2,52	
9	20	215	80	90,4	256,98	30,34	27,46	2,52	Uscare finală
10	20	235	80	90,1	234,97	22,01	20,67	1,01	
11	20	255	80	90,2	221,35	13,62	15,78	0,35	Răcire
12	30	285	0	60	215,85	5,5	13,63	0,012	

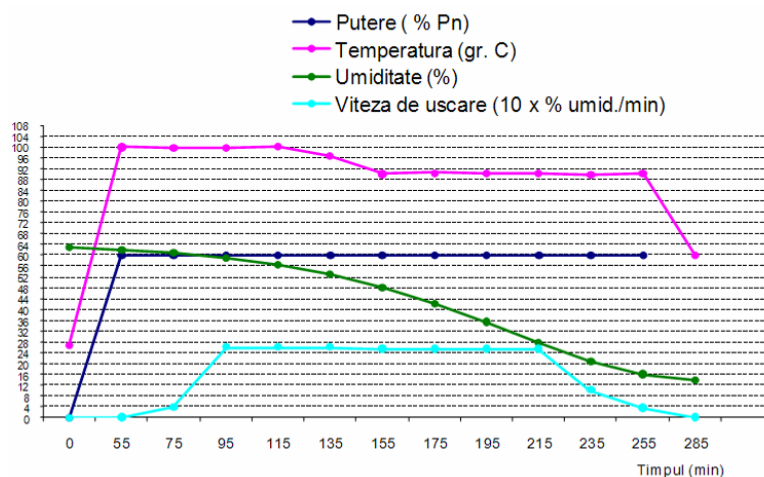


Fig. 4.9 - Variația parametrilor de stare în timpul etufării gogoșilor de mătase

În timpul funcționării cuptorului s-au efectuat măsurători cu analizorul de fază și frecvență Chauvin Arnoux – CA 8334 (fig. 4.10) pentru determinarea consumului de energie.



Fig. 4.10 - Utilizarea analizorului de fază CA 8334

În timpul procesului de etufare s-a măsurat consumul în momentul funcționării a 2 linii de radiatoare infraceramice (fig. 4.11a) și în momentul funcționării a 4 linii (fig. 4.11b) – consum maxim.



Fig. 4.11 - Înregistrarea vârfurilor de consum

a) Înregistrarea consumului pentru 2 linii de radiatoare infraceramice

b) Înregistrarea consumului pentru 4 linii de rad. infraceramice

Valorile înregistrate 4,9 kWh , respectiv 9,6 kWh sunt vârfuri de consum, deoarece din cauza inerției mari a sistemului principal de încălzire (radiatoarele infraceramice caracterizate de suprafață radiantă mare și distribuție uniformă a căldurii) precum și a regulatorului de temperatură, consumul de energie electrică este intermitent, pe parcursul procesului de etufare consumându-se cel mult 80% din puterea maximă.

#### *Deshidratarea plantelor medicinale și aromatice*

Uscarea artificială a plantelor medicinale pe lângă performanța de a se realiza în timp mult mai scurt asigură cantități incomparabil mai mari de drog, iar materialul vegetal util este de calitate superioară, deoarece procesele enzimatice de degradare sunt inhibitate rapid la temperaturi ridicate.

Datorită pierderii apei volumul produsului scade, schimbându-și aspectul mai ales la suprafață. Numai părțile tari își schimbă forma în timp ce părțile aeriene se zbârcesc. Culoarea produsului vegetal uscat trebuie să rămână însă neschimbată. Frunzele rămân verzi iar florile își păstrează culoarea naturală. Culoarea arată dacă uscarea a fost făcută sau nu în mod corespunzător. Produsul uscat trebuie mănuit cât mai puțin posibil, pentru că se sfărâmă la cea mai mică atingere uneori pierzându-și complet valoarea.

Frunzele de dud alb *Morus alba* L sunt folosite ca hrană pentru viermii de mătase dar și ca remedii în terapia tradițională., mai ales ca remediu pentru diabet. În terapia animalelor pot fi folosite în tulburări digestive, de metabolism sau se pot administra pentru efectul lor astringent, sub forma de pulbere, în rația de bază.

O primă experimentare de utilizare a cuptorului de etufare și pentru uscarea plantelor medicinale s-a realizat pentru frunze de dud.

Pentru efecte terapeutice, frunzele se recoltează în perioada solstițiului de vară, în luna august frunzele având o altă consistență și un alt conținut de principii active.

Frunzele au fost recoltate fără pețiol. Materialul pentru uscat s-a prezentat ca fiind foarte neuniform, frunzele având mărimi diferite și aflate în diverse stadii de dezvoltare.

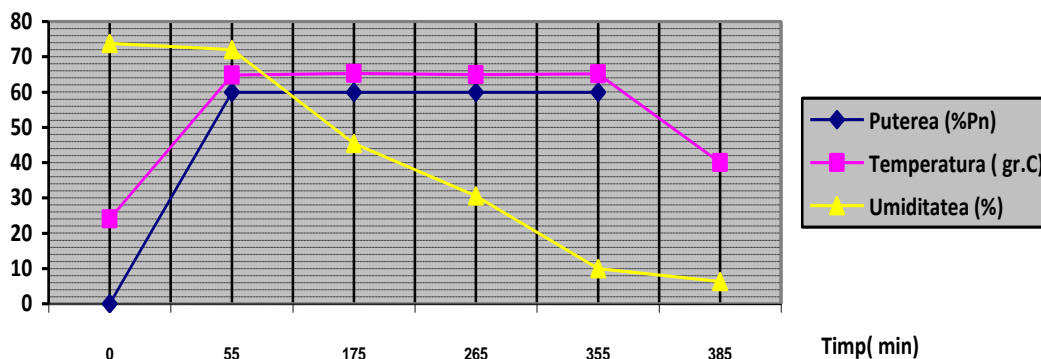
Materia primă a fost distribuită în mod egal în cele 15 sertare, aprox. 350 g. La intervale de timp s-au cântărit plantele din fiecare sertar pentru a se constata cantitatea de apă pierdută. Cantitățile din tabelul nr.3 au o marjă de eroare de 3 % pentru că cu cât procesul de uscare avansa, unele dintre frunze se sfărâmau la cea mai mică atingere.

Temperatura de regim a fost reglată la 65°C. Umiditatea inițială a fost de aprox. 73,85%, iar cea finală aprox. 6,3%. Valorile măsurate și calculate sunt prezentate în tabelul 4.3.

Umiditățile intermediare au fost calculate în funcție de cantitatea medie de apă pierdută pe parcursul procesului. Materia primă nefiind în stare tocată nu s-a putut utiliza termobalanța, care acceptă numai cantități mici (max 10g). În fig. 4.12 este prezentată evoluția parametrilor de stare în procesul de uscare a frunzelor de dud în cuptorul de etufare. În figura 4.13 este prezentat aspectul produsului la finalul procesului.

**Tabel 4.3**

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie (°C)	Mărimi măsurate		Mărimi calculate
	Între măsurări Δt	Cumulat			Masa medie a probelor m (g)	Cant. medie de apă evaporată în intervalul de măsurare Δm (g)	Umiditatea medie [%]
0	0	0	0	24	350,3	0	73,85
1	55	55	60	64,8	350,3		
2	120	175	60	65,3	167,76	182,54	45,41
3	90	265	60	64,9	132,15	35,61	30,69
4	90	355	60	65,1	101,77	30,38	10,01
5	30	385	0	40	97,74	4,03	6,3



**Fig. 4.12** - Variația unor parametri de proces la uscarea frunzelor de dud

Culoarea verde intens, la fel ca cea naturală, ne demonstrează că procesul de uscare s-a desfășurat corect



**Fig. 13** - Frunzele de dud la finalul procesului de uscare

Țelina *Apium graveolens.L* este cunoscută ca legumă și condiment. În terapie se folosesc rizomii rădăcinile cât și partea aeriană. Uscarea artificială se face la temperaturi cuprinse între 35-40°C. Se folosește în terapia umană ca aperitiv și diuretic, contra retenției urinare, pentru scăderea tensiunii arteriale etc. În hrana animalelor poate fi administrată uscată sau proaspătă ca regulator al digestiei și corector de gust.

Materialul pentru uscare a fost furnizat de SC Hofigal SA, fiind reprezentat de o mostră de material neuniform, tocat (frunze și tulpini), cu fragmente mari peste 2 cm lungime și fragmente foarte mici sub 5mm<sup>2</sup>, în figura 15, materialul era pregătit astfel pentru o operație de extracție.

Materialul a fost repartizat egal în sertare (fig. 4.15), într-un strat mai gros. Procesul de uscare s-a desfășurat la o temperatură de regim de 40°C.



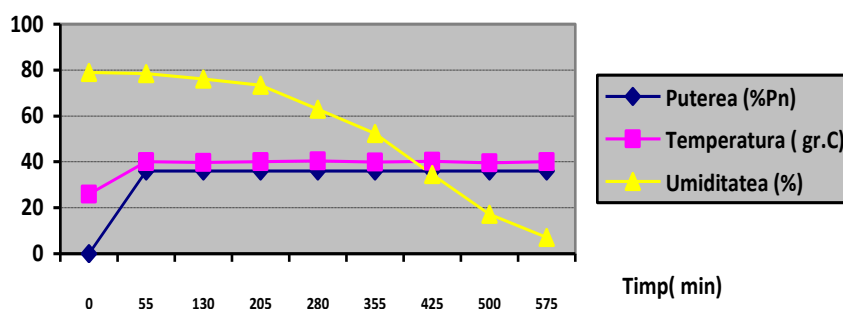
**Fig. 4.14** - Materia primă - țelina tocată      **Fig. 4.15** - Țelina tocată distribuită în sertare pregătită pentru uscare

Pe parcursul procesului s-au prelevat probe și s-au determinat umidități intermediare cu termobalanța. Cantitățile acceptate de aceasta fiind mici, determinările reprezintă valori aproximative. În tabelul 4.4 se prezintă valorile înregistrate în timpul procesului de uscare. Umiditatea scade mai rapid când sistemul de recirculare aer funcționează la capacitate.

**Tabel 4.4**

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie [°C]	Umiditatea (det. cu termobalanța) [%]	Nr. de ventilatoare în funcțiune
	Între măsurări [Δt]	Cumulat				
0	0	0	0	26	78,93	0
1	55	55	36	40	78,5	1
2	75	130	36	39,8	76,11	1
3	75	205	36	40,1	73,42	1
4	75	280	36	40,4	62,89	2
5	75	355	36	39,9	52,37	2
6	75	425	36	40,2	34,44	2
7	75	500	36	39,6	17,25	2
8	75	575	36	40	6,99	2

În figura 4.16 este prezentată evoluția parametrilor de stare conform datelor din tabelul 4.4.



**Fig. 4.16** - Variația parametrilor de stare la uscarea țelinei

Floarea pasiunii - *Passiflora incarnata* are o acțiune calmantă asupra sistemului nervos central și este hipotensiv. Aceste plante sunt folosite datorită proprietăților sedative și calmante, pentru a scădea tensiunea arterială, pentru insomnie și pentru a preveni tahicardia. Se utilizează frunzele și întreaga plantă.

Materialul pentru uscare a fost furnizat de SC Hofigal SA, fiind constituit din herba de plantă proaspătă divizată.

**Experimentul nr.1** Planta a fost așezată în sertare câte 600g în fiecare sertar, masa inițială a probei fiind de 9 kg. Pentru a se păstra principiile active din plantă, aceasta se usucă la temperatura de 40°C. Înregistrarea mărimilor măsurate efectuate la experimentări se prezintă în tabelul 4.5.

**Tabel 4.5**

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie [°C]	Mărimi măsurate		Mărimi calculate		Observații
	Între măsurări Δt	Cumulat			Masa probei m (g)	Cant. de apa evaporată în intervalul de măsurare Δm (g)	Umiditatea [%]	Viteza de uscare [%umid/min]	
0	0	0	0	20	100	0	67,34	0	
1	30	30	36	38	99,5	0,5	67,178	0,08	Preîncălzire
2	30	60	36	40	94,63	4,87	60,34	0,3	
3	60	120	36	40,1	82,35	12,28	54,36	2,143	Uscarea cu viteză const.
4	60	180	36	40	71,57	10,78	44,11	2,143	
5	60	240	36	39,9	58,44	13,13	35,4	2,143	
6	60	300	36	40,5	49,02	9,42	22,82	2,143	
7	60	360	36	40,3	42,32	6,7	20,48	0,81	Uscare finală
8	60	420	36	40	37,50	4,82	12,90	0,34	
9	60	480		29	35,47	2,03	7,93	0,06	Răcire

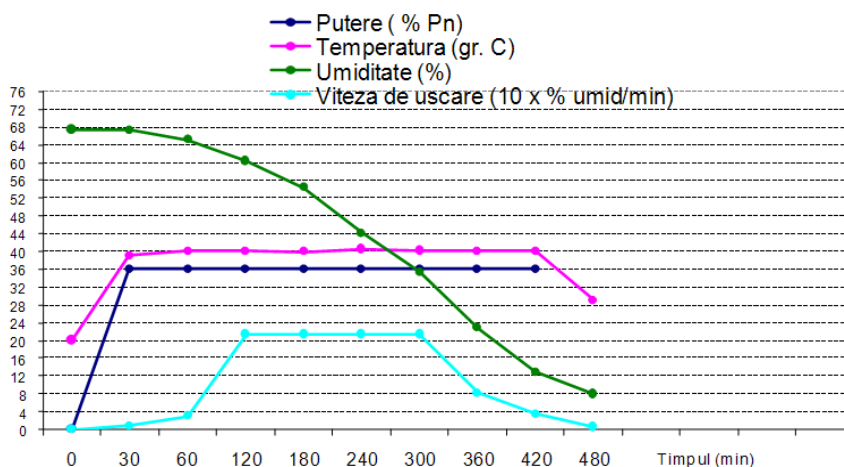
Curbele tipice ale procesului de uscare pentru eșantionul cu caracteristicile de mai jos, sunt redată în fig. 4.17.

Masa inițială a eșantionului:  $M_0 = 100g$ ;

Masa finală a eșantionului:  $M_f = 35,47 g$

Umiditatea inițială:  $a_1 = 67,34\%$

Umiditatea finală:  $a_2 = 7,93\%$



**Fig. 4.17** - Variația parametrilor de stare, în funcție de timp, la uscarea florii pasiunii în condițiile funcționării sistemului principal de încălzire.

### Experiment 2

S-a utilizat herbă aparținând aceleiași plante, *passiflora incarnata*, dar aflată într-un alt stadiu de dezvoltare și mult mai puțin divizată. Planta prezenta boboci, flori și chiar fructe, iar frunzele erau foarte dezvoltate și suculente (fig. 4.18).

Cantitatea totală de plantă introdusă în cuptor a fost de 10,8 kg. Planta a fost distribuită în sertarele cuptorului câte 720 g/sertar. Vis-à-vis de deshidratarea verdețurilor am găsit recomandarea ca acestea să fie distribuite între 1,5-2 kg/m<sup>2</sup>. [2]

Experimentul a fost făcut în condițiile funcționării numai a sistemului suplimentar de încălzire. Consumul energetic a fost monitorizat. S-a constatat tactil și vizual că planta este mult mai umedă decât în cazul anterior și am hotărât ca temperatura de regim să fie 42°C. În figura 4.19 se prezintă utilajul pregătit pentru experiment.



Fig 4.18 - Planta *Passiflora incarnata*



Fig. 4.19 - Utilajul pregătit pentru experiment

Înregistrarea măsurărilor efectuate la experimentări se prezintă în tabelul 4.6, iar curbele evoluției parametrilor de stare ai procesului, în condițiile date sunt redată în fig. 20.

Masa inițială a eșantionului:  $M_0 = 100\text{g}$ ;

Masa finală a eșantionului:  $M_F = 25,03\text{ g}$

Umiditatea inițială:  $a_1 = 77,08\%$

Umiditatea finală:  $a_2 = 8,42\%$

Tabel 4.6

Nr. crt.	Timpul de uscare (min)		Puterea [% P <sub>n</sub> ]	Temp. medie [°C]	Mărimi măsurate		Mărimi calculate		Observații
	Între măsurări Δt	Cumulat			Masa probei m (g)	Cant. de apa evaporată în intervalul de măsurare Δm (g)	Umiditatea [%]	Viteza de uscare [%umid/min]	
0	0	0	0	25	100	0	77,08	0	
1	20	20	36	39	99,58	0,42	76,98	0,07	Preîncălzire
2	30	50	36	40	95,71	2,87	76,05	0,27	
3	60	110	36	42	85,45	10,26	73,17	2,67	Uscarea cu viteză const.
4	60	170	36	41,8	76,58	8,87	70,07	2,67	
5	60	230	36	42,1	63,08	13,50	63,66	2,67	
6	60	290	36	41,9	52,46	10,62	56,30	2,67	
7	60	350	36	41,6	44,78	7,68	48,81	2,67	
8	60	410	36	42	35,85	8,93	36,03	2,67	Uscare finală
9	60	470	36	41,7	30,58	5,27	24,05	0,9	
10	60	530	36	40	26,96	3,62	14,98	0,34	Răcire
11	60	590		30	25,04	1,93	8,42	0,06	

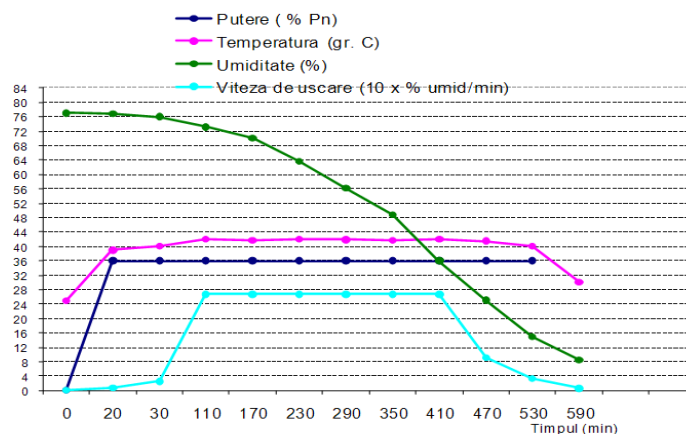


Fig. 4.20- Variația parametrilor de stare, în funcție de timp, la uscarea florii pasiunii în condițiile funcționării sistemului secundar de încălzire

## CONCLUZII

Experimentările s-au efectuat cu gogoși de mătase și plante medicinale de cultură și din flora spontană, care au fost supuse procesului de etufare, respectiv de uscare.

Gama de temperaturi realizată a variat în limite foarte largi. Astfel pentru etufarea gogoșilor de mătase s-au realizat temperaturi de la 70°C până la 100°C, iar pentru uscarea plantelor medicinale s-au realizat temperaturi de la 40°C până la 65°C. S-a constatat că se poate realiza și menține orice temperatură de uscare < 120 °C. Datorită regulatorului de temperatură corect setat, temperatura de regim stabilizată variază cu max.  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  față de limita stabilită. Datorită inerției termice a sistemului de încălzire principal, caracterizat prin suprafață radiantă mare și distribuție uniformă a căldurii , ajutată de regulatorul de temperatură, se asigură un consum de energie electrică diminuat corespunzător intermitențelor.

Experimentările au permis determinarea regimurilor de funcționare a instalației pentru etufarea gogoșilor de mătase și pentru uscarea plantelor medicinale, precum și stabilirea evoluției parametrilor de stare ( temperatura, umiditatea și viteza de uscare) pe parcursul acestor procese.

La etufarea gogoșilor de mătase s-au obținut umidități finale de 11-14%, valori corepunzătoare care permit condiționarea acestora. Umiditățile finale ale plantelor medicinale au fost de 6-9%, valori corepunzătoare procesului de depozitare. Randamentele energetice obținute în cazurile analizate se consideră corepunzătoare pentru această fază de experimentare a unui model experimental. Acesta se poate îmbunătăți, asigurând o circulație a aerului mai uniformă și reducerea pierderilor de căldură. S-a putut constata că starea materiei prime ( tocată sau netocată) influențează procesul de uscare, prin tocarea asigurându-se o suprafață mai mare de evaporare a apei.

Rezultatele obținute se încadrează în cerințele temei și corespund obiectivelor generale și specifice ale proiectului.

## DISEMINARE

Diseminarea s-a făcut pe tot parcursul derulării proiectului prin participarea la simpozioane și conferințe naționale și internaționale și prin publicarea următoarelor articole:

### **1. TEHNOLOGIE DE USCARE A PLANTELOR MEDICINALE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII MATERIALULUI VEGETAL UTIL**

[Adriana Muscalu\\*](#), Marin Mihai, Valentin Vlăduț, Alina Dune, Journal of EcoAgriTourism Sanogeneous, Brasov 2011, Vol 7

### **2. APLICAȚIE TEHNICĂ MODERNĂ PENTRU EXTINDEREA DOMENIULUI EXPLOATAȚIILOR SERICICOLE ȘI AL CULTIVĂRII PLANTELOR MEDICINALE ÎN ROMÂNIA**

[Muscalu A.](#), Mihai M., Chițoiu M. Dune A. / INMATEH, București, 2010, vol 32 Nr.3;