

Dr.ing. Ana-Georgiana LUPU

Dr.ing. Ioan BĂISAN

**Mașini și instalații pentru prelucrarea
produselor animaliere**

2022

CUPRINS

I. MATERII PRIME DE ORIGINE ANIMALĂ	5
1.1. Carnea	5
1.1.1. Animale pentru carne	7
1.1.2. Păsări pentru carne	9
1.1.3. Peștele	10
1.2. Materii prime de la animale în viață	11
II. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA ANIMALELOR ȘI PĂSĂRILOR ÎN ABATOR	15
2.1. Tehnologia generală de tăiere a animalelor și păsărilor	15
2.2. Mașini și instalații pentru suprimarea vieții animalelor și păsărilor	17
2.2.1. Mașini și instalații pentru asomarea animalelor și păsărilor	17
2.2.2. Mașini și instalații pentru sângerarea animalelor și păsărilor	27
2.3. Mașini și instalații pentru prelucrarea inițială a animalelor și păsărilor	30
2.3.1. Mașini și instalații pentru jupuirea animalelor	30
2.3.2. Mașini și instalații pentru opărire, depilarea și deplumarea animalelor și păsărilor	40
2.3.3. Mașini și instalații pentru pârlirea și flambarea animalelor și păsărilor	57
2.4. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de animale și păsări	60
2.4.1. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de animale	60
2.4.2. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de păsări	64
2.5. Linii tehnologice de abatorizare a animalelor și păsărilor	66
III. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU CONSERVAREA CĂRNII	70
3.1. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin frig	70
3.1.1. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin refrigerare	72
3.1.2. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin congelare	81
3.2. Conservarea cărnii prin sărare	92
3.3. Conservarea cărnii prin tratamente termice	95
IV. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA INDUSTRIALĂ A CĂRNII	100
4.1. Mașini și instalații pentru mărunțirea, sărarea și maturarea cărnii	100
4.2. Mașini și instalații pentru amestecare și umplere membrane	114
4.3. Utilaje și instalații pentru tratamentul termic a produselor din carne	125
4.4. Mașini și instalații folosite la fabricarea semiconservelor și conservelor din carne	145
4.5. Mașini și instalații folosite la prelucrarea materiilor grase	158
V. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA SUBPRODUSELOR ȘI DEȘEURILOR DIN INDUSTRIA CĂRNII	166
5.1. Mașini și utilaje pentru prelucrarea capului, organelor interne și a produselor de triperie	166
5.2. Mașini și instalații pentru prelucrarea intestinelor	168
5.3. Mașini și instalații pentru prelucrarea sângelui	179
5.4. Mașini și instalații pentru prelucrarea materiilor cheratinoase, a deșeurilor și confiscatelor în scop furajer	183
VI. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA LAPTELUI	187

6.1.	Mașini și instalații pentru prelucrarea laptelui de consum și a produselor din lapte	187
6.2.	Mașini și instalații folosite la fabricarea produselor uscate din lapte	216
6.3.	Mașini și instalații folosite la fabricarea înghețatei	222
VII.	MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA PEȘTELUI	231
VIII.	MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA OUĂLOR ȘI A PRODUSELOR APICOLE	246
	BIBLIOGRAFIE	251

Support curs
Lupu & Baisan

I. MATERII PRIME DE ORIGINE ANIMALĂ

Materiile prime de proveniență animală se caracterizează printr-o structură chimică bogată și variată, asigurând în mod echilibrat substanțele nutritive necesare organismului uman, prin valoarea proteică și aportul caloric constituind factori de bază ai alimentației.

Proteinele animale sunt superioare celor vegetale, dar resursele sunt mai limitate și costurile pentru obținerea lor mai mari. Totodată, materiile prime de origine animală sunt, în majoritatea cazurilor, mai perisabile decât cele vegetale, fiind necesară prelucrarea rapidă a acestora.

În funcție de modul de obținere al acestor materii prime avem materii ce rezultă de la animalele vii (lapte, ouă, miere) și materii ce rezultă din animalul însuși și care trebuie sacrificat (carnea de animale, păsări și pește).

1.1. Carnea

Carnea, în sensul larg al cuvântului, constituie țesutul muscular al mamiferelor și păsărilor, la care se adaugă țesuturile aderente la el: conjunctiv, adipos, epitelial, osos etc.

Materia primă pentru obținerea cărnii o constituie animalele domestice, păsările domestice și vânatul. La toate speciile structura cărnii este dominată de țesutul muscular (40-60 %) și care influențează în cea mai mare măsură valoarea ei nutritivă.

Compoziția chimică a cărnii depinde de proporția în care se află țesuturile specificate și care, la rândul lor variază în funcție de specie, iar în cadrul speciei de vârsta și starea de îngrășare (tabelul 1.1. și tabelul 1.2.). O situație aparte o reprezintă compoziția chimică a cărnii provenite din vânat (tabelul 1.3.), care este puțin diferită de cea a animalelor domestice.

Tabelul 1.1. *Compoziția chimică medie a cărnii de la animale domestice*

Specia	Starea de îngrășare	Apă, %	Protide, %	Lipide, %	Minerale, %
Bovine adulte	slabă	75,50	21,10	3,80	1,10
	medie	66,30	20,00	10,70	1,00
	grasă	61,60	19,20	18,30	0,90
	foarte grasă	58,50	17,60	23,00	0,90
Vițel	slabă	78,84	19,86	0,80	0,50
	grasă	72,31	18,80	7,41	1,33
Porcine	slabă	72,55	20,10	6,63	1,10
	de carne	68,00	19,00	12,50	0,50
	semigrasă	61,10	17,00	21,50	0,40
	grasă	47,90	14,50	37,00	0,60
Ovine	slabă	71,10	20,80	7,00	1,10
	medie	65,10	18,20	15,80	0,60
	grasă	60,30	15,50	23,70	0,50
Cabaline	slabă	74,24	21,70	2,55	1,00

Tabelul 1.2. Compoziția chimică medie a cărnii de la păsări domestice

Specia	Starea de îngreșare	Apă, %	Protide, %	Lipide, %	Minerale, %
Găini	grasă	63,70	19,20	16,80	1,00
	medie	70,10	18,50	9,30	0,9
	slabă	70,80	22,60	3,10	1,10
Rațe	grasă	48,20	17,00	33,60	1,20
	medie	59,10	18,30	19,00	1,30
	slabă	70,80	22,60	5,10	1,10
Gâște	grasă	28,00	15,90	47,50	0,50
	medie	46,70	16,30	36,20	0,80
Curci	grasă	55,50	21,10	22,90	1,00
	medie	65,60	24,70	8,50	1,20

Tabelul 1.3. Compoziția chimică medie a cărnii de vânat

Specia	Apă, %	Protide, %	Lipide, %	Minerale, %
Rață sălbatică	69,90	23,80	3,69	0,93
Prepeliță	68,60	22,80	7,60	1,00
Potârniche	71,96	25,26	1,43	1,39
Fazan	73,47	26,15	1,98	1,16
Porumbel	75,10	22,10	1,02	1,02
Iepure	74,60	23,10	1,97	1,19
Capră neagră	77,10	19,54	1,78	1,08
Căprioară	75,76	20,55	1,92	1,13
Mistreț	72,55	20,10	6,63	1,10
Urs	75,79	21,20	5,82	1,20

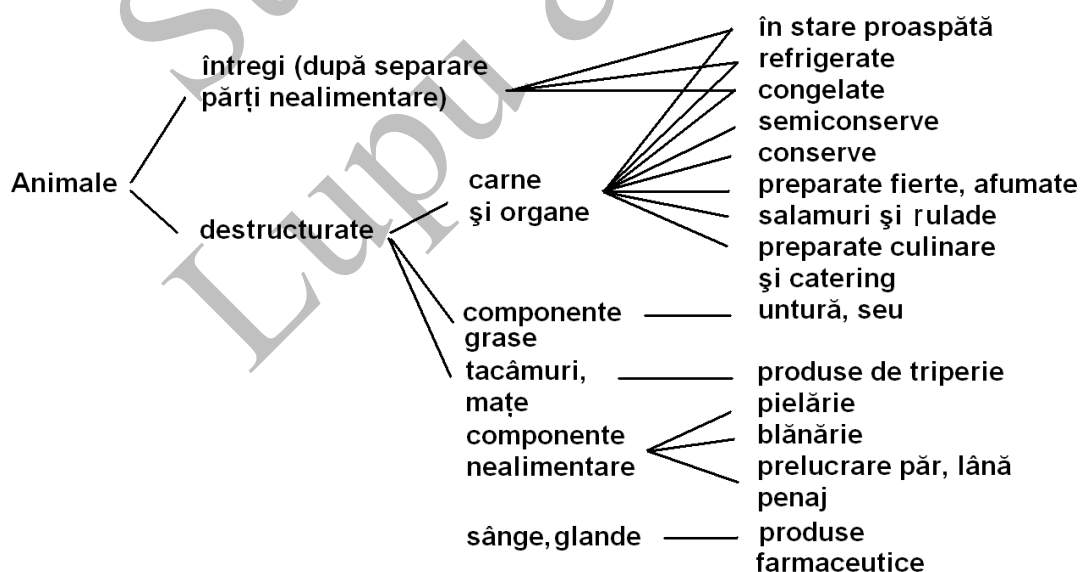


Fig. 1.1. Principalele direcții de industrializare a animalelor domestice

În urma abatorizării, după sacrificarea animalelor și păsărilor, în afară de carne rezultă o serie de organe comestibile precum inima, ficatul, pulmonii, splina, rinichii, precum și unele subproduse care pot fi consumate (creier, coada, urechi, grăsimi, picioare, burta, sângele), principalele direcții de industrializare a animalelor pentru carne fiind prezentate în figura 1.1.

Dacă este recoltat în condiții sterile, sângele este folosit în scopuri alimentare și farmaceutice, iar dacă este recoltat în alte condiții el este folosit în industria textilă și la obținerea sângelui furajer.

Subprodusele de triperie cuprind burți, cozi, picioare, urechi și care se folosesc la obținerea unor preparate alimentare de tip aspic, pentru obținerea pepsinei din mucoasa stomacală (enzimă secretată de glandele stomacului de porc și care se folosește la închegarea laptelui) și a cheagului (chimozină secretată de stomacul rumegătoarelor tinere în perioada de alăptare).

Subprodusele de mățarie conțin tacâmul de mațe sau intestine, esofagul și membranele unor organe interne. După golirea de conținut și mucoasa internă, intestinalele sunt folosite pe post de membrane naturale la obținerea de cârnați, salamuri, caltaboș, leibăr, chișcă.

Pielea, penajul și părul sunt utilizate ca materii prime în industria textilă, iar materiile cheratinoase (copite, coarne) sunt folosite la obținerea de furaj, aminoacizi, îngrășăminte și produse de galanterie.

1.1.1. Animale pentru carne

Speciile de animale domestice crescute pentru industrializare se deosebesc între ele prin anumite trăsături morfologice și fiziologice, cele mai cunoscute specii fiind clasa mamiferelor, reprezentată prin taurine, suine (porcine), ovine, caprine, cabaline și animalele de blană.

Taurinele sunt reprezentate de trei direcții specializate: pentru carne, pentru lapte și mixte. Aici sunt incluse rasele autohtone, de import și ameliorate, ca efect al încrucișării lor în vederea creșterii randamentului în carne sau lapte.

Rasele pentru carne sunt caracterizate prin aceea că au corpul cu musculatură bine dezvoltată, forme anatomice rotunjite. Aprecierea taurinelor pentru carne se face cu ajutorul criteriului de conformitate, pentru care se aplică metode pe bază de punctaj sau stare de îngrășare.

Pentru abatorizare se folosesc taurine cu vârste diferite, funcție de care se obține carne de vițel de la animale cu vârsta sub șase luni, carne de mânzat de la animale cu vârsta între șase luni și doi ani și jumătate, respectiv carne de vită de la animale adulte.

Randamentul în carne la taurine depinde de calitatea animalelor în viu și variază între 43-52 % la bovine adulte, 49-54 % la tineret bovin îngrășat în sistem intensiv, 42-53 % la tineret îngrășat în sistem semiintensiv și 47-52 % la viței.

Carcasa taurinelor rezultată la sacrificare se despică în semicarcase la vițel și mânzat, respectiv în semicarcase sau sferturi la taurinele adulte. Tranșarea urmărește separarea cărnii din carcasse după calitate și direcțiile de producție.

Carnea poate fi împărțită în trei categorii de calitate: calitate superioară (mușchi fără cap, pulpă, spată, antricot și vrăbioară), calitatea I-a (greabăn, fleică, piept, blet, cap de piept, rasoale) și calitatea a II-a (gât cu salbă, coadă, șira spinării de la antricot și vrăbioară). Carnea de taurine rezultată din abatorizare poate fi utilizată imediat în tehnologiile de fabricație sau se poate păstra sub formă refrigerată ori congelată.

Porcinele sunt animale cu o mare disponibilitate pentru industrializare, iar rasele de porcine se împart, după valoarea morfoproductivă, în rase de carne și rase de grăsime, fiind de proveniență locală primitivă, de import și ameliorate, în fermele de creștere regăsindu-se în totalitate metiși cu caracteristici specifice direcției de industrializare.

În urma abatorizării se obține carcasa de porc, care se taie în două semicarcase, urmând ca tranșarea să se facă în funcție de părțile anatomice și direcțiile de producție.

Speciile de porcine incomplet îngrășate au o conformație musculară bine dezvoltată și un strat subțire de slănină (slăcina este stratul de grăsime consistentă de pe spatele animalului), în timp ce speciile bine îngrășate au stratul de slănină mult mai gros. În vederea industrializării, speciile cu slănină puțină se folosesc la fabricarea în principal a specialităților și a conservelor din carne, în timp de speciile cu multă slănină sunt folosite la fabricarea salamurilor crude maturate.

Calitatea porcinelor se apreciază în funcție de vârstă, masa animalelor, gradul de dezvoltare și caracteristicile slăninii. Din punct de vedere al masei în viu avem porci cu masa între 80-89 [kg], 90-100 [kg], 101-120 [kg], 121-130 [kg] și peste 130 [kg].

Randamentul de carne în urma abatorizării porcinelor variază între 68-76 % pentru porcii jupuiți de piele și între 65-80 % pentru porcii opăriți și depilați. Indicii de recuperare au în medie valori de 5,7 % la cap, 4,6 % la sânge, 0,13-0,28 la organele comestibile și 14-16 [m/cap] la intestine.

Carnea de porc rezultată din abatorizare poate fi utilizată imediat în tehnologiile de fabricație sau se poate păstra sub formă refrigerată ori congelată.

Ovinele constituie o categorie importantă de animale care sunt crescute pentru carne, pentru lână, pentru lapte, pentru pielicele sau mixte. În funcție de vârsta la care sunt sacrificate, ovinele pot fi: ovine adulte, batali, miei îngrășați de până la un an și miei de lapte de maxim două luni.

Calitatea ovinelor și a cărnii de la ovinele adulte se poate aprecia după masa în viu a animalului, gradul de dezvoltare a masei musculare și depunerile de grăsime.

Randamentul în carne la ovine și caprine adulte variază între 37-42 %, între 43-48 % la batali și între 42-44 % la miei îngrășați și tineret ovin. Dintre indicii de recuperare cel mai important este cel de recuperare a intestinelor, care în medie este de 22 [m/cap] de animal.

Iepurii, sunt animale crescute pentru carne în special, dar și pentru blană. Speciile crescute pentru carne au cel mai mic procent de colesterol, chiar mai mic față de carnea de curcan, mai puține calorii, carnea acestora are o valoare nutritivă deosebită. Iepurii crescuți în sistem intensiv pot atinge valori ale carcasei de până la 5-6 [kg].

Din punct de vedere chimic carnea de iepure conține, în funcție de vârstă și gradul de dezvoltare, 65-74 % apă, 17-24 % protide, 7-10 % lipide, 1,1-1,4 % minerale. Protidele sunt importante în alimentația omului, iar carnea de iepure are cel mai ridicat procent comparativ cu toate celelalte categorii de carne.

1.1.2. Păsări pentru carne

Păsările domestice au o carne a cărei valoare alimentară este recunoscută prin conținutul ridicat în proteine și săruri minerale, digestibilitate bună, conținut scăzut în grăsimi la galinacee, calități gustative și dietetice. Ca și în cazul animalelor domestice, păsările sunt crescute pentru carne, ouă și mixte, provenind din rase autohtone, importate și ameliorate.

Din punct de vedere anatomic, musculatura păsărilor domestice reprezintă între 50-65 %, la care se adaugă pielea și organele interne (8-11 %), restul fiind scheletul osos, penaj, tacâmul de mațe. Calitatea păsărilor pentru carne este apreciată prin conformitatea carcasei, conținutul în grăsime, aspectul și culoarea pielii, defecte de penaj etc.

Păsările pentru carne se împart în două grupe mari: galinacee și palmipede. Din prima grupă fac parte găinile și curcile, iar din a doua categorie fac parte rațele și găștele.

Găinile sunt crescute în funcție de direcțiile de producție astfel: rase pentru carne sau rase grele de carne, rase pentru ouă, rase mixte (pentru carne și ouă), rase ornamentale și rase combatante sau pentru lupte.

Rasele pentru carne au masa corporală ce poate atinge valori de 3,5-4 [kg] la femele și 4,5-5 [kg] la masculi, carnea lor fiind de calitate superioară. Se deosebește carnea albă în zona pieptului și carnea roșie în restul corpului.

În practică se cresc mai mult puii de găină pentru carne care, în funcție de masa lor pot fi griller (între 0,8-1,0 [kg]), broiler (între 1,2-1,5 [kg]) și roaster (între 1,7-2,0 [kg]). Durata de creștere este mai mică decât la găinile mature, sporul în greutate este mai mare, iar după abatorizare se obțin randamente în carne de 70-74 % și indice de recuperare a organelor interne de 5-6 %.

În urma abatorizării rezultă carcase de găini ce se pot utiliza ca materie primă în stare proaspătă, refrigerate sau congelate. Tranșarea carcaselor se face pe părți anatomice (piept, pulpe, aripă, tacâm) și se livrează în aceleași condiții ca și carcasele.

Curcile sunt păsări crescute îndeosebi pentru carne, fiind cunoscute rase semigrele (ajung la 8-12 [kg]) și o producție semnificativă de ouă și rase grele (ajung la 15-17 [kg] sau chiar mai mult).

În urma abatorizării se obțin carcase ce se tranșează în același fel ca și găinile. Randamentul în carne este de 74-78 % pentru curcanii tineri și de 75-80 % pentru curcanii mari. Având o masă musculară mare, carnea de curcă se răcește după tăiere, în vederea desfășurării proceselor de maturare, a căror durată este mai mare decât la carnea de găină. Sub formă de carcase sau tranșată, carnea de curcă se poate păstra în stare refrigerată sau congelată în condiții asemănătoare celor pentru carnea de găină.

Rațele fac parte din categoria palmipedelor și diferă, în cadrul operației de deplumare, prin faptul că aceasta se desfășoară în două etape, față de una singură ca la galinacee. Se cresc rase de rațe autohtone, importate și ameliorate.

Rațele sunt crescute pentru carne, pentru ouă sau pentru penaj. Cele mai multe rase sunt specializate în producerea de carne, cele mai productive atingând 3-3,5 [kg] la femele adulte, respectiv 3,5-4 [kg] și uneori chiar peste 5 [kg] la masculi adulți (valorile mari se ating în regim de îngrășare forțată prin îndopare).

Gâștele sunt considerate păsări acvatice, dar se cresc și pe sol de unde își procură hrana. În funcție de masa corporală gâștele se împart în rase ușoare, rase semigrele și rase grele.

Rasele ușoare sunt caracterizate prin masa corporală de până la 5-6 [kg] la masculi și 4-5 [kg] la femele, o producție importantă de ouă mari (circa 180 [g]), fiind cunoscute ca rase mixte.

Rasele semigrele ating la maturitate 6-7 [kg] la masculi și 5-6 [kg] la femele, producția de ouă este redusă dar dezvoltă un ficat gras, în anumite condiții de furajare acesta atingând 0,7-0,9 [kg].

Rasele grele sunt crescute în două sisteme, agricol și industrial, diferența constând în mărimea masei corporale obținute (la sistemul agricol se obțin 7-8 [kg] la femele și 9-11 [kg] la masculi, în timp ce la sistemul industrial la masculi se obțin în medie 13-15 [kg] și 16-18 [kg] la cei îngrășați sau îndopați).

Rațele și gâștele au un conținut mai mare în grăsimi comparativ cu găinile și curcile, de aceea consumul de carne de palmipede este mai redus.

1.1.3. Peștele

Peștele constituie unul dintre cele mai importante alimente pentru organismul uman, acoperind aproximativ 11 % din necesarul alimentar zilnic. Din întreaga cantitate pescuită anual 41 % este valorificată în stare proaspătă sau congelată, 16 % este conservată prin sărare, afumare sau uscare, 10 % este prelucrată sub formă de conserve, iar 33 % constituie materia primă la obținerea uleiurilor și a făinii furajere.

Tabelul 1.4. Compoziția chimică medie a cărnii unor specii de pește, în %

Specia	Apă	Protide	Lipide	Săruri minerale
Babușcă	77,10	17,6	4,4	1,10
Biban	80,10	19,06	0,38	0,50
Caras	76,71	18,2	2,80	1,15
Calcan	81,30	16,6	0,8	1,25
Crap	73,04	16,10	10,12	0,84
Hamsie	74,10	20,1	4,9	1,12
Hering	63,20	17,5	18,5	1,25
Morun	76,25	17,56	4,70	1,04
Nisetru	67,75	18,50	17,36	1,23
Păstrăv	77,50	20,10	2,20	0,55
Plătică	77,80	16,85	3,14	1,36
Scrumbie	57,62	14,23	25,95	1,03
Somn	63,57	16,87	18,83	1,30
Stavrid	77,40	16,60	5,10	0,90
Șalău	78,46	19,41	0,41	1,17
Știucă	79,70	19,19	0,43	1,21

În funcție de mediul în care trăiesc, se deosebesc pești de apă dulce (somn, știucă, șalău, crap, caras, plătică, lin, roșioară, păstrăv, biban etc.), pește de apă sărată sau marin (ton, stavrid, cod, sardele, hamsii, macrou, hering etc.), pește migrator, de apă sărată și apă dulce (scrumbie, somon, sturioni, chefal de mare) și unele mamifere marine (delfin, cașalot, balenă).

Valoarea alimentară a peștilor este determinată în mod direct de raportul dintre diferitele părți componente comestibile și necomestibile, compoziția chimică a cărnii de la unele specii de pești fiind prezentată în tabelul 1.4.

În alimentație, în afară de cele prezentate se mai folosesc în consumul uman crustacee (raci, creveți, languste), moluște (melci, scoici, stridii, midii) și broaște, de regulă pe post de delicatose, iar în alte zone geografice se consumă carnea de bizon, antilopă, focă, morsă, ren, cămilă, cal, sau prin tradiție și obiceiuri câine, pisică, șarpe etc.

1.2. Materii prime de la animale în viață

Sectorul zootehnic a cunoscut o dezvoltare semnificativă, acesta fiind o sursă importantă de materii prime pentru alimentație. Alături de animalele și păsările pentru producția de carne, sunt specii ce sunt crescute pentru producția de lapte și ouă, iar de la albine se recoltează produsele apicole.

Laptele reprezintă o emulsie de grăsimi într-o soluție apoasă, secretată de glandele mamare ale femelelor după nașterea puilor.

Laptele conține numeroase substanțe sub formă coloidală (substanțe pectice) sau în stare dizolvată (lactoză, săruri minerale, vitamine etc.), practic având toate substanțele nutritive necesare creșterii și dezvoltării puilor în primele zile de viață. Acesta nu poate fi înlocuit în primele luni de viață ale puilor, chiar dacă în alimentația lor intră cu timpul și furaje de diverse tipuri.

Pentru industria alimentară, laptele și produsele lactate, derivate din el, asigură aproape o treime din protidele de origine animală din necesarul zilnic al omului.

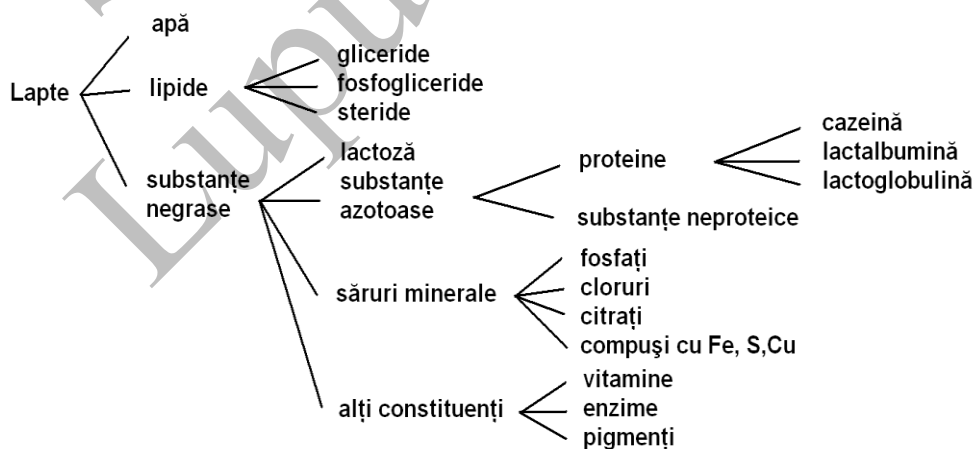


Fig. 1.2. Principalii constituenți chimici ai laptelui

Tabelul 1.4. Compoziția chimică medie a laptelui, în %

Componentul, %	Proveniența laptelui			
	vacă	oaie	bivoliță	capră
Apă	87,5	83,0	81,5	87,1
Substanță uscată totală	12,5	17,2	18,5	13,0
Substanță uscată negrasă	9,0	10,2	10,3	8,9
Cazeină	2,8	4,6	3,6	3,2
Lactalbumină + lactoglobulină	0,6	1,1	0,7	1,0
Lipide	3,5	6,8	8,2	4,1
Lactoză	4,5	4,5	5,0	4,6
Cenușă	0,75	0,85	0,8	0,8

Compoziția chimică a laptelui depinde de specia de la care se recoltează (vacă, oaie, capră, bivoliță etc.), principalii constituenți fiind prezentați în figura 1.2.

Ca pondere, peste 90 % din laptele industrializat este de vacă, urmat de laptele de oaie, laptele de capră și laptele de bivoliță, diferențele dintre acestea fiind prezentate în tabelul 1.4.

Compoziția chimică a laptelui este dependentă de specia animalului producător, de rasă, de regimul de furajare și de vârstă. Ca urmare a variației cantitative a concentrației unor componenți, unele tipuri de lapte au proprietăți mult diferențiate și acest lucru presupune tehnologii adecvate de prelucrare.

Ouăle, sub aspect nutritiv, conțin toate substanțele necesare organismului, iar prin gradul ridicat de digestibilitate a componentelor constituie un aliment deosebit de important, mai ales în hrana copiilor și a bolnavilor.

Ca pondere, ouăle de găină constituie producția de bază, la care se mai adaugă ouăle de curcă, rață, gâscă, bibilică, prepeliță.

Din punct de vedere morfologic oul este alcătuit din gălbenuș, albuș, coajă, membrană cochiliferă și cuticulă. În tabelul 1.5. este prezentată ponderea părților componente ale ouălor provenite de la principalele specii de păsări.

Tabelul 1.5. Structura și compoziția medie a ouălor, în %

Componență	Specia de proveniență				
	găină	rață	gâscă	curcă	bibilică
Albuș	57,1	55,3	47,9	60,5	58,3
Gălbenuș	32,0	34,1	37,7	26,2	31,6
Coajă	10,9	10,6	14,4	13,3	10,1

Produse apicole. Apicultura oferă o serie de produse care constituie materii prime deosebit de importante, atât pentru industria alimentară, cât și pentru cea farmaceutică și a produselor cosmetice. Ca produse apicole se pot menționa mierea, polenul, ceara, propolisul, lăptișorul de matcă și veninul de albine.

Mierea este produsul obținut de la albine prin prelucrarea nectarului florilor sau a manei plantelor. Clasificarea mierii se poate face după mai multe criterii astfel:

- după proveniență:
 - miere florală sau de flori: rezultă din prelucrarea nectarului și a polenului cules de către albine de la florile plantelor melifere;
 - miere extraflorală sau de mană: rezultă din alte părți ale plantelor, exceptând florile;
- după plantele de unde au cules nectarul:
 - miere monofloră: rezultă din prelucrarea nectarului și polenului de la o singură specie de flori (exemplu: de salcâm, de tei, de floarea soarelui, de rapiță etc.);
 - miere polifloră: provine din prelucrarea nectarului și a polenului mai multor specii de flori;
- după consistență:
 - miere cristalizată sau zaharisită;
 - miere lichidă;
- după modul de separare sau extracție:
 - miere în fagure;
 - miere extrasă prin centrifugarea fagurilor;
 - miere extrasă prin presarea fagurilor;
 - miere extrasă prin topirea fagurilor.

Din punct de vedere al culorii mierii aceasta variază de la incolor, galben-deschis, auriu, brun și roșcat, în funcție de sursa de nectar sau tipul de plantă meliferă.

Compoziția chimică a mierii constă în 16-20 % apă, 75-80 % glucide, 4-9 % substanțe nezaharoase, 0,6-0,9 % săruri minerale, 0,4-0,8 % protide.

Polenul se regăsește sub formă de granule foarte fine, de forme, coloratură și compoziție chimică specifice plantelor melifere. Polenul de albină este în fapt un produs al stupului și este alcătuit din granule de polen floral, la care se adaugă miere sau nectar și salivă, situație în care compoziția chimică este diferită față de cel natural.

Indiferent de sursa de proveniență compoziția chimică a polenului de albine este prezentată în tabelul 1.6.

Polenul se recoltează din stup și pentru comercializare se supune operației de deshidratare (până la 10-11 % apă) sau se usucă (maxim 6 % apă).

Tabelul 1.6. Compoziția chimică a polenului de albine, în %

Componentul	apă	glucide	lipide	protide	minerale
Polen de albină	9-23	16-55	7-19	9-34	1,2-7,5

Propolisul este un produs rezultat în urma digestiei albinelor, se produce concomitent cu mierea dar este realizat de către albine specializate. El are rolul de a proteja și apăra stupul împotriva microorganismelor și microbilor, având acțiune antimicrobică, bacteriostatică și bactericidă.

Compoziția chimică a propolisului depinde de sursa de unde este cules (scoarță, frunze, muguri de arin, plop, salcie, prun, conifere), fiind un amestec de substanțe între care, cele mai importante sunt: rășini și balsamuri (50-55 %), ceruri (25-30 %), uleiuri eterice (8-12 %). În propolis se găsesc microelemente, vitamine, aminoacizi liberi, polen, acizi grași, flavonoide, chalcone, alcoolii terpenici, steroli etc.

Propolisul este utilizat în industria farmaceutică datorită proprietăților terapeutice, în conservarea integrității vaselor sangvine, reglarea activității aparatului digestiv, sistemului endocrin, acțiune antimicrobiană, antinevrotică, antiparazitară etc.

Lăptișorul de matcă este secretat de către glandele hipofaringiene ale albinelor, în vederea hrănirii mătcilor adulte și a larvelor tinere. Are aspect vâscos, de culoare albă și gust ușor acru, conține apă (60-70 %), protide (10-14 %), glucide (12-14 %), lipide (4,5-6,5 %), substanțe anorganice și alte substanțe necunoscute încă. Lăptișorul de matcă nu se stochează în stup precum celelalte produse.

Ca urmare a faptului că lăptișorul de matcă conține elemente esențiale precum acetilcolină, fosfolipide, precursori hormonal, factori de creștere, microelemente, vitamine, aminoacizi, acidul 10-hidroxi-2-deceonic (singurul produs natural ce conține acest acid), el este considerat un superaliment, având în același timp efecte terapeutice numeroase și variate. Lăptișorul de matcă este o materie primă foarte valoroasă pentru industria farmaceutică și pentru obținerea de produse cosmetice.

Support Clinic
Lupu & Baisan

II. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA ANIMALELOR ȘI PĂSĂRILOR ÎN ABATOR

Prelucrarea animalelor și păsărilor în abator include o serie de operații diverse, în funcție de specie, principalele etape tehnologice fiind: pregătirea animalelor și păsărilor pentru tăiere, suprimarea vieții, prelucrare inițială, prelucrare carcasă, toaletare carcasă, control sanitar-veterinar, prelucrare frigorifică.

2.1. Tehnologia generală de tăiere a animalelor și păsărilor

Tăierea animalelor se realizează în abatoare specializate în funcție de specie: abatoare pentru bovine, abatoare pentru porcine, abatoare pentru ovine, abatoare pentru iepuri.

Tehnologia de tăiere a bovinelor. Principalele operații ale tehnologiei de abatorizare a bovinelor sunt prezentate în figura 2.1.

Înainte de tăiere, animalele sunt supuse unei perioade de pregătire ce constă în odihnă și hrănire normală, în vederea refacerii echilibrului biologic. În același timp, animalele sunt supuse unui control sanitar-veterinar, în vederea depistării celor care sunt suspecte de boli infecto-contagioase, ori prezintă stări fiziologice anormale.

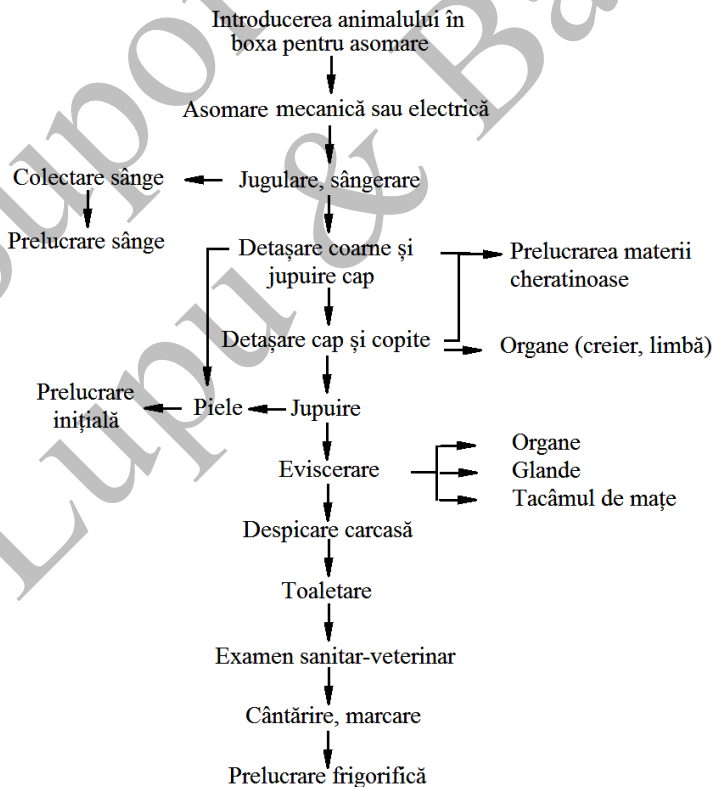


Fig. 2.1. Schema tehnologică de tăiere a bovinelor

În funcție de starea lor, animalele se pot spăla integral sau doar pe zona extremităților, în vederea îndepărtării eventualelor resturi de dejecții. Spălarea (de regulă prin dușare) contribuie la îmbunătățirea circulației sanguine, cu efect pozitiv asupra sângerării, precum și la întărirea zonei subcutanate a pielii, fapt ce ajută la operația de jupuire.

În vederea sacrificării, animalele sunt introduse în boxe speciale unde se face asomarea (operație de scoatere din funcțiune a centrilor nervoși și insensibilizare pentru a nu simți înjunghierea și sângerarea; sistemul cardio-respirator rămâne în funcțiune). De altfel, legislația în vigoare obligă asomarea bovinelor, porcinelor și păsărilor înainte de sacrificare.

Tehnologia de tăiere a porcinelor. Principalele operații din cadrul tehnologiei de abatorizare a porcilor sunt prezentate în figura 2.2. Se poate observa că în cadrul tehnologiei de abatorizare sunt mai multe variante de lucru, în funcție de direcțiile de producție în care este folosită carnea de porc.

Și în cazul porcilor introduși la abatorizare se aplică regulile de pregătire a acestora, respectiv odihnă și hrănire normală, control sanitar-veterinar, spălare.

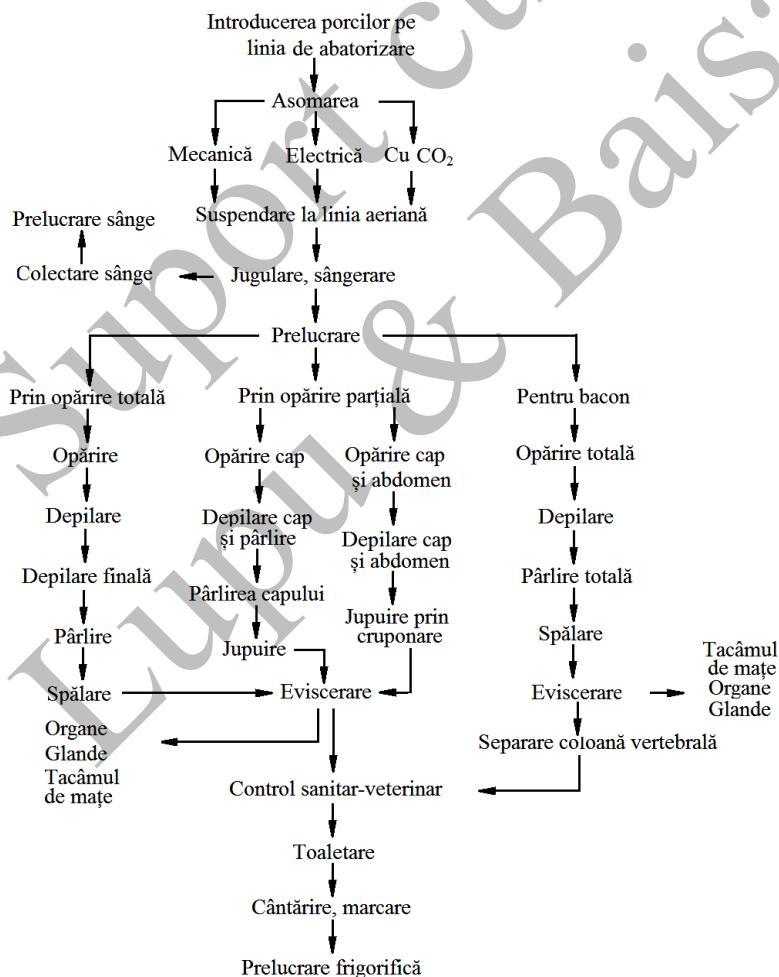


Fig. 2.2. Schema tehnologică de tăiere a porcinelor

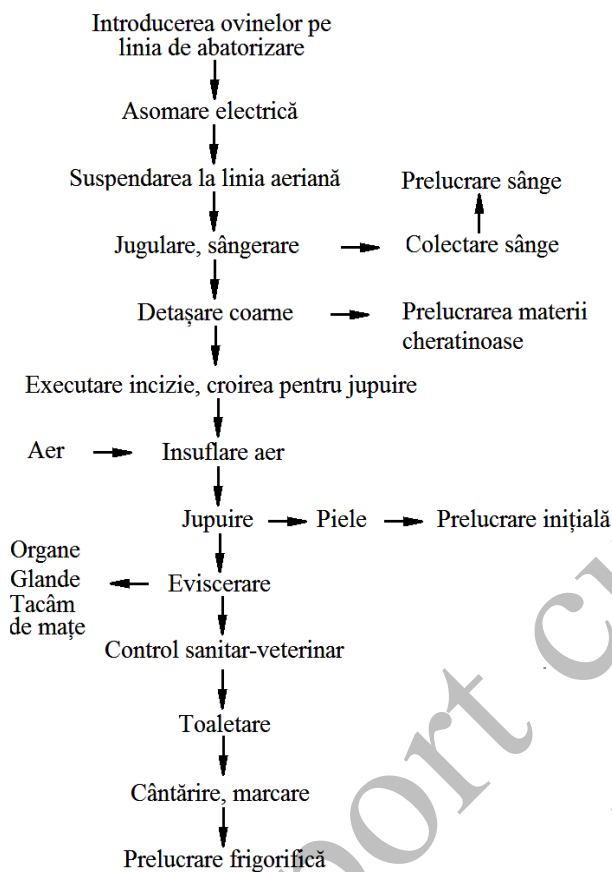


Fig. 2.3. Schema tehnologică de tăiere a ovinelor

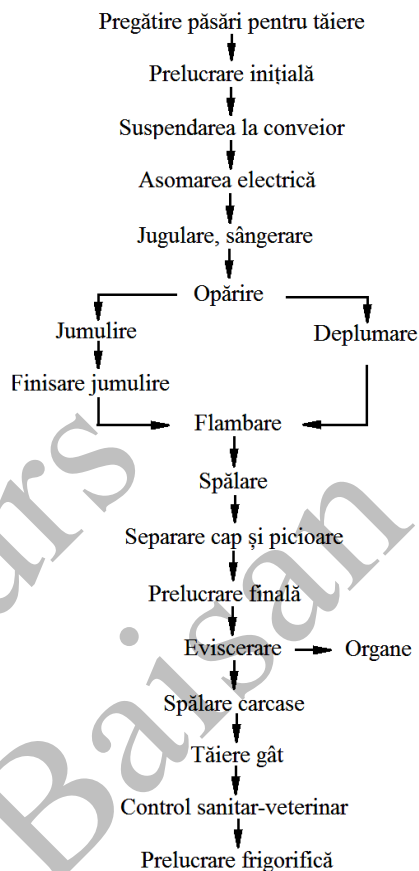


Fig. 2.4. Schema tehnologică de tăiere a păsărilor

Tehnologia de tăiere a ovinelor. Principalele operații din cadrul tehnologiei de abatorizare a ovinelor sunt prezentate în figura 2.3. Pentru tăierea ovinelor se folosesc abatoare specializate sau se pot folosi și abatoarele pentru porcine.

Tehnologia de tăiere a păsărilor. Principalele operații din cadrul tehnologiei de tăiere a păsărilor sunt prezentate în figura 2.4. Pentru păsări se folosesc abatoare a căror mărime și nivel de dotare depinde de capacitatea de lucru.

Înainte de sacrificare păsările sunt supuse unui regim special de odihnă și hrană, pe durata a 10-12 ore.

2.2. Mașini și instalații pentru suprimarea vieții animalelor și păsărilor

2.2.1. Mașini și instalații pentru asomarea animalelor și păsărilor

Asomarea este o operație tehnologică foarte importantă și urmărește păstrarea în funcție a sistemului nervos vegetativ, astfel că, suprimarea vieții se face prin sângerare.

În funcție de modul în care se realizează și efectele obținute, asomarea se poate realiza în mai multe moduri:

- asomarea mecanică, ce provoacă animalului o comoție cerebrală: se folosește la animalele mari precum bovine, cabaline, tineret bovin și mai rar la porcine adulte, ovine, caprine;

- asomarea electrică, care prin intermediul unui șoc electric produce paralizia sistemului nervos central: se aplică la toate speciile de animale și păsări;

- asomarea cu gaze: cu bioxid de carbon (CO_2), care produce o paralizie a centrilor nervoși superiori senzoriali și motori, prin saturarea sângelui cu CO_2 : se utilizează la porcine și mai rar la bovine; cu amestec de gaze.

Asomarea mecanică folosește pistol cu bolț captiv penetrant sau cu bolț captiv nepenetrant. În primul caz, tija metalică a pistonului penetrează cutia craniană și pătrunde în masa de creier pe o adâncime care nu provoacă moartea animalului, în timp ce bolțul nepenetrant produce o comoție cerebrală (se înlocuiește metoda tradițională de lovire cu ciocanul) fără a perfora cutia craniană.

Aționarea tijeii pistolului de asomare se poate face cu ajutorul unei capse (cartuș orb), cu arc sau cu aer comprimat.

Pistolul de asomare cu capsă (figura 2.5.) este de tipul cu tijă penetrantă. Prin acționarea trăgaciului, pistonul produce percuția capsei și eliberarea de gaze sub presiune, care la rândul lor vor acționa asupra tijeii metalice, determinând deplasarea acesteia în afara pistolului cu până la 7-8 [cm].

Ca urmare a faptului că tija metalică penetrează oasele craniului și pătrunde în creier pe o adâncime de 2-3 [cm], sunt necesare măsuri speciale de protecție a muncii. În plus, capsă trebuie aleasă în funcție de lungimea și viteza de pătrundere a tijeii, care depind de specia și talia animalului. De aceea, asomarea cu pistol cu bolț captiv penetrant se folosește acolo unde nu se pot aplica alte metode de asomare.

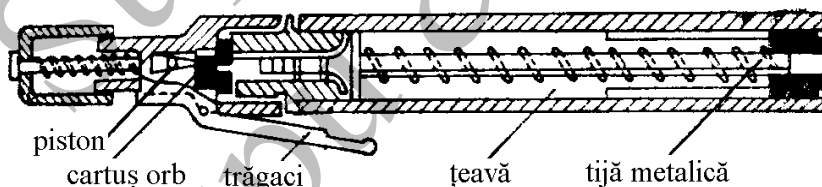


Fig. 2.5. Pistol de asomare cu bolț captiv penetrant

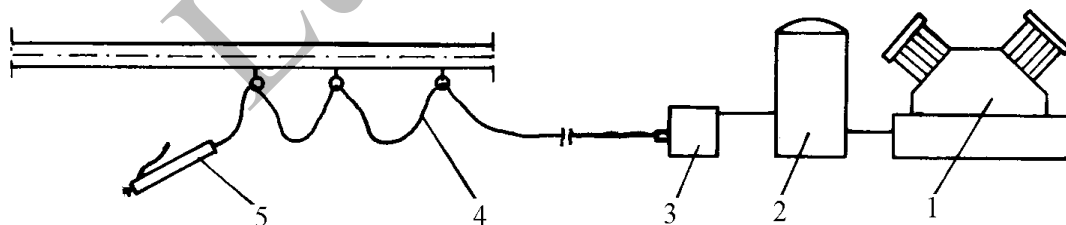


Fig. 2.6. Schema unei instalații de asomare cu pistol cu bolț captiv nepenetrant și acționare cu aer comprimat: 1- compresor de aer; 2- rezervor de aer; 3- regulator de presiune; 4- furtun de înaltă presiune; 5- pistol de asomare

Necesitatea utilizării unui pistol de asomare mecanică la mai multe specii de animale a determinat extinderea dispozitivelor de asomare de tip ciocan pneumatic. Astfel, tija metalică a pistolului de asomare este acționată cu ajutorul unei instalații pneumatice (figura 2.6.), a cărei presiune este reglabilă. Aceasta produce o comoție cerebrală fără penetrarea oaselor craniului, fapt ce permite recoltarea creierului fără alterarea sa.

Instalația de asomare cu bolț captiv nepenetrant permite reglarea presiunii aerului în funcție de masa animalului. Astfel, pentru taurine de până la 350 [kg] presiunea aerului este de 340 [N/cm²] și ea poate ajunge la 2000-2020 [N/cm²] la taurine de peste 550 [kg].

Asomarea electrică folosește echipamente care, prin intermediul unui curent electric, acționează asupra sistemului nervos central, tensiunea, intensitatea curentului și durata la care este supus animalul fiind dependente de specie și de efectul urmărit.

Asomarea electrică a taurinelor. Operația se realizează de regulă după introducerea animalului într-o boxă de asomare (figura 2.7.). Animalul este introdus într-o cutie paralelipipedică 4, realizată dintr-o construcție metalică sudată, prin ușa mobilă 5 acționată ușor cu contragreutatea 6, fiind așezat cu picioarele pe placa metalică 2 a podelei rabatabile 1.

Odată cu rabaterea podelei are loc și închiderea ușii 3, astfel că animalul este imobilizat în interiorul boxei de asomare. Operatorul ce execută asomarea stă pe platforma izolată electric 7.

În acest caz, există două posibilități de realizare a modului de asomare electrică: cu un pol la cap și altul la picioare (figura 2.8.a.) sau cu ambii poli la cap (figura 2.8.b.).

În prima variantă, operatorul aplică cei doi electrozi pe capul animalului, curentul electric străbătând doar creierul acestuia. În a doua variantă, un electrod este legat la placa metalică pe care se găsesc picioarele anterioare ale animalului, iar celălalt electrod este adus în contact cu animalul în zona capului, astfel, curentul electric străbate partea anterioară a corpului. Este importantă așezarea corectă a picioarelor animalului: picioarele anterioare pe placa metalică și picioarele posterioare pe covorul electroizolant din cauciuc.

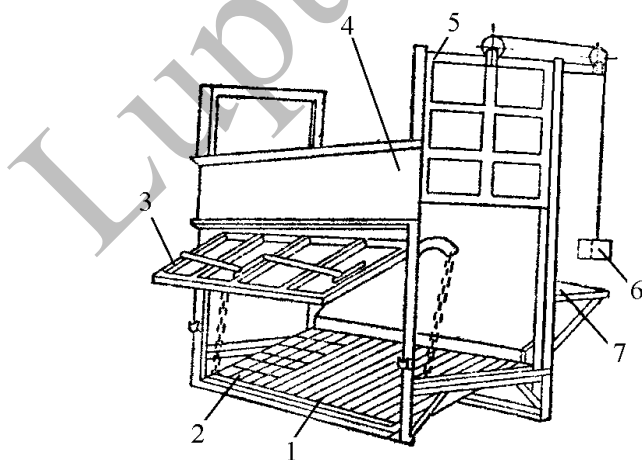


Fig. 2.7. Boxă de asomare electrică a taurinelor

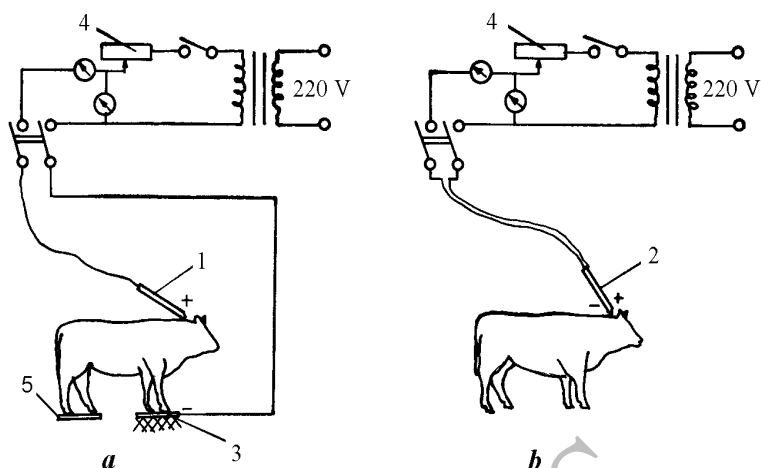


Fig. 2.8. Schema de asomare electrică a taurinelor: 1- electrod +; 2- electrozi + și -; 3- placă metalică; 4- reostat; 5- covor din cauciuc

În funcție de metoda de asomare și mărimea (vârsta) animalului, tensiunea electrică, intensitatea și durata asomării variază între 125-220 [V], 1-1,5 [A], respectiv 7-35 secunde.

Productivitatea unei boxe individuale de asomare, Q_0 , depinde de durata unui schimb de lucru, T_s , și suma timpilor unui ciclu de asomare, τ :

$$Q_0 = \frac{60 \cdot T_s}{\tau}, \text{ [capete/schimb]} \quad (2.1.)$$

Asomarea electrică a porcinelor. Instalațiile pentru asomarea porcinelor pot fi: cu funcționare discontinuă (în cazul abatoarelor de capacitate mică și mijlocie) sau continuă (în cazul abatoarelor de mare capacitate).

Instalațiile de asomare discontinue folosesc pentru imobilizarea animalului boxe tip capcană sau un transportor special numit restainer (figura 2.9.). Acesta este compus din două transportoare cu plăci din lemn dispuse sub un unghi și care țin animalul imobilizat și suspendat. La capătul acestuia, un operator realizează asomarea cu un clește de asomare, după care, animalul este trecut la linia aeriană de prelucrare. Pornirea și oprirea restainerului se face de către operator, pentru a putea controla timpul de asomare.

Modul de lucru al restainerului și asomarea animalului se pot vedea din figura 2.10.

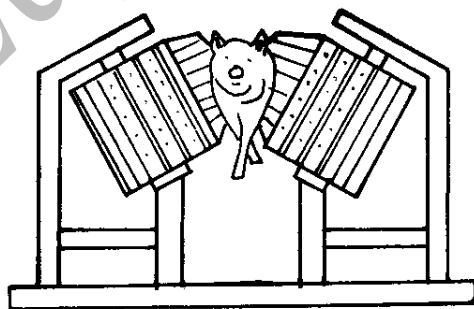


Fig. 2.9. Schema de principiu a restainerului



Fig. 2.10. Instalație de asomare discontinuă cu restainer.

În funcție de mărimea animalelor și metoda folosită, tensiunea electrică poate varia între 70-220 [V], intensitatea curentului între 0,5-1,5 [A], iar durata între 5-20 secunde.

Prin construcția sa, restainerul asigură un flux relativ continuu de lucru în ceea ce privește aducerea porcilor la punctul de asomare.

În unele situații, pentru asomarea porcinelor imobilizate cu ajutorul restainerului, se folosesc instalații electrice care generează curenți de înaltă frecvență (figura 2.11.).

Generatorul de înaltă frecvență realizează o tensiune de 220 [V] și o frecvență de 2400 [Hz], de aceea sunt necesare măsuri suplimentare de protecție pentru evitarea electrocutării operatorilor.

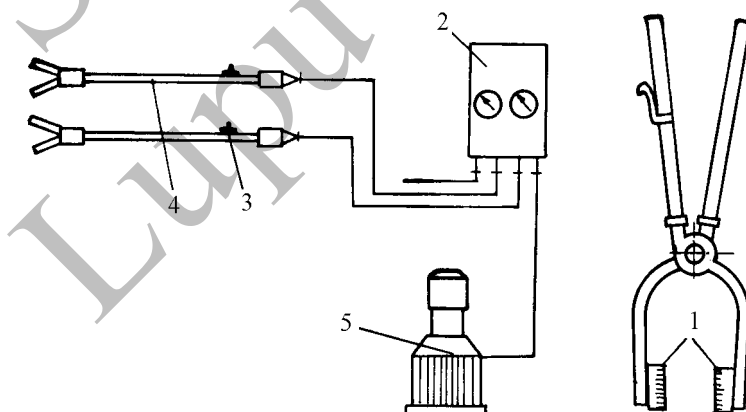


Fig. 2.11. Schema unei instalații de asomare cu curent de înaltă frecvență: 1- electrozi metalici; 2- tablou electric; 3- întrerupător; 4- cabluri electrice; 5- generator de înaltă frecvență

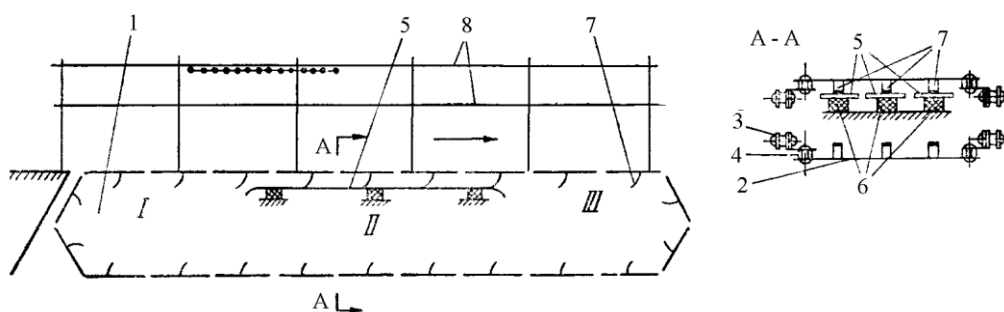


Fig. 2.12. Schema de principiu a instalației de asomare în flux continuu a porcinelor

Instalațiile de asomare cu funcționare continuă (figura 2.12.) sunt de tip transportor continuu, prevăzut cu trei zone de lucru: zona de încărcare sau intrare a porcinelor, zona de lucru propriu-zisă și zona de descărcare.

Pe transportorul 1 prevăzut cu plăcile metalice 2, izolate electric de incintă prin elementele izolatoare 3 și 4, sunt dispuse de o parte și de alta panourile 8 și formează un culoar pentru trecerea porcinelor. În zona de lucru sunt prevăzute șinele 5 cu lungimea de 2 [m], izolate de carcasa transportorului cu ajutorul izolatoarelor 6 și transmit tensiunea electrică plăcilor metalice din zona de asomare cu ajutorul arcurilor 7. În acest fel, se realizează conectarea sub tensiune a trei plăci metalice vecine, ce determină asomarea animalului.

O asemenea instalație de asomare realizează o productivitate de 150-200 animale pe oră, la o tensiune de 60 [V] și un timp de asomare de 30-33 secunde, cu o viteză de lucru a transportorului de 3,2-3,6 [m/min].

Asomarea electrică a păsărilor. La abatoarele de păsări, indiferent de capacitatea de lucru, este utilizată electroasomarea și care se bazează pe acțiunea curentului electric asupra sistemului nervos central, tensiunea, intensitatea și durata fiind dependente de specie. În practică, sunt mai multe metode de asomare electrică a păsărilor: cu clești de asomare, electroasomare cap-cloacă și asomarea în baie electrică.

Pentru abatoarele de mică capacitate, păsările se așează cu capul în jos într-un con special (figura 2.13.), iar operatorul execută manual asomarea individuală cu ajutorul unui clește electric de asomare.

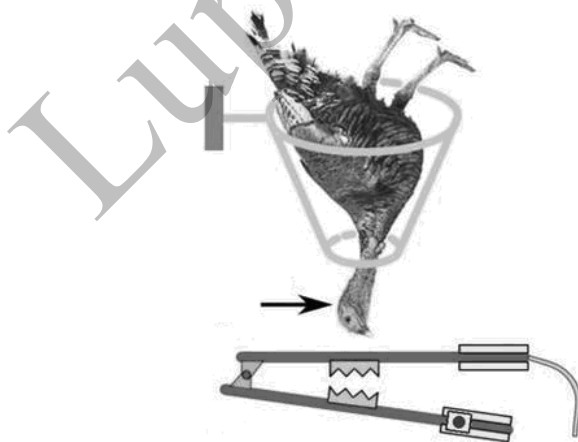


Fig. 2.13. Asomarea electrică individuală a păsărilor

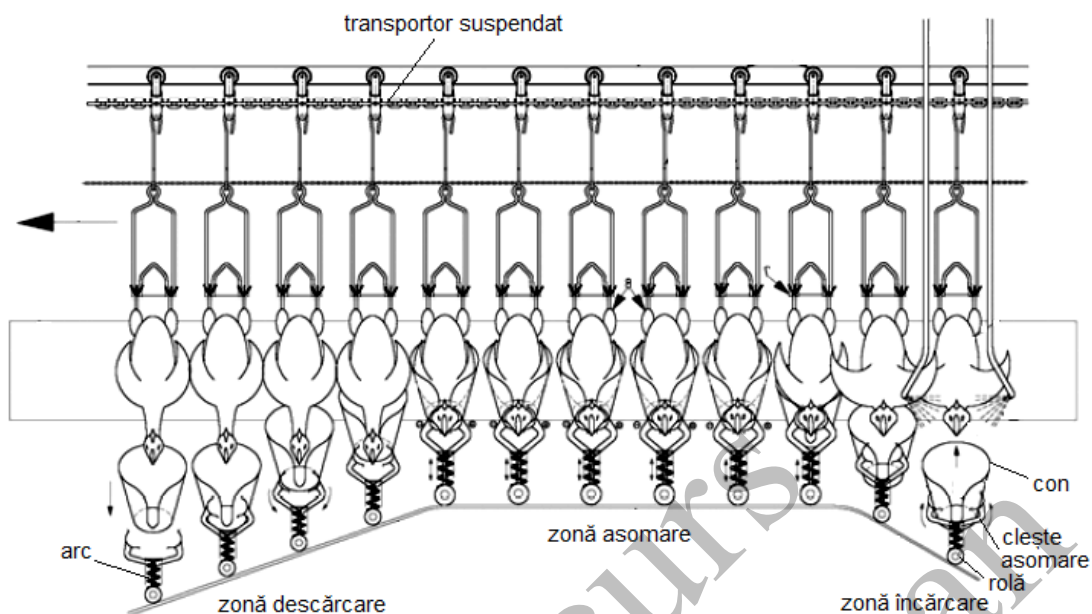


Fig. 2.14. Schema de electroasomare cu clești a păsărilor în flux continuu

La abatoarele de capacitate mare, asamarea electrică se realizează în flux continuu. Păsările suspendate la linia aeriană sunt introduse în conuri pentru imobilizare pe zona de încărcare la asamare, fiecare con fiind prevăzut cu clește electric de asamare (figura 2.14.). La trecerea conurilor pe porțiunea dreaptă are loc electroasomarea, urmată de coborârea acestora pe zona de descărcare, unde cleștele de asamare se deschide, iar păsările ies din con și trec la următoarea operație din fluxul de abatorizare.

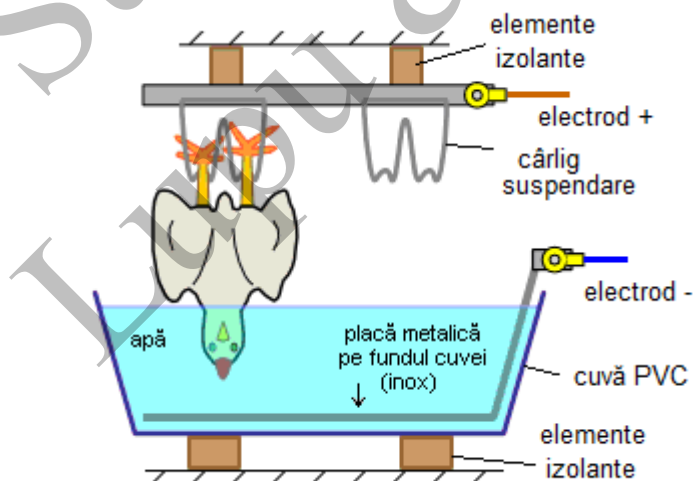


Fig. 2.15. Schema de principiu a asamării păsărilor în baie electrică

Metoda de asomare electrică cu clești se poate aplica la toate speciile de păsări, parametrii fiind dependenți de specie și mărime. Astfel, tensiunea variază între 50-90 [V], intensitatea curentului între 200-600 [mA], iar timpul de asomare între 5-15 secunde, valorile mai mici fiind caracteristice puilor de carne și găinilor, în timp ce valorile mai mari se folosesc la rațe, găște și curcani.

O altă metodă de asomare electrică utilizată la abatoarele de mare capacitate este asomarea în baie electrică, principiul de lucru fiind prezentat în figura 2.15.

Astfel, păsările sunt agățate în poziție verticală cu picioarele la transportorul suspendat, a cărui parte metalică este izolată electric de construcție și conectat la instalația electrică.

În zona de asomare, capul păsării este imersat într-o baie cu apă, izolată electric de construcție și prevăzută cu o placă metalică conectată la instalația electrică, astfel că se închide circuitul electric. În funcție de mărimea păsărilor pentru asomare se aplică o tensiune de 60-85 [V] și un curent electric de 0,3-0,5 [A], timp de 3-5 secunde. Pentru a mări conductibilitatea electrică în baie se introduce clorură de sodiu în proporție de 12-15 %.

Metoda presupune o verificare permanentă a nivelului curentului electric, a nivelului apei din baia electrică (capul păsărilor trebuie să fie imersat complet până la baza aripilor), deoarece o parte din apă se pierde pe fiecare pasăre (consumul de apă este de 0,02-0,05 [l/pui]). De asemenea, trebuie menținută constantă și concentrația soluției de clorură de sodiu din baie.

Deoarece metoda de asomare în baie electrică are și unele dezavantaje, au fost realizate și alte metode de asomare electrică a păsărilor, una dintre acestea fiind asomarea individuală de tip cap-cloacă (figura 2.16.).

În principiu, instalația este compusă din doi electrozi, unul este baia de apă conectată la un pol al instalației electrice, iar celălalt este un electrod mobil care intră în cloaca păsării, circuitul închizându-se prin corpul păsării.

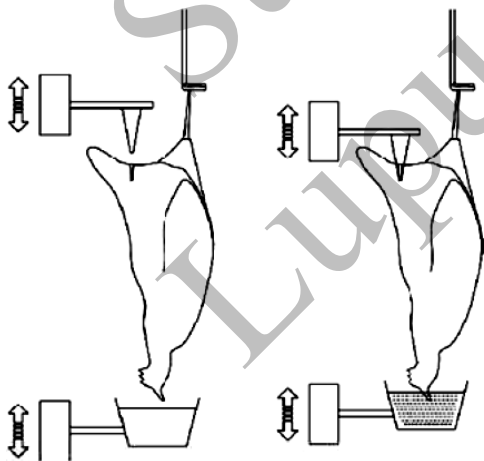


Fig. 2.16. Schema de asomare electrică individuală a păsărilor de tip cap-cloacă

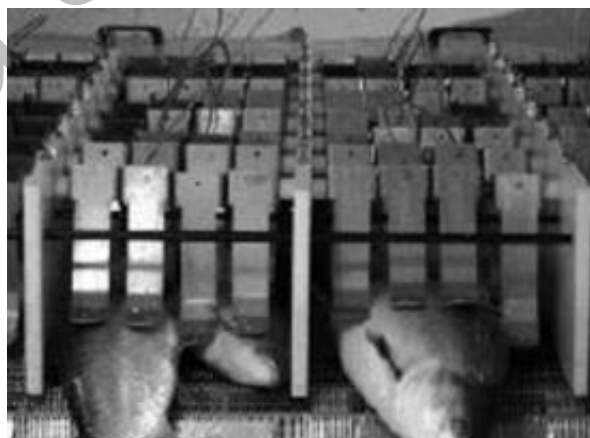


Fig. 2.17. Electroasomarea pe bandă a peștelui

Electroasomarea se folosește și în cazul peștelui, fiind utilizate mai multe variante tehnologice. O primă variantă este electroasomarea cu bandă, la care se folosește o bandă metalică transportoare legată la un pol al instalației electrice (figura 2.17.). Deasupra benzii sunt prevăzute 10-12 rânduri de electrozi legați la celălalt pol al instalației și care vin în contact cu peștii de pe bandă. Tensiunea de lucru este de 40-100 [V], intensitatea și timpul de asomare fiind dependente de specia și mărimea peștilor. O a doua variantă este asomarea în baie electrică, asemănător păsărilor, iar pentru peștii mari și foarte mari gen ton, asomarea se face cu ajutorul unui harpon special, conectat la instalația electrică.

Asomarea cu gaze, cunoscută și sub numele de asomare chimică, prezintă avantaje evidente față de celelalte metode de asomare, prin reducerea stresului și creșterea calității cărnii obținute după sacrificare, dar solicită instalații complexe cu controlul permanent al concentrației gazului utilizat. Această metodă se pretează cel mai bine la asomarea porcinelor și păsărilor în abatoare de mare capacitate.

Asomarea cu CO₂ a porcinelor. Această metodă are la bază saturarea sângelui cu dioxid de carbon și care, înlocuind oxigenul intră în combinație cu hemoglobina din globulele roșii și formează carboxihemoglobina. Ca urmare a faptului că nu mai este alimentat cu oxigen, sistemul nervos este afectat prin paralizarea centrilor nervoși superiori senzoriali și motori, gradul de saturare a sângelui cu dioxid de carbon fiind proporțional cu concentrația acestuia în aerul inspirat de către animal.

În practică, se folosesc două tipuri de instalații de asomare: tip tunel și tip carusel sau cu turn de asomare.

Instalația de asomare cu CO₂ de tip tunel (figura 2.18.) se prezintă sub forma unui tunel cu lungimea de 14-16 [m] și lățimea de 0,7-0,8 [m]. Ca urmare a faptului că dioxidul de carbon este mai greu ca aerul, zona de asomare este plasată la o adâncime de 1,5-1,8 [m] față de nivelul zero al instalației. Porcii sunt aduși și așezați în picioare pe o bandă transportoare 1, deasupra căreia se află un lanț transportor prevăzut cu palete limitatoare 2, având rolul de a împiedica deplasarea animalelor pe bandă înainte sau înapoi. Banda transportoare coboară în zona de asomare, unde este injectat gazul, viteza acesteia fiind în corelație cu concentrația gazului, astfel să se poată asigura asomarea. În general, timpul de asomare este de 40 secunde la o concentrație de CO₂ de 60 % și scade la 30 secunde pentru o concentrație de 80 %.

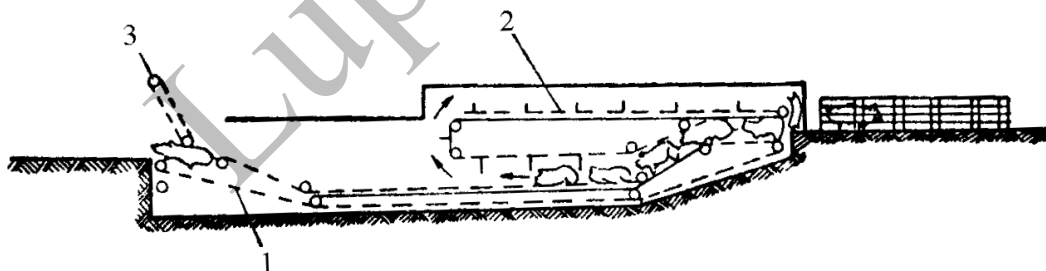


Fig. 2.18. Schema de principiu a instalației de asomare a porcinelor cu CO₂ (sistem Hormel):
1- bandă transportoare; 2- transportor cu palete de limitare; 3- sistem de prindere la linia aeriană

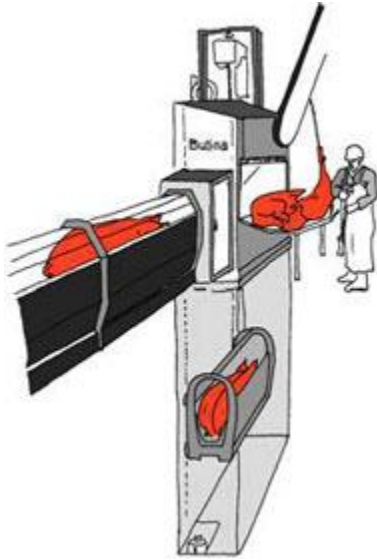


Fig. 2.19. Schema unei instalații tip turn de asomare individuală a porcilor

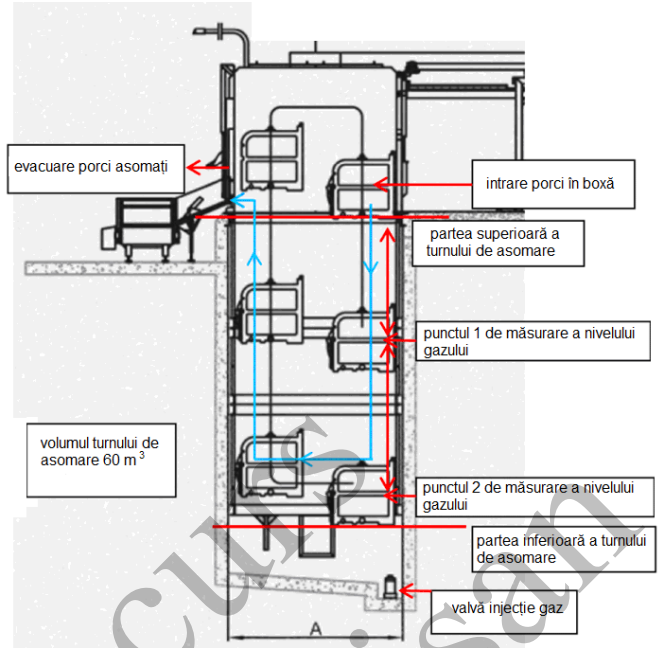


Fig. 2.20. Schema unei instalații de asomare tip carusel

Instalațiile tip turn (figura 2.19.) realizează asomarea individuală a porcilor prin introducerea lor într-o boxă specială și coborârea într-un turn cu CO₂, timpul de coborâre și urcare fiind cel necesar asomării. La ieșirea din turn porcii sunt agățați la linia aeriană de transport către operația de jugulare și sângerare. Productivitatea instalației este mai mică dar se poate controla mult mai bine concentrația de CO₂ și implicit durata asomării.

Instalațiile de tip carusel (figura 2.20.) au o productivitate mult mai mare dar controlează mai greu concentrația de CO₂, deoarece în același spațiu se găsesc mai multe animale care respiră simultan, gradul de inhalare fiind diferențiat.

La toate tipurile de instalații de asomare trebuie limitată concentrația de CO₂, deoarece la valori de peste 75 % sângerarea este mai slabă, apar acumulări de sânge în piele și chiar fracturări ale oaselor.

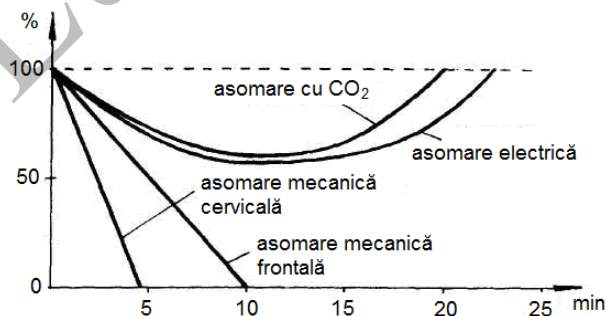


Fig. 2.21. Influența metodei de asomare asupra funcționării sistemului nervos la animale

Asomarea cu gaze. Creșterea presiunii arteriale și implicit a sângerării se poate obține folosind pentru asomare o combinație de gaze precum dioxid de carbon, argon, nitrogen și oxigen, caz în care agitația animalului este mai scurtă și de mai mică intensitate, cu efecte pozitive asupra calității cărnii. Se pot folosi aceleași instalații cu mențiunea că viteza de deplasare a animalelor în instalația de asomare trebuie să permită obținerea timpilor optimi.

În anumite situații speciale (infecțarea cu pestă porcină sau aviară) asomarea cu gaz este folosită la suprimarea vieții animalelor și păsărilor pentru controlul bolilor.

În figura 2.21. este prezentată comparativ timpul de funcționare a sistemului nervos la animale în funcție de metoda de asomare.

2.2.2. Mașini și instalații pentru sângerarea animalelor și păsărilor

Operația de sângerare presupune secționarea unor vase de sânge și scurgerea unei cantități cât mai mare de sânge din corpul animalului. Sângerarea se face imediat după asomare și se poate realiza manual sau mecanizat. În marea majoritate a cazurilor la bovine, porcine și ovine secționarea vaselor sanguine (jugularea) se face manual cu ajutorul unui cuțit igienizat în permanență astfel:

- la bovine se secționează artera carotidă și venele jugulare în zona în care acestea ies din cavitatea toracică (figura 2.22.), timpul de sângerare fiind de minim 8 minute; trebuie avut grijă să nu fie afectate traheea și esofagul;

- la porcine se face prin străpungerea pielii cu cuțitul în partea anterioară a pieptului, până atinge cârja aortei și mai rar direct inima; timpul de sângerare este de minim 5 minute;

- la ovine și caprine se secționează venele jugulare din jgheabul submaxilar; timpul de sângerare este de minim 5 minute;

- la păsări se secționează artera carotidă și vena jugulară pe suprafața laterală a gâtului; timpul de sângerare este 1,5-3 minute.

Sângerarea mecanică se folosește la păsări în abatoare de mare capacitate și presupune utilizarea unui cuțit disc, dispus înaintea zonei de sângerare, operația fiind asistată de către un operator și care corectează poziția cuțitului în raport cu păsările asomate.

În funcție de poziția animalului sunt două moduri de sângerare: în poziție orizontală și în poziție verticală.

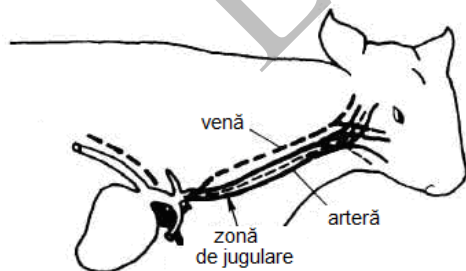


Fig. 2.22. Schema locului de jugulare la bovine

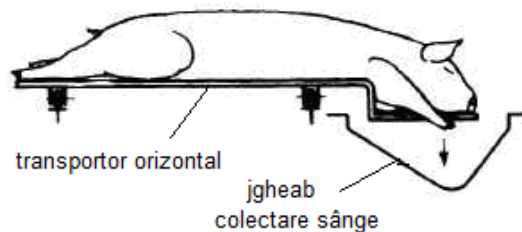


Fig. 2.23. Sângerarea porcilor la orizontală

Sângerarea în poziție orizontală (figura 2.23.) presupune așezarea animalului pe un transportor cu plaga de sângerare în dreptul unui jgheab, urmând ca la capătul zonei de sângerare acesta să fie agățat la linia aeriană de prelucrare.

Metoda este considerată ca fiind cea mai corectă, deoarece animalul se zbate mai puțin, iar inima și pulmonii funcționează mai bine.

Sângerarea în poziție verticală se realizează deasupra unui jgheab de sângerare, animalul fiind agățat de picioarele posterioare la linia aeriană de transport. În această poziție inima și pulmonii nu funcționează la fel de bine, dar animalele au în final cu 35-40 % mai puțin sânge față de sângerarea în poziție orizontală.

Din considerente tehnologice, în majoritatea cazurilor se utilizează sângerarea în poziție verticală la animale și în totalitate la păsări.

Pentru a avea o bună sângerare a animalelor, lungimea canalului sau a bazinului de colectare a sângelui, L_s , trebuie aleasă în funcție de o serie de parametri:

$$L_s = \frac{N_a \cdot \tau_s \cdot d}{60 \cdot T_s} \quad (2.2.)$$

unde: N_a – numărul de animale ce urmează a fi sacrificate;

τ_s – timpul de sângerare, în minute [min];

d – distanța dintre două animale aflate pe transportorul suspendat, între 0,5-0,8 [m];

T_s – durata unei zile de lucru, în ore [h].

În funcție de aceasta se stabilește și viteza de deplasare a animalelor pe zona de sângerare, v_t :

$$v_t = \frac{N_a \cdot d}{60 \cdot T_s}, \text{ [m/min]} \quad (2.3.)$$

Din bazinele colectoare sângele este preluat și trimis către instalația de prelucrare pentru obținerea făinii furajere. Atunci când sângele este recoltat în scopuri alimentare sau farmaceutice sângerarea trebuie realizată în condiții igienice speciale.

Înainte de sângerare se face o curățire și igienizare a pielii unde urmează să se introducă cuțitul tubular special (figura 2.24.). Acesta se introduce direct în inimă și este racordat la un vas colector sub vid. În figura 2.25. este prezentată o instalație de colectare igienică a sângelui la porcine, cu mențiunea că poate fi folosită și la bovine.

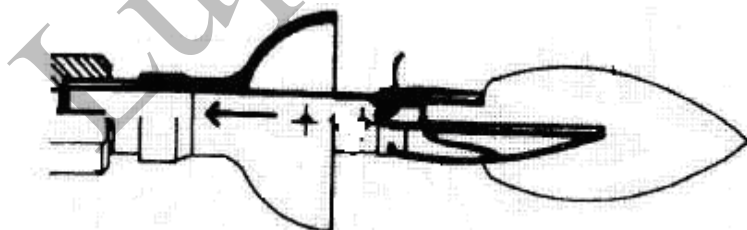


Fig. 2.24. Schema cuțitului tubular pentru recoltare igienică a sângelui

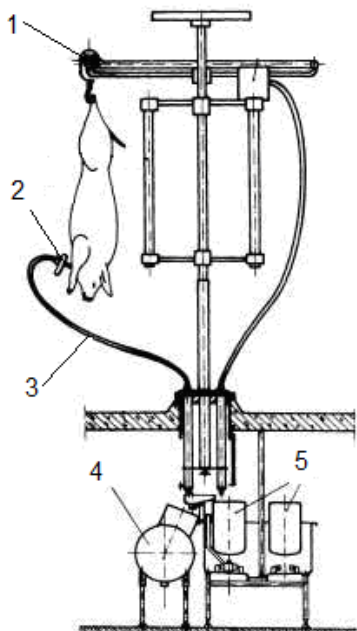


Fig. 2.25. Instalație de recoltare igienică a sângelui la porcine: 1- cârlig suspendare; 2- cuțit tubular; 3- furtun cauciuc; 4- vas recepție cu agitator; 5- vase stocare sânge

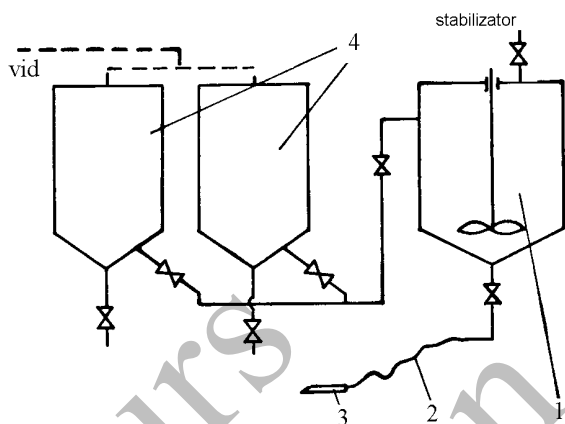


Fig. 2.26. Schema instalației de colectare igienică a sângelui: 1- vas primire cu agitator; 2- furtun din cauciuc; 3- cuțit tubular; 4- vase stocare

Întrucât sângele se alterează rapid, imediat după recoltare acesta se supune unei stabilizări, cu ajutorul clorurii de sodiu 3-3,5 %, fibrinol 1 % sau cu citrat de sodiu 0,5-1,0 %. Substanța stabilizatoare se introduce în vasul prevăzut cu agitator, după care este trecut în vasele de stocare (figura 2.26.). Pentru a evita contactul cu aerul, instalația este racordată la o pompă de vid.

Se recoltează sânge în scopuri alimentare și farmaceutice numai de la animale sănătoase, verificate sanitar-veterinar și fără suspiciuni de boli infecțioase, iar instalația de recoltare trebuie sterilizată înainte de fiecare utilizare.

În corpul animalelor cantitatea de sânge variază în limite largi, în funcție de specie, sex, grad de îngrășare, vârstă și raportat la masa în viu este de 7,7 % la bovine, 6 % la porcine și 8 % la ovine. În urma sângerării, indiferent de metoda folosită, doar o parte din sânge se curge în jgheabul colector, ajungând la cel mult 4,5 % la bovine, 3,5 % la porcine și 3,2 % la ovine, restul regăsindu-se în carne, organe sau sub formă de cheaguri. Trebuie menționat și faptul că o cantitate relativ mică de sânge se elimină pe parcursul celorlalte operații tehnologice de prelucrare a animalelor.

2.3. Mașini și instalații pentru prelucrarea inițială a animalelor și păsărilor

După suprimarea vieții animalele și păsările sunt supuse unor operații de prelucrare în vederea obținerii carcaselor finite, precum și a părților comestibile și necomestibile. Pentru aceasta, animalele și păsările sunt supuse, după caz, unor operații precum jupuire, opărire, deplumare, pârlire, răzuire de scrum, îndepărtare extremități, eviscerare.

2.3.1. Mașini și instalații pentru jupuirea animalelor

Prin jupuirea animalelor se realizează îndepărtarea pielii de carcasă, ca urmare a ruperii legăturii dintre dermă și stratul subcutanat, strat care, având o aderență mai mare la țesutul muscular, rămâne pe suprafața carcasei.

Pielea animalelor constituie materie primă pentru industria textilă (încălțăminte, marochinărie, vestimentație) și de aceea se acordă o atenție deosebită modului în care se îndepărtează de pe carcasă.

Operația de jupuire este influențată de mai mulți factori ce pot fi grupați astfel:

- factori mecanici, ce țin de parametrii instalației de jupuire:
 - viteza de jupuire;
 - unghiul de tragere a pielii;
- factori biologici, ce țin de specie, vârstă, sex, grad de îngrășare, porțiunea anatomică:
 - gradul de aderență;
 - grosimea și calitatea pielii.

Gradul de rezistență a pielii determină forța de jupuire necesară și aceasta variază în raport cu porțiunea anatomică unde are loc desprinderea pielii. În practică s-a constatat că forța de jupuire cea mai mare se înregistrează la desprinderea pielii în zona gâtului (6370 [N]), având o scădere în zona lombară (1470 [N]), urmată de o creștere în regiunea coxală (3626 [N]).

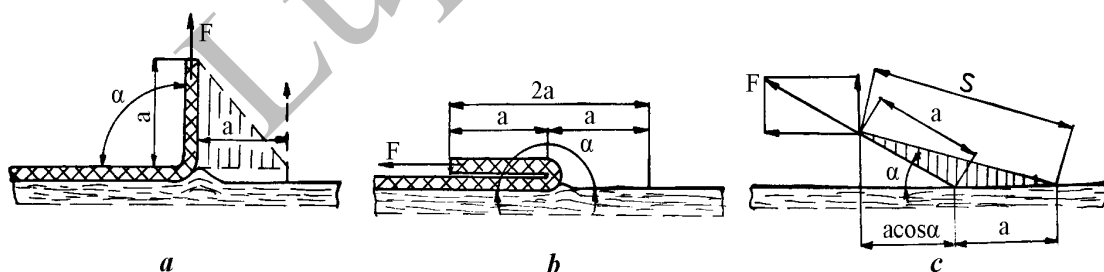


Fig. 2.27. Diagrama unghiului de tragere a pielii la jupuire: a- la unghiul de 90° ; b- la unghiul de 180° ; c- la un unghi oarecare; F- forța de tragere corespunzătoare celor trei cazuri

Mărimea forței de jupuire poate fi determinată pornind de la lucrul mecanic de jupuire, L , ținând cont de figura 2.27:

$$L = F \cdot d_s \cdot \cos \frac{\alpha}{2}, \text{ [J]} \quad (2.4.)$$

Dar:
$$d_s \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = a \cdot (1 + \cos \alpha) = a \cdot \left(2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \right) \quad (2.5.)$$

Rezultă:

$$L = F \cdot 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \quad (2.6.)$$

De unde rezultă forța de jupuire:

$$F = \frac{L}{2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}}, \text{ [N]} \quad (2.7.)$$

unde: L – lucrul mecanic, în [J];

F – forța de jupuire, în [N];

a – lungimea pielii jupuite, în [m];

d_s – distanța parcursă de sistemul de prindere a pielii, în [m];

α – unghiul de tragere a pielii în raport cu planul orizontal, în grade [°].

Pentru calculul motorului de acționare la instalațiile de jupuire cu funcționare discontinuă se iau valorile maxime pentru forța de jupuire astfel: 10000 [N] pentru vitele mari, 5000 [N] pentru porci, 1000 [N] pentru viței și 800 [N] pentru oi.

Pentru calculul motorului de acționare la instalațiile de jupuire cu funcționare continuă se iau în calcul valorile medii ale forței de jupuire astfel: 6100 [N] pentru vite mari, 3000 [N] pentru porci, 1000 [N] pentru viței și 500 [N] pentru oi.

Forța specifică de jupuire, F_0 , se obține în condițiile unui perimetru de jupuire de 1 [m], $a = 1$ [m] și $\alpha = 0$:

$$F_0 = \frac{L}{2}, \text{ [N/m]} \quad (2.8.)$$

Forța specifică de jupuire pentru o viteză medie de jupuire de 6 [m/min] are următoarele valori: 2744 [N/m] pentru pielea de taur, 1764 [N/m] pentru pielea de vacă și 1176 [N/m] pentru pielea de mânzat.

Forța specifică de jupuire pentru un unghi $\alpha \neq 0$ va avea expresia:

$$F_{01} = \frac{2 \cdot F_0}{1 + \cos \alpha} = \frac{F_0}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (2.9.)$$

Viteza de desprindere a pielii, v , se determină cu relația:

$$v = B \cdot e^{a_0 \cdot F_{01} \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}}, \text{ [m/min]} \quad (2.10.)$$

unde: B – coeficient cu valoarea $B = 2,5 \cdot 10^{-4}$;

a_0 – coeficient cu valorile: $a_0 = (2,5 \dots 4,6) \cdot 10^{-3}$, [m/N] la taurine mari și

$a_0 = (5 \dots 12) \cdot 10^{-3}$, [m/N] la taurine mici.

Din relația de mai sus se scoate forța specifică de jupuire pentru un unghi $\alpha \neq 0$:

$$F_{01} = \frac{\ln v - \ln B}{a_0 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}} = \frac{\ln v - \ln 2,5 \cdot 10^{-4}}{a_0 \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (2.11.)$$

Rezultă forța specifică de jupuire pentru $\alpha = 0$ sub forma:

$$F_0 = \frac{\ln v + 8,294}{a_0}, \text{ [N/m]} \quad (2.12.)$$

Viteza de jupuire depinde de gradul de aderență al pielii și în mod normal aceasta trebuie să varieze în funcție de partea anatomică (între 4-12 [m/min]), lucru greu de realizat și de aceea se folosește o viteză medie de 6 [m/min] și construcții cu un anumit profil pentru instalațiile de jupuire.

Lucrul mecanic pentru jupuirea depinde de forța specifică de jupuire și de suprafața totală a pielii jupuite mecanic și este de 25480 [J] pentru taurine masculi, 14700 [J] pentru taurine femele și 5830 [J] pentru mânzați.

În funcție de acțiunea exercitată asupra stratului subcutanat, metodele de jupuire pot fi mecanice, termice și combinate.

Metodele mecanice realizează jupuirea prin tăierea, smulgerea sau slăbirea stratului subcutanat. Slăbirea aderenței dintre dermă și stratul subcutanat se poate realiza astfel:

- prin introducerea sub piele a unui gaz (aer, dioxid de carbon, gaz inert);
- prin introducerea sub piele a unui lichid (apă, saramură).

Atât gazele cât și lichidele sunt introduse sub presiune, favorizând desprinderea unei părți a pielii de carcasă, fiind necesară și o prelucrare manuală. În plus, aerul și apa sub presiune determină o oarecare depreciere a cărnii și pielii, mărind în același timp încărcătura microbiană a acestora.

Jupuirea manuală a animalelor se practică în abatoarele de capacitate mică, la abatoarele sanitare, centre de tăiere și în anumite cazuri pentru animale destinate exportului, diferit în funcție de specie.

Un caz aparte este cel al jupuirii manuale a oilor la care, pentru ușurarea operației se insuflă aer sub piele, asigurându-se o calitate mai bună a carcaselor și a pieilor.

Jupuirea manuală este o operație cu consum mare de muncă fizică și productivitate scăzută, tendința fiind de a se înlocui cu metode mecanizate.

Jupuirea mecanizată se poate realiza pe instalații cu animalele dispuse pe verticală sau pe orizontală, cu funcționare continuă sau discontinuă. În toate situațiile este necesară o jupuire inițială (croire a pielii) executată manual, prin tăierea pielii de pe picioare, gât și părțile laterale cu ajutorul unor cuțite prevăzute cu apărătoare sau cu cuțite discoidale cu acționare electrică (figura 2.28.).

Cuțitul discoidal are două discuri dințate cu diametrul de 100 [mm] și montate pe un ax comun. Cu dinți ascuțiți pe ambele părți, discurile execută rotiri de 20° , mișcarea de fierăstrău fiind obținută cu ajutorul unui excentric de la un volan montat pe un ax antrenat în mișcare de rotație.

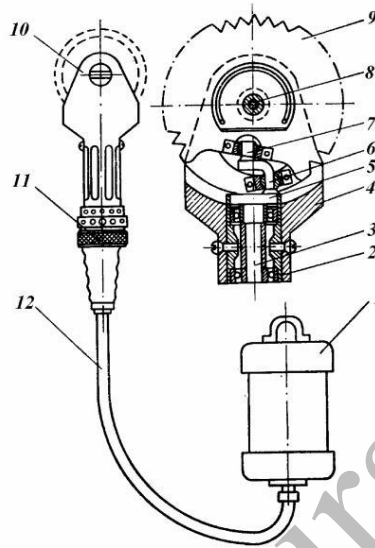


Fig. 2.28. Construcția cuțitului discoidal pentru jupuire: 1- motor electric; 2- placă strângere; 3- ax volant; 4- corp; 5- volant; 6- manivelă; 7- excentric; 8- ax discuri; 9- discuri; 10- apărătoare; 11- mâner; 12- cablu flexibil

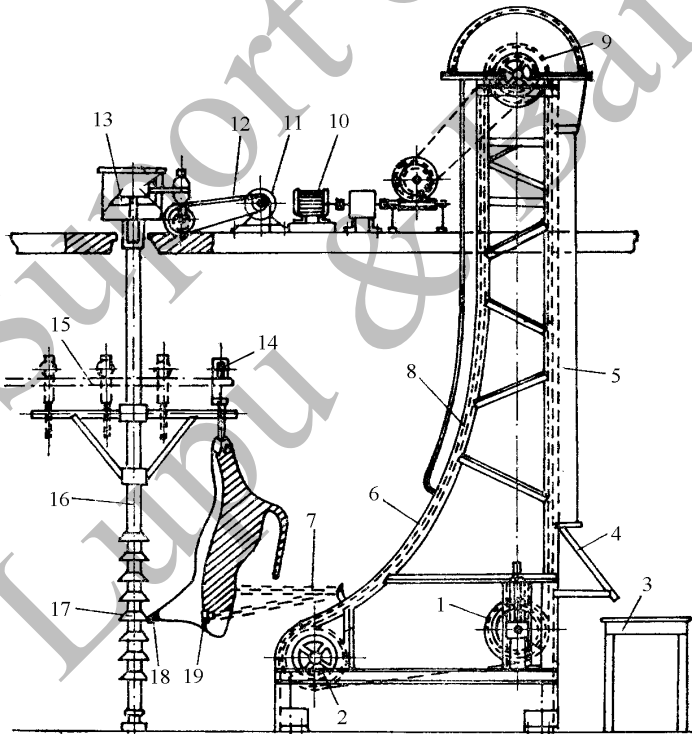


Fig. 2.29. Instalație de jupuire discontinuă a bovinelor cu sistem de fixare rotativ: 1,2- roți dințate; 3- masă pentru piei; 4- tobogan; 5- burlan cădere piei; 6- ghidaj profilat; 7- lanț de prindere piei; 8- lanț conveier; 9- roată dințată antrenare; 10- motor electric acționare conveier; 11- motor electric acționare sistem de fixare; 12- curea antrenare; 13- angrenaj conic; 14- cărucior transport pe linia aeriană; 15- linie aeriană de transport; 16- ax sistem de fixare; 17- scoabe pentru fixarea carcasei; 18- cârlig de fixare; 19- clește de prindere a pielii

Jupuirea taurinelor se realizează mecanic, pe instalații care se bazează pe principiul smulgerii pielii de pe carcasă, prin fixarea ei la un transportor cu profil special și care permite realizarea unei viteze variabile, în funcție de rezistența stratului subcutanat.

În funcție de poziția animalului, în timpul smulgerii, instalațiile de jupuire mecanică realizează jupuirea pe orizontală (au o circulație continuă și în funcție de viteza conveioarelor ating productivități de 75-150 carcasse pe oră) sau pe verticală (prin sistemul de fixare realizează un proces discontinuu și au productivități de 50-80 carcasse pe oră).

Instalația de jupuire discontinuă cu sistem de fixare rotativ (figura 2.29.) este alcătuită dintr-un sistem de fixare a carcasei și un transportor (conveier) cu o formă specială, prin care se obține o viteză de jupuire variabilă.

Carcasa jupuită anterior pe 30-35 % din suprafață (operație executată manual) este adusă pe linia aeriană și fixată cu ajutorul scoabelor la axul sistemului de fixare, care se poate roti pentru a aduce carcasa în cea mai bună poziție pentru jupuire. Pielea jupuită inițial de pe picioarele anterioare este prinsă cu clești la lanțul de smulgere și care la rândul lui este prins de cârligele montate pe lanțul conveierului. Lanțul se deplasează pe un ghidaj profilat și este acționat de motorul electric prin intermediul unui reductor cu variator de turație. În aceste condiții pielea este smulsă de pe carcasă de jos în sus, iar la capătul superior al ghidajului cade printr-o tubulatură pe o masă, de unde este preluată și trimisă la prelucrat.

Din categoria instalațiilor de jupuire discontinuă a bovinelor fac parte și cele prezentate în figura 2.30. Astfel, după jupuirea inițială a pielii de pe picioarele anterioare, aceasta se prinde cu clește la un cablu de jupuire acționat prin intermediul unui troliu (figura 2.30.a.) sau se prinde la două cabluri de jupuire (figura 2.30.b.). În ambele cazuri picioarele anterioare se fixează cu cârlige la un stâlp.

În abatoarele de mare capacitate se folosesc instalații de jupuire continuă a bovinelor (figura 2.31.). Din punct de vedere constructiv, aceste instalații sunt alcătuite din trei conveiere: conveierul pentru fixarea picioarelor anterioare, conveierul cu cârlige de prindere a pielii și conveierul aerian de transport.

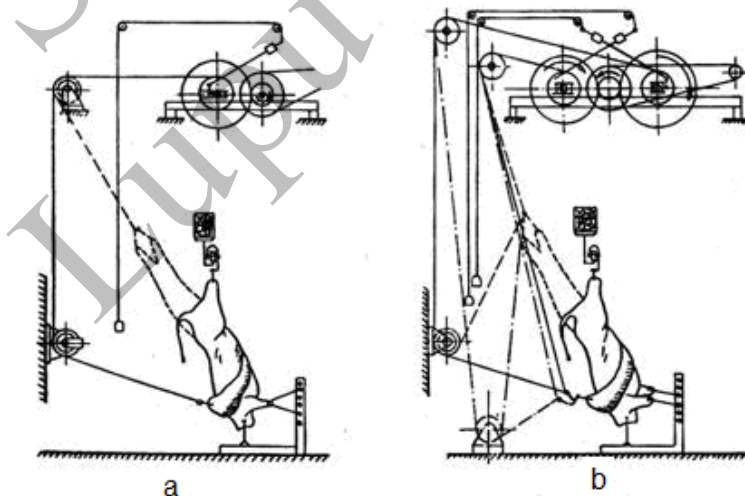


Fig. 2.30. Schema instalației de jupuire discontinuă a bovinelor: a- cu un cablu; b- cu două cabluri

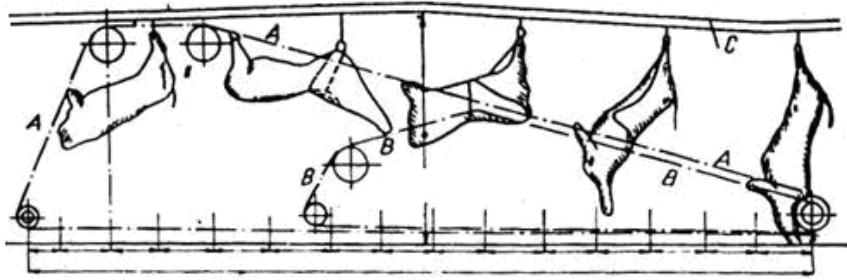


Fig. 2.31. Schema instalației de jupuire continuă a bovinelor cu conveiere: A- conveier de agățare a picioarelor anterioare; B- conveier de smulgere a pielii; C- conveier de deplasare aeriană a carcaselor

Carcasa pregătită pentru jupuire (jupuită anterior de pe picioarele anterioare) este adusă pe linia de transport aerian la instalația de jupuire. Trebuie menționat faptul că linia aeriană de transport C este de regulă neconveierizată (ea poate fi conveierizată dar în acest caz viteza sa trebuie corelată cu vitezele instalației de jupuire). Picioarele anterioare se fixează cu ajutorul cârligelor pe conveierul A, iar pielea desprinsă de pe picioarele anterioare se prinde cu ajutorul unor clești la cârligele conveierului B. Prin urmare, pielea se smulge de la ceafă către coadă, procesul de smulgere fiind realizat cu viteză variabilă, obținută prin combinarea mișcării celor trei conveiere.

Jupuirea pielii la porcine necesită un efort mai mic față de bovine, întrucât prelucrează carcase cu suprafață de jupuire redusă și cu piele mai puțin aderentă, fapt pentru care sunt mai simple din punct de vedere constructiv și al modului de exploatare.

Instalațiile de jupuit porcine sunt de tipul: cu funcționare continuă sau cu funcționare discontinuă. Ca și în cazul bovinelor, porcii sunt supuși unei jupuirii manuale a pielii de pe picioarele anterioare și din zona capului, după care pot fi trecuți la instalațiile de jupuit mecanic.

Instalațiile de jupuit cu funcționare discontinuă (figura 2.32.) sunt alcătuite dintr-un sistem de fixare a picioarelor anterioare și un sistem de tragere a pielii. Prinderea porcului se face prin intermediul unui cârlig de fixare a maxilarului inferior la o tijă cu clichet, ce se poate deplasa pe un sector dințat în vederea obținerii poziției optime față de animal. Pielea desprinsă anterior, se prinde cu clește la cablul de tracțiune și prin antrenarea motorului electric se produce înfășurarea cablului de tracțiune cu tragerea pielii de jos în sus, dinspre ceafă către coadă. În timpul jupuirii, pentru a evita smulgerea odată cu pielea și a grăsimii de pe carcasă, aceasta va fi apăsată manual pentru a obține un unghi de jupuire cât mai apropiat de zero grade. Productivitatea unor astfel de instalații de jupuire mecanică variază între 30-40 carcase pe oră.

Instalația de jupuire a porcinelor cu funcționare continuă (figura 2.33.) este asemănătoare cu cea de la bovine, fiind formată din trei conveiere: conveierul de transport la linia aeriană 1 (la care sunt fixate picioarele posterioare), conveierul de jupuire 2 și conveierul de fixare a carcasei 3 (la care sunt prinse picioarele anterioare sau capul). Carcasele pregătite anterior sunt aduse pe linia aeriană de transport în zona de lucru. Aici carcasa este fixată la conveier, iar pielea este prinsă cu clești și prin intermediul unui lanț 4 la cârligele conveierului de jupuire. Desprinderea pielii de carcasă se face datorită înclinării conveierului de jupuire cu un unghi de 20-22° față de orizontală.

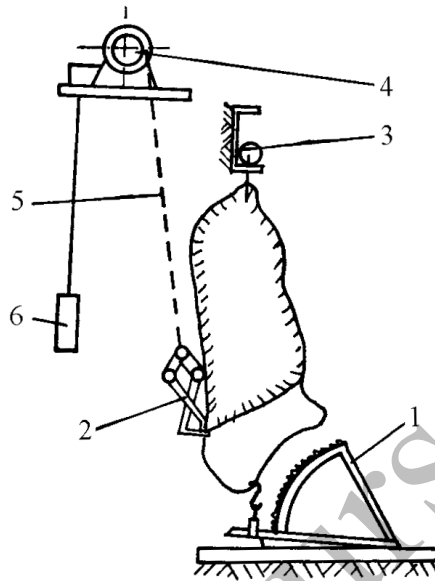


Fig. 2.32. Schema instalației de jupuire discontinuă a porcinelor: 1- sistem de prindere picioare anterioare; 2- clește prindere piele; 3- linie aeriană de transport; 4- motoreductor; 5- cablu tracțiune; 6- sistem de comandă motor electric

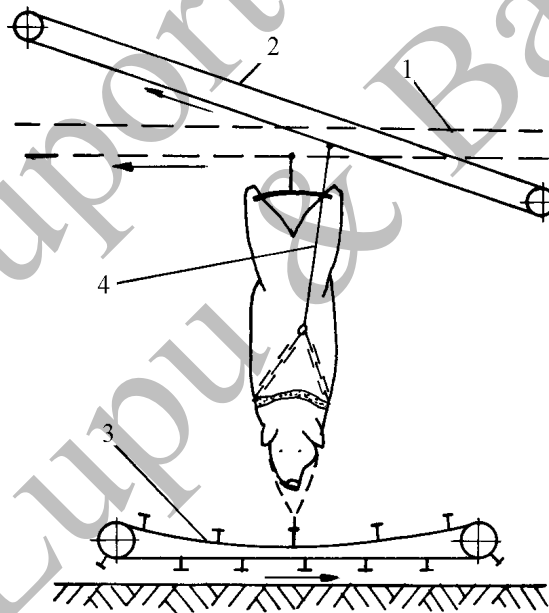


Fig. 2.33. Schema de principiu a jupuirii continue a porcilor

În funcție de starea de îngrășare, viteza conveierului de fixare a carcasei poate varia între 1,6-4 [m/min], iar viteza conveierului de jupuire între 2,5-5 [m/min], pentru a putea obține o viteză de jupuire între 6-8 [m/min] la porcii grași, respectiv 8-15 [m/min] la porcii slabi.

Instalațiile de jupuire cu funcționare continuă pot realiza productivități de 150-200 carcase pe oră.

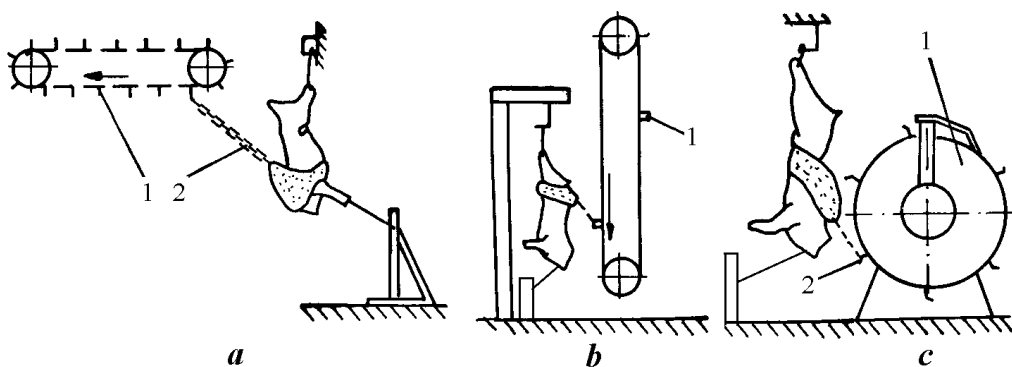


Fig. 2.34. Schema de principiu a instalațiilor de jupuit ovine și caprine cu funcționare discontinuă

Jupuirea ovinelor și caprinelor se poate realiza manual în abatoarele de capacitate mică sau mecanizat în abatoarele de medie și mare capacitate. Pentru a putea realiza operația de jupuire în condiții optime este necesară o prejupuire manuală. Pentru jupuirea ovinelor și caprinelor se pot folosi atât instalațiile de jupuit porcinele, dar și instalații specifice.

Instalațiile de jupuire cu funcționare discontinuă pot fi de tipul: cu conveier orizontal (figura 2.34.a.), cu conveier vertical (figura 2.34.b.) sau cu tambur rotativ (figura 2.34.c.).

La instalația de jupuire cu conveier orizontal animalul este adus cu linia aeriană de transport în zona de lucru. Aici pielea desprinsă anterior se prinde prin intermediul unui lanț cu cârlig 2 la pîntenii conveierului orizontal 1, carcasa fiind fixată de gât sau picioarele anterioare. În prima fază, pielea este trasă sub un unghi de aproximativ 45° , ajungând la finalul jupuirii la 90° . Viteza conveierului orizontal este de 1-5 [m/min], rezultând o productivitate de până la 550-600 [capete/schimb].

Instalația de jupuire cu conveier vertical este alcătuită dintr-un lanț cu pîneni 1 (conveierul de jupuire), de care se prinde lanțul cu cârlig al pielii. În acest caz, carcasa este fixată de gât sau picioarele anterioare. Jupuirea se face de la cap spre coadă, viteza conveierului de jupuire fiind de 12 [m/min].

Instalația de jupuire cu tambur rotativ realizează fixarea lanțului cu cârligul de prindere a pielii pe un tambur rotativ 1, prevăzut cu cârligele 2. Tamburul cu diametrul de un metru se rotește cu o turație de 18-35 [rot/min], jupuirea fiind realizată prin tragerea pielii de la coadă spre cap.

Instalația de jupuire cu funcționare continuă (figura 2.35.) are în construcție un conveier de jupuire, cu ramura de lucru curbată sau dispus înclinat la 40° față de conveierul de fixare a carcasei.

Carcasa este adusă pe linia aeriană în zona de lucru unde picioarele anterioare se fixează la conveierul orizontal, printr-un dispozitiv de fixare, în timp ce pielea este prinsă cu ajutorul unui lanț cu clește la pîntenii conveierului de jupuire. După desprinderea pielii picioarele anterioare sunt tăiate de la genunchi cu ajutorul cuțitului disc. Productivitatea unei astfel de instalații este de circa 375 [capete/h] la o viteză a conveierului de jupuire de 6-7 [m/min].

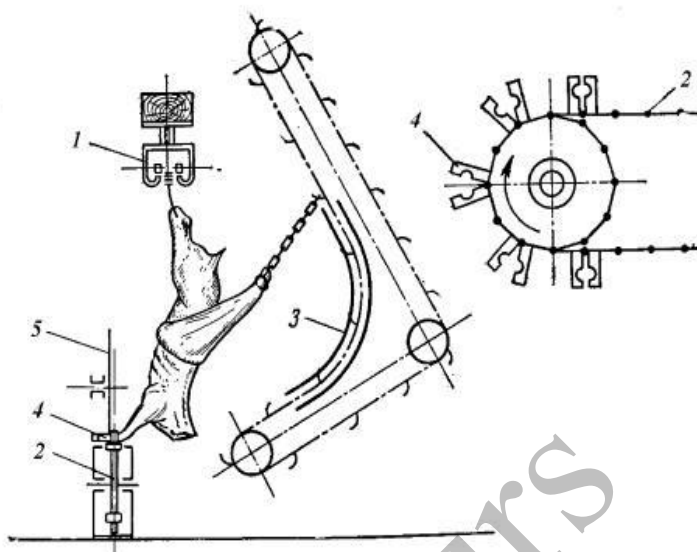


Fig. 2.35. Schema instalației de jupuire continuă a ovinelor și caprinelor: 1- linia aeriană de transport animale; 2- conveier orizontal; 3- conveier de jupuire; 4- dispozitiv fixare picioare anterioare; 5- cuțit disc

Productivitatea instalațiilor de jupuire prin smulgere depinde de modul de funcționare al acestora.

Productivitatea instalațiilor de jupuire cu funcționare discontinuă, Q , se poate determina cu relația:

$$Q = \frac{3600}{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_6} = \frac{6600}{\tau_0 + \tau_p} = \frac{6600}{\tau}, [\text{capete/h}] \quad (2.13.)$$

unde: τ – timpul total al procesului de jupuire;

τ_1 – timpul de aducere a animalului și fixare la instalația de jupuire;

τ_2 – timpul de prindere a pielii la dispozitivul de tragere;

τ_3 – timpul necesar jupuirii laterale;

τ_4 – timpul necesar jupuirii longitudinale;

τ_5 – timpul de coborâre a pielii și eliberarea din organul de fixare;

τ_6 – timpul necesar eliberării carcasei din organele de fixare.

În relația de mai sus timpii sunt exprimați în secunde.

Notațiile $\tau_0 = \tau_3 + \tau_4$, reprezintă timpul efectiv de jupuire, respectiv $\tau_p = \tau_1 + \tau_2 + \tau_5 + \tau_6$, reprezintă timpii auxiliari operației de jupuire.

Timpii de jupuire laterală și longitudinală depind de lungimea jupuirii și viteza jupuirii, specifice fiecărei etape:

$$\tau_3 = \frac{2 \cdot l_1}{v_1} \text{ și } \tau_4 = \frac{2 \cdot l_2}{v_2} \quad (2.14.)$$

în care: l_1 – lungimea jupuirii laterale, în [m];

l_2 – lungimea jupuirii longitudinale, în [m];

v_1 – viteza jupuirii laterale, în [m/s];

v_2 – viteza jupuirii longitudinale, în [m/s].

Dacă jupuirea se face într-o singură etapă, atunci timpul efectiv de jupuire, τ_0 , depinde de lungimea totală a jupuirii pielii, l , și de viteza de mișcare a organului de tragere a pielii, v :

$$\tau_0 = \frac{2 \cdot l}{v}, [s] \quad (2.15.)$$

Productivitatea instalațiilor de jupuire cu funcționare continuă, Q , se calculează:

$$Q = \frac{60 \cdot \varphi \cdot v}{l}, [capete/h] \quad (2.16.)$$

unde: φ – coeficientul de utilizare a instalației;

v – viteza de mișcare a carcasei prin instalație, în [m/min];

l – distanța dintre carcase, în [m].

Viteza de mișcare a carcasei prin instalație depinde de specia de animale supusă operației de jupuire.

Pentru instalația de jupuire a ovinelor, viteza de mișcare a carcasei depinde de viteza maximă de desprindere a pielii sau de jupuire, v_{max} , și unghiul de înclinare a conveierului de jupuire față de orizontală, α :

$$v = v_{max} \cdot ctg\alpha \quad (2.17.)$$

Pentru instalația de jupuire a porcinelor, viteza de mișcare a carcasei depinde de viteza maximă de desprindere a pielii sau de jupuire, v_{max} , și viteza de mișcare a conveierului de smulgere a pielii, v_0 :

$$v = v_{max} + v_0 \quad (2.18.)$$

Viteza conveierului de smulgere a pielii este $v_0 = \frac{2}{3} v$, rezultă că $v = 3 \cdot v_{max}$.

În cazul instalației de jupuire cu tambur rotativ, dacă nu este fixată carcasa de gât sau picioare, este asimilată cu procesul de lucru continuu, viteza de mișcare a carcasei, v , este:

$$v = \frac{v_{max} \cdot l}{2 \cdot L}, [m/min] \quad (2.19.)$$

unde: L – lungimea părții de piele jupuită în instalație, în [m].

Astfel, productivitatea instalațiilor de jupuire cu funcționare continuă va fi:

- pentru instalația de jupuire a ovinelor:

$$Q = \frac{60 \cdot v_{max} \cdot ctg\alpha}{l_{min}}, [capete/h] \quad (2.20.)$$

unde: l_{min} – distanța minimă dintre carcase, în [m].

- pentru instalația de jupuire a porcinelor:

$$Q = \frac{180 \cdot v_{max}}{l_c}, [capete/h] \quad (2.21.)$$

unde: l_c – distanța dintre tije de fixare a picioarelor anterioare, în [m].

- pentru instalația de tip tambur:

$$Q = \frac{60 \cdot v_{max}}{L}, [capete/h] \quad (2.22.)$$

Acționarea instalațiilor de jupuire se face cu motoare electrice, puterea acestora fiind determinată cu relațiile:

- pentru instalațiile cu funcționare discontinuă:

$$P = \frac{F \cdot v \cdot \eta_a}{60 \cdot 1000 \cdot \eta \cdot \eta_1}, [kW] \quad (2.23.)$$

unde: F – forța maximă de jupuire, în [N];

η – randamentul mecanic al transmisiei de la motor la axul roții de lanț sau tambur;

η_1 – randamentul sistemului de smulgere a pielii;

η_a – coeficient de suprasarcină la punerea în funcțiune a instalației.

- pentru instalațiile cu funcționare continuă:

$$P = \frac{F_m \cdot Z \cdot v \cdot \eta_a}{60 \cdot 1000 \cdot \eta \cdot \eta_1}, [kW] \quad (2.24.)$$

unde: F_m – este forța medie de jupuire, în [N];

Z – numărul de carcase care trec în același timp prin instalație;

v – viteza lanțului conveierului de aducere a carcасelor pe linie, în [m/min].

2.3.2. Mașini și instalații pentru opărire, depilarea și deplumarea animalelor și păsărilor

Opărire porcinelor are ca scop pregătirea pielii pentru smulgerea părului sau depilare. Fără opărire, procesul s-ar realiza foarte greu și cu rezultate slabe din punct de vedere calitativ.

Temperatura de opărire a porcilor este de 63-65 [°C], timpul de opărire fiind de 3-5 [min]. O temperatură mai mare reduce elasticitatea părului, iar menținerea pe o durată mai mare la temperaturi peste cea indicată determină coagularea proteinelor din dermă în jurul bulbului pilos, astfel că, la depilare firul de păr se rupe și bulbul rămâne în piele. Tot în aceleași condiții se poate produce crăparea pielii și desprinderea ei în mașinile de depilat. La temperaturi mai scăzute și timp de menținere mai mic, pielea nu se înmoaie suficient și smulgerea părului este îngreunată.

Opărire porcinelor se poate face total, pe toată suprafața pielii (în acest caz pielea nu mai poate fi folosită) sau parțial pe anumite suprafețe (cap, picioare, abdomen, părți laterale).

Opărire integrală a porcilor se poate face prin imersare într-un bazin cu apă de opărire, în poziție orizontală sau verticală, respectiv prin stropire cu apă. Încălzirea apei de opărire se poate realiza prin barbotare directă cu abur sau serpentine de încălzire, în toate situațiile se folosesc termoregulate pentru menținerea constantă a temperaturii în limitele optime.

Opărire parțială se face pentru porcii destinați jupuirii integrale sau jupuirii prin cruponare, pentru aceasta fiind utilizate instalații prevăzute cu locașuri speciale pentru așezarea lor.

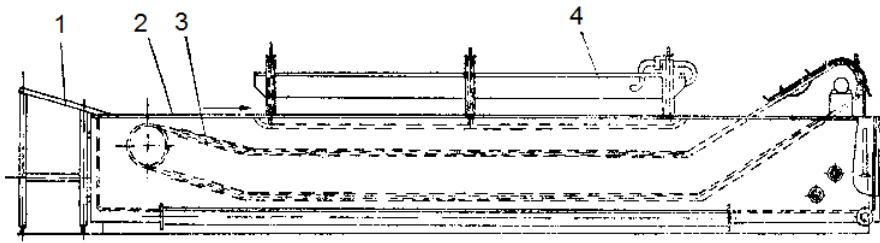


Fig. 2.36. Schema bazinului de opărire cu conveier: 1- masă primire porcine; 2- bazin; 3- transportor prevăzut cu târghi pentru porcine; 4- sistem opărire laterală

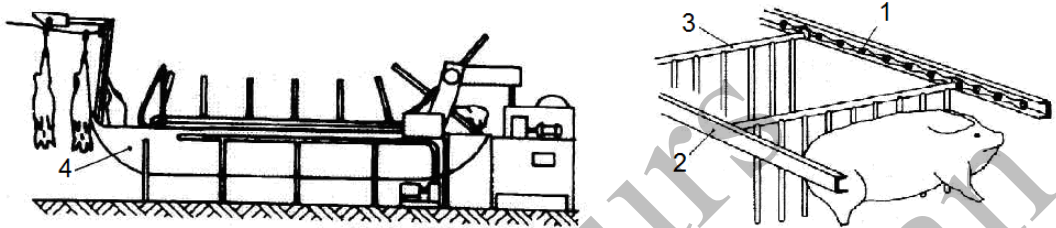


Fig. 2.37. Schema instalației de opărire prin imersarea porcilor în poziție orizontală: 1- lanț transportor; 2- ghidaj lanț; 3- palete; 4- bazin de opărire

Instalația de opărire continuă a porcinelor cu bazin și conveier (figura 2.36.) este alcătuită dintr-un bazin de formă dreptunghiulară 2, prevăzut cu o serpentină montată pe fundul acestuia prin care se trimite abur în vederea menținerii temperaturii apei în limitele optime. De pe masa de primire 1 porcii sunt așezați pe târghi speciale montate pe transportorul cu lanțuri 3 și trec prin apa din bazin. În funcție de nivelul apei din bazin se poate face oprire parțială sau totală. Instalația are prevăzută și un sistem de opărire laterală a porcilor.

Instalația de opărire integrală a porcilor prin imersare în poziție orizontală (figura 2.37.) folosește un sistem de transport al porcilor format din două lanțuri, pe care sunt dispuse palete de antrenare la distanțe de 0,5-0,7 [m], în funcție de grosimea carcasei.

În figura 2.38. este prezentată schema de abatorizare a porcilor cu opărire continuă integrală, prin imersarea lor în apă în poziție verticală. După asomare și jugulare porcii sunt agățați la linia aeriană de transport, trec prin zona jgheabului de sângerare, după care sunt introduși în bazinul cu apă pentru opărire. La sfârșitul etapei de opărire porcii sunt așezați pe un transportor și duși către mașinile de depilat.

Instalația de opărire este prevăzută cu sisteme de încălzire a apei și termoregulate, apa din bazin fiind trecută periodic printr-un sistem de recirculare cu reținere a impurităților.

Instalația de opărire continuă totală a porcilor în poziție verticală este și cea prezentată în figura 2.39. În acest caz porcii sunt aduși pe linia aeriană de transport la opăritor, care este un tunel izolat termic, prevăzut de o parte și de alta cu rampe cu duze 3, prin intermediul cărora se stropesc carcasele cu apă caldă. Pentru uniformizarea temperaturii ventilatorul 2 asigură recircularea vaporilor de apă în tunel. Apa scursă la partea inferioară a tunelului de opărire este recirculată și filtrată în rezervoare prevăzute cu instalație de încălzire cu abur, pentru menținere la temperatură optimă.

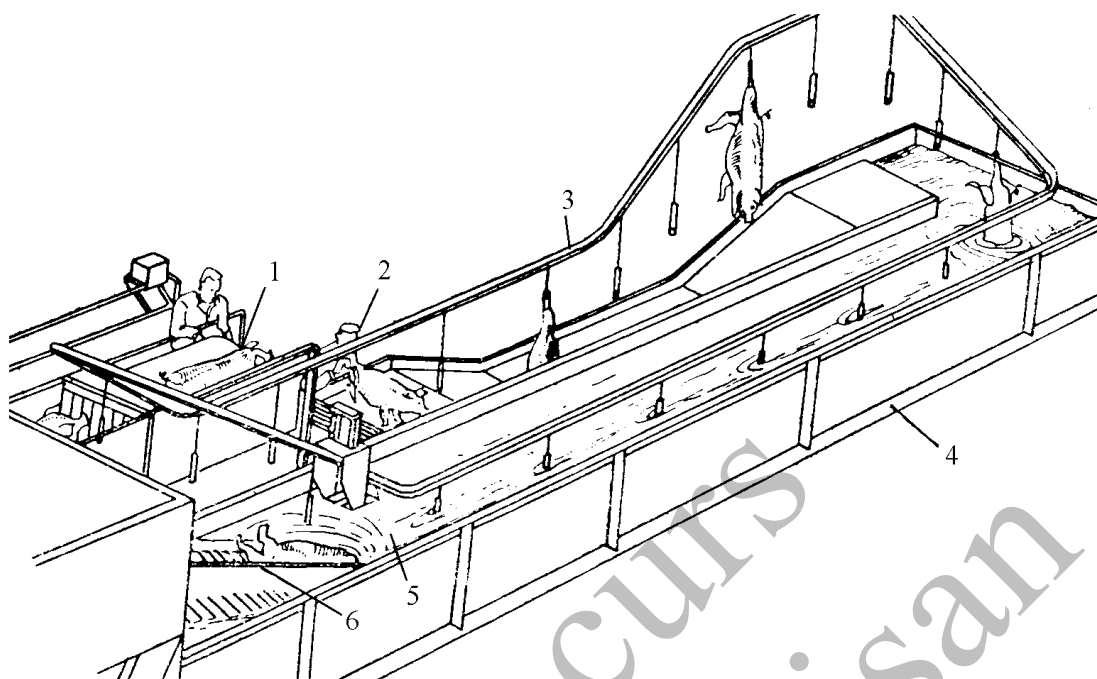


Fig. 2.38. Instalație de abatorizare cu opărire integrală a porcilor prin imersare în poziție verticală: 1- asomare; 2- jugulare; 3- linie aeriană de suspendare; 4- bazin opărire; 5- zonă ieșire din bazin; 6- transportor spre mașina de depilat

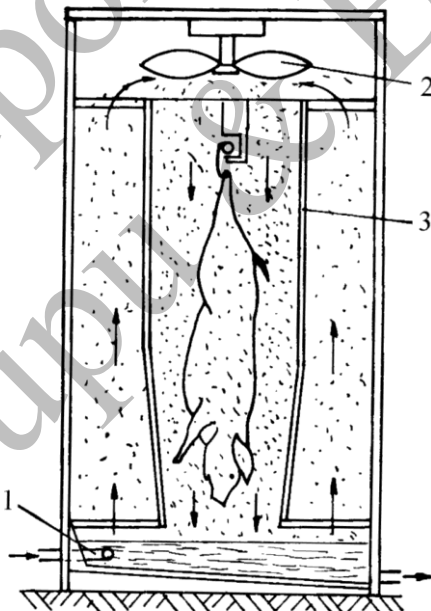


Fig. 2.39. Schema tunelului de opărire integrală prin stropire a porcilor în poziție verticală

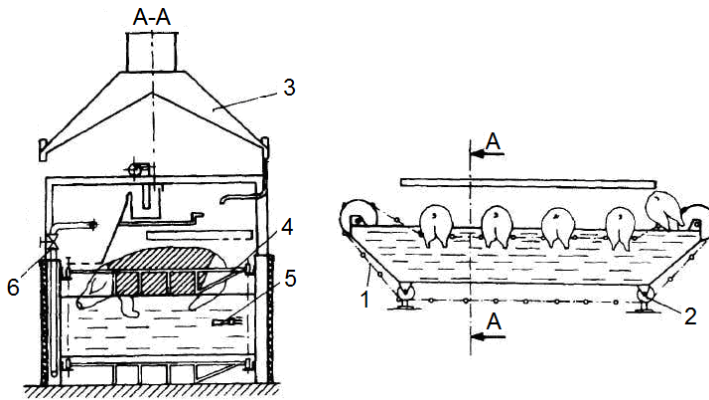


Fig. 2.40. Schema instalației de opărire a porcilor pentru jupuire prin cruponare: 1- transportor cu leagăne; 2- bazin de opărire; 3- capac recuperare vapori de apă; 4- leagăne pentru porci; 5- sistem de încălzire a apei din bazin; 6- conductă de alimentare cu apă caldă

Instalația de opărire a porcilor pentru jupuire prin cruponare prezentată în figura 2.40. Porcii aduși pentru opărire, se așează pe un transportor cu leagăne de formă trapezoidală articulate la lațurile transportorului. Astfel, porcii rămân imobilizați în leagăne și sunt trecuți parțial prin apa din bazinul de opărire. După opărire porcii sunt răsturnați printr-un sistem de basculare și trimiși către următoarea operație din fluxul de prelucrare.

În cazul bazinelor de opărire, acestea trebuie pregătite înainte prin umplerea lor cu apă la nivelul necesar și încălzirea la temperatura de opărire. Această etapă are caracter discontinuu și se face prin barbotarea cu abur sau transfer de căldură prin intermediul unei suprafețe.

După începerea opăririi în regim de lucru, trebuie asigurată căldura necesară menținerii temperaturii apei la valoare optimă, precum și compensarea pierderilor de căldură din instalație.

Cantitatea de căldură necesară unei instalații de opărire a porcinelor este suma tuturor căldurilor din etapa de pregătire și regim de lucru.

Pentru etapa de pregătire, cantitatea de căldură necesară, Q_I , este:

$$Q_I = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (2.25.)$$

unde: Q_1 – căldura necesară încălzirii apei, în [kJ];

Q_2 – căldură necesară încălzirii bazinului propriu-zis și a părții din transportor din bazin, în [kJ];

Q_3 – căldura pierdută prin suprafața de schimb de căldură a bazinului, în [kJ];

Pentru etapa de lucru în regim de lucru, cantitatea de căldură necesară Q_{II} , este:

$$Q_{II} = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 \quad (2.26.)$$

Cantitatea de căldură necesară încălzirii apei, Q_1 :

$$Q_1 = W_b \cdot c_a \cdot (t_0 - t_i), \text{ [kJ]} \quad (2.27.)$$

unde: W_b – cantitatea de apă introdusă în bazin, în [kg];

c_a – căldura specifică a apei, $c_a = 4,186$ [kJ/kg·grd];

t_0, t_i – temperatura de opărire, respectiv temperatura inițială a apei, în [grd];

Cantitatea de căldură necesară încălzirii bazinului propriu-zis și a părții din transportor din bazin, Q_2 :

$$Q_2 = G_b \cdot c_b \cdot (t_0 - t_b) + G_t \cdot c_t \cdot (t_0 - t_t), [kJ] \quad (2.28.)$$

unde: G_b , G_t – masa bazinului propriu-zis și masa părții din transportor care se încălzește în această fază, în [kg];

t_b , t_t – temperatura bazinului, respectiv temperatura transportorului, în [grd];

c_b , c_t – căldura specifică a materialului din care este confecționat bazinul, respectiv din care este confecționat transportorul, [kJ/kg·grd].

Dacă bazinul este izolat termic, atunci se va ține seama de căldura necesară pentru încălzirea izolației, Q_3 :

$$Q_3 = K \cdot A_e \cdot \Delta t_m \cdot \tau, [kJ] \quad (2.29.)$$

unde: K – coeficient de transfer de căldură de la apa din interior la mediul exterior, în [kJ/m²·h·grd];

A_e – suprafața de schimb de căldură dintre bazin și mediul înconjurător, în [m²];

Δt_m – diferența de temperatură medie între apa din bazin și mediul înconjurător, în [grd];

τ – durata operației de încălzire, în [h].

Cantitatea de abur, A_1 , necesară pentru perioada de încălzire, se determină cu:

$$A_1 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{r}, [kg] \Rightarrow$$

$$A_1 = \frac{W_b \cdot c_a \cdot (t_0 - t_i)}{r} + \frac{G_b \cdot c_b \cdot (t_0 - t_b) + G_t \cdot c_t \cdot (t_0 - t_t)}{r} + \frac{K \cdot A_e \cdot \Delta t_m \cdot \tau}{r}, [kg] \quad (2.30)$$

unde: r – cădura de vaporizare sau de condensare a aburului folosit, în [kJ/kg].

Debitul de aer necesar în perioada de încălzire este:

$$A_1' = \frac{A_1}{\tau}, [kg/h] \quad (2.31.)$$

Pentru faza de regim de lucru în care se face opărirea porcilor, cantitatea de căldură necesară este Q_{II} .

Cantitatea de căldură necesară încălzirii materialului, Q_4 , se determină astfel:

$$Q_4 = \varphi_0 \cdot G \cdot c_p \cdot (t_0 - t_i), [kJ] \Rightarrow$$

$$Q_4 = \varphi_0 \cdot G \cdot \left[c_a \cdot \frac{W}{100} + c_g \cdot \frac{G_r}{100} + c_{su} \cdot \left(1 - \frac{W + G_r}{100} \right) \right] \cdot (t_0 - t_i), [kJ] \quad (2.32.)$$

unde: φ_0 – coeficient care reprezintă proporția de produs ce se încălzește; pentru opărirea integrală a porcinelor pielea este de 4-4,5 % din masa în viu a animalului;

G – debitul de produs supus opăririi, în [kg/h];

W – proporția de apă din piele, în %;

G_r – proporția de grăsime din piele, în %;

c_p – căldura specifică a pielii care se opărește, în [kJ/kg·grd];

c_g – căldura specifică a grăsimii de porc, $c_g = 2,30$ [kJ/kg·grd];

c_{su} – căldura specifică a substanței uscate degresate, $c_{su} = 1,67$ [kJ/kg·grd].

Cantitatea de căldură necesară încălzirii apei suplimentare ce se introduce în bazinul de opărire, pentru a acoperi pierderile de apă prin antrenarea cu materialul ce părăsește bazinul, Q_5 , se determină cu relația:

$$Q_5 = W_a \cdot c_a \cdot (t_0 - t_i) \quad (2.33.)$$

unde: W_a – debitul de apă ce se introduce suplimentar în bazin, în [kg/h].

Debitul de apă suplimentar, W_a , este alcătuit din pierderile de apă prin antrenarea cu materialul care iese din bazin, W_1 , reprezintă 10-15 % față de debitul de produs, [kg/h] și pierderile de apă prin evaporare, W_2 , care se determină cu relația:

$$W_2 = K_s \cdot A_l \cdot (p_0' - \varphi \cdot p_m'), \text{ [kg/h]} \quad (2.34.)$$

unde: K_s – coeficient de transfer de substanță de la apă la mediul înconjurător, în [kg/N·h];

A_l – suprafața liberă a bazinului, în [m²];

φ – umiditatea relativă a mediului ce se află imediat deasupra suprafeței libere a apei;

p_0' – presiunea de vapori la temperatura de opărire, în [N/m²];

p_m' – presiunea de vapori la temperatura mediului care se află imediat deasupra suprafeței libere a apei în care se antrenează apa evaporată, în [N/m²].

Cantitatea de căldură pentru încălzirea elementelor de transport, Q_6 , se calculează cu relația:

$$Q_6 = G_t \cdot c_t \cdot (t_0 - t_i), \text{ [kJ/h]} \quad (2.35.)$$

unde: G_t – debitul transportor care trebuie determinat în funcție de masa transportorului și de numărul de reveniri în apă pe oră, care poate fi apreciat ca un procent din masa produsului supus opăririi, în [kg/h].

Cantitatea de căldură pierdută prin evaporarea apei la suprafața liberă, Q_7 , în [kJ/h], se calculează cu relația:

$$Q_7 = W_2 \cdot r_0 = K_s \cdot A_l \cdot (p_0' - \varphi \cdot p_m') \cdot r_0 \Rightarrow \\ Q_7 = K_s \cdot A_l \cdot (p_0' - \varphi \cdot p_m') \cdot (2480 - 2,27 \cdot t), \text{ [kJ/h]} \quad (2.36.)$$

unde: r_0 – căldura latentă de vaporizare a apei la t_0 , în [kJ/kg];

t – temperatura de vaporizare a apei, în [°C].

Cantitatea de apă evaporată la suprafața liberă, a_0 , în [kg/m²·h], este:

$$a_0 = \frac{\alpha}{r_0} \cdot (t_0 - t_{aer}) \quad (2.37.)$$

unde: α – coeficientul de transfer de căldură de la suprafața apei la aer, în [W/m²·K];

t_{aer} – temperatura aerului la suprafața bazinului, în [°C].

Cu aceste notații se obține:

$$Q_7 = a_0 \cdot A_l \cdot r_0 \Rightarrow Q_7 = \alpha \cdot A_l \cdot (t_0 - t_{aer}) \quad (2.38.)$$

Cantitatea de căldură necesară pentru acoperirea pierderilor de căldură prin pereții bazinului, Q_8 , se calculează cu relația:

$$Q_8 = K \cdot A_e \cdot \Delta t_m, \text{ [kJ/h]} \quad (2.39.)$$

unde: A_e – suprafața laterală a bazinului, în [m²];

Δt_m – diferența dintre temperatura apei din bazin și temperatura mediului, în [grd].

Cantitatea de căldură necesară acoperirii pierderilor prin radiație-convecție la suprafața apei, Q_9 , se calculează cu relația:

$$Q_9 = \alpha_1 \cdot A_l \cdot (t_{sa} - t_{aer}), \text{ [kJ/h]} \quad (2.40.)$$

unde: t_{sa} – temperatura la suprafața apei, în [grd];

α_1 – coeficientul total de transmitere a căldurii prin convecție și radiație, în [kJ/m²·h·grd].

Debitul de abur necesar pentru perioada de funcționare în regim de lucru normal va fi:

$$A_2 = \frac{Q_{II}}{r}, \text{ [kg/h]} \quad (2.41.)$$

Depilarea porcilor este operația tehnologică ce se execută după opărire parțială sau totală, ce se poate face manual sau mecanic. Depilarea mecanică se poate realiza pe mașini de depilat, cu deplasarea porcilor prin mașină în poziție orizontală sau verticală.

Mașinile de depilat folosesc îndepărtarea părului după opărire după metoda prin contact lateral, forțele ce iau naștere la suprafața pielii fiind prezentate în figura 2.41.

Această metodă poate realiza depilarea ca urmare a faptului că șoricii, împreună cu straturile interioare opun o rezistență la scoaterea părului sub acțiunea organelor de depilare. La suprafața dintre păr și șorici apar forțe de frecare și alunecarea părului este împiedicată întrucât, după opărire șoricii este elastic și se întinde deformându-se ușor.

Deoarece este mai dur decât șoricii, sub acțiunea forței de apăsare, R , a organului de lucru al mașinii de depilat, părul preia o tensiune mai mare de întindere decât tensiunea de întindere a pielii pentru un același ε , (figura 2.42.). Prin urmare, atunci când forța de apăsare a organului de lucru este mai mare decât forța de reținere, se produce ieșirea părului din șorici.

Forța nominală de apăsare necesară depilării prin contact lateral se determină în două feluri: în primul caz se iau în considerare doar forțele de reținere a părului, F_r , forța de inerție, F_i , și forța de frecare, F_f , din figura 2.41., iar în al doilea caz se iau în considerare toate rezistențele suplimentare ce apar, adică forța de întindere a șoricului, F_s , și forța de frecare prin alunecare a organului de lucru al mașinii, F_a .

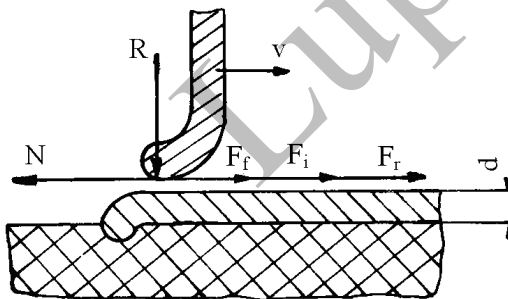


Fig. 2.41. Schema de principiu a depilării prin metoda monocontactului și forțele care apar după opărire

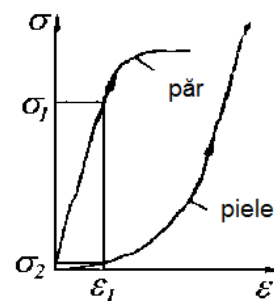


Fig. 2.42. Variația tensiunilor pielii și părului

În primul caz, ecuația de echilibru al forțelor pe orizontală este:

$$F = R \cdot \mu = K_0 \cdot (F_r + F_i) \cdot Z + F_f, \quad [\text{N/m}] \quad (2.42.)$$

unde: F – forța de smulgere, în [N/m];

K_0 – coeficient de rezervă pentru forța de smulgere;

μ – coeficient de frecare prin alunecare între păr și organul de lucru al mașinii;

F_f – forța de frecare, în [N/m], $F_f = \mu_0 \cdot R$, μ_0 – coeficientul de frecare prin alunecare între păr și șorici;

F_i – forța de inerție a firului de păr, în [N/fir de păr];

F_r – forța de reținere a firului de păr, în [N/fir de păr];

Z – numărul de fire de păr smulse simultan pe metru de tambur.

Forțele de inerție, F_i , și de reținere a părului, F_r , se determină cu relațiile:

$$F_i = \frac{v^2 \cdot M}{2 \cdot l_0}, \quad [\text{N/fir de par}] \quad (2.43.)$$

$$F_r = \frac{\ln v_1 - \ln b}{a \cdot n}, \quad [\text{N/fir de par}] \quad (2.44.)$$

unde: v – viteza periferică a tamburului de depilare, în [m/s];

v_1 – viteza de smulgere a părului, în [m/s];

l_0 – spațiul parcurs de păr în timpul smulgerii, în [m];

M – masa părului scos, în [kg/fir de păr];

n – coeficient de slăbire a forței de reținere după opărire, $n = 8-10$;

a, b – constante ce depind de specia și mărimea părului smuls, $a = 3,3$ – păr mare și gros, $a = 7,3$ – păr de dimensiune mijlocie, $b = 10^{-6}$.

În aceste condiții, forța de apăsare, R , rezultă din relația 2.42. sub forma:

$$R = \frac{K_0 \cdot (F_r + F_i) \cdot Z}{\mu - \mu_0} = \frac{K_0 \cdot (1 + \phi_0) \cdot Z \cdot F_r}{\mu - \mu_0}, \quad [\text{N/m}] \quad (2.45.)$$

În al doilea caz, de altfel și cel mai răspândit, forța de smulgere va avea expresia:

$$F = K_0 \cdot (F_r + F_i) \cdot Z + F_f + F_s + F_a, \quad [\text{N/m}] \quad (2.46.)$$

În relația de mai sus, forțele F_f , F_s și F_a au forma:

$$F_f = \gamma \cdot \mu_0 \cdot R, \quad [\text{N/m}] \quad (2.47.)$$

$$F_s = \gamma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \delta, \quad [\text{N/m}] \quad (2.48.)$$

$$F_a = (1 - \lambda) \cdot \mu_2 \cdot R, \quad [\text{N/m}] \quad (2.49.)$$

unde: γ – coeficient ce ține cont de reacțiunea straturilor interioare la apăsarea exercitată de organul de lucru;

μ_0 – coeficient de frecare prin alunecare la suprafața de contact dintre șorici și păr, $\mu_0 = 0,05 \dots 0,08$;

γ_1 – coeficient ce ia în considerare gradul de întindere a șoricului față de straturile interioare;

σ_2 – tensiunea de întindere a șoricului, în [N/m²];

δ – grosimea șoricului, în [m];

λ – fracțiunea din forța normală, R , ce se exercită asupra părului, $\lambda = 0,2...0,25$;
 $(1-\lambda)$ – fracțiunea din forța normală, R , ce se exercită asupra șoricului, $\lambda = 1$ – la scoaterea părului de dimensiuni mari și mijlocii, $\lambda = 0,1...0,15$ – la scoaterea părului fin;
 μ_2 – coeficient de frecare prin alunecare dintre suprafața șoricului și organul de lucru al mașinii, $\mu_2 = 0,4...0,5$ – pentru organ de lucru metalic, $\mu_2 = 0,5...0,6$ – pentru organ de lucru din material plastic.

Cu aceste relații, forța de smulgere are forma:

$$F = K_0 \cdot (F_r + F_i) \cdot Z + \gamma \cdot \mu_0 \cdot R + \gamma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \delta + (1-\lambda) \cdot \mu_2 \cdot R, \quad [\text{N/m}] \quad (2.50.)$$

Dacă se consideră că forța de smulgere, F , datorată acțiunii forței de apăsare normală, R , pe un metru lungime de lucru al organului de depilare, este rezultată ca forță de frecare între organul de lucru, piele și păr, aceasta se poate scrie sub forma:

$$F = R \cdot [\mu \cdot \lambda + (1-\lambda) \cdot \mu_2], \quad [\text{N/m}] \quad (2.51.)$$

Rezultă forța de apăsare normală, R :

$$R = \frac{K_0 \cdot (1 + \varphi_0) \cdot Z \cdot F_r + \gamma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \delta}{\mu \cdot \lambda - \gamma \cdot \mu_0}, \quad [\text{N/m}] \quad (2.52.)$$

Relația de mai sus este cea mai comună, folosită pentru determinarea forței de apăsare a organului de lucru asupra pielii cu păr, necesară scoaterii părului din piele prin metoda contactului lateral.

Trebuie menționat faptul că, scoaterea părului după această metodă este limitată, limita de folosire fiind determinată atât de rezistența șoricului, σ_2 , cât și de rezistența părului, σ_1 . Ca urmare, se impun două condiții:

$$R \leq \frac{\sigma_2 \cdot \delta}{\mu_2} \quad \text{și} \quad R \leq \frac{\sigma_1 \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \lambda \cdot \mu} \cdot Z \quad (2.53.)$$

unde d – diametrul mediu al firului de păr, în [m].

Dimensionarea dispozitivelor de depilat urmărește stabilirea lungimii părții active, L , ce intră în contact cu pielea animalului (pentru lungimea maximă a acestuia) și care, pentru mașinile de depilat cu funcționare continuă depinde de viteza de deplasare a corpului animalului în lungul mașinii, v_c în [m/s], și durata prezenței corpului în mașină, $\tau = 25...40$ [s]:

$$L = v_c \cdot \tau, \quad [m] \quad (2.54.)$$

Pentru mașinile de depilat cu funcționare discontinuă, lungimea părții active este adoptată, $L = 1,76$ [m].

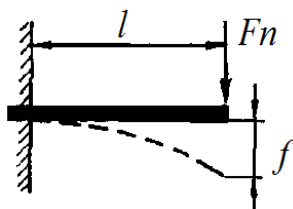


Fig. 2.43. Paleta de cauciuc încastrată

În practică, dispozitivul de depilare prin acest procedeu este alcătuit din mai multe brațe, fiecare dintre acestea fiind considerate ca o grindă încastrată (figura 2.43.) asupra căreia acționează forța normală, F_n , care revine unui singur braț din forța de apăsare, R , și se exercită în întreg dispozitivul pe un centimetru lungime activă.

Dacă b este lățimea de lucru a plăcii de depilare fixată pe braț, în [cm], atunci:

$$F_n = b \cdot R, \text{ [N]} \quad (2.55.)$$

Placa încastrată supusă la încovoiere, de lungime l , face săgeata f și pentru modulul de elasticitate al materialului din care este confecționată placa E în [N/cm²], momentul de inerție al secțiunii plăcii, solicitate mecanic pentru o grindă încastrată conform figurii 2.43, va fi:

$$I_z = \frac{F_n \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot f} = \frac{b \cdot R \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot f}, \text{ [cm}^4\text{]} \quad (2.56.)$$

În cazul unei plăci dreptunghiulare ce are la locul de încastrare lățimea b_0 și grosimea h , momentul de inerție, I_z , este:

$$I_z = \frac{b_0 \cdot h^3}{12}, \text{ [cm}^4\text{]} \quad (2.57.)$$

Deoarece lățimea plăcii încastrate se stabilește din considerente constructive, va rezulta grosimea necesară a plăcii:

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_z}{b_0}} = l \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot R \cdot b}{b_0 \cdot E \cdot f}}, \text{ [cm]} \quad (2.58.)$$

Productivitatea mașinilor de depilat se determină în funcție de caracterul procesului. Astfel, pentru depilatoarele cu funcționare discontinuă, productivitatea se determină cu relația:

$$Q = 3600 \cdot \frac{\varphi_0}{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3}, \text{ [buc/h]} \quad (2.59.)$$

unde: φ_0 – coeficientul de folosire al depilatorului;

τ_1, τ_2, τ_3 – timpii de încărcare depilator, depilare propriu-zisă, respectiv descărcare depilator.

Pentru mașinile de depilat cu funcționare continuă, productivitatea se determină cu relația:

$$Q = \frac{60 \cdot v_c}{l}, \text{ [buc/h]} \quad (2.60.)$$

unde: v_c – viteza de trecere a porcii prin mașină, în [m/min];

l – distanța dintre porcii aduși la mașina de depilat, $l = 0,4 \dots 0,6$ [m].

Puterea necesară acționării mașinilor de depilat orizontale se va determina pentru situația când aceasta este încărcată la maxim cu porci pentru prelucrat. Se va avea în vedere schema cinematică de acționare, regimul de lucru și forțele care intervin în procesul de lucru.

Pentru mașina de depilat orizontală cu funcționare discontinuă, se va folosi schema forțelor din figura 2.44.

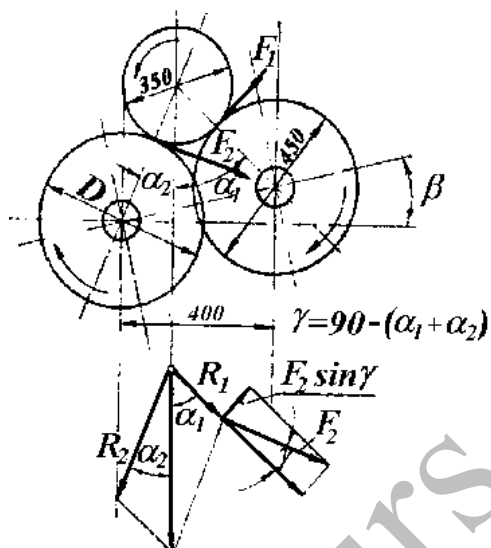


Fig. 2.44. Schema de calcul a forțelor care apar în procesul de lucru al mașinii de depilat orizontală cu funcționare discontinuă

Aparatul de depilat se consideră ca doi cilindri cu diametrul D în [m] și se rotesc cu turații diferite în [rot/min], cilindrii fiind dispuși unul față de celălalt sub un unghi β față de orizontală. Corpul porciilor este asimilat cu un cilindru cu diametrul d și forța de greutate G . Ca urmare a apăsării pe cele doi cilindri, la suprafața de contact vor apărea două forțe de apăsare, R_1 și R_2 , precum și două forțe periferice, tangente la suprafața cilindrilor, F_1 și F_2 . Din paralelogramul forțelor, se poate scrie:

$$G = R_1 \cdot \cos \alpha_1 + R_2 \cdot \cos \alpha_2 \quad (2.61.)$$

Dacă se ține cont de coeficientul de frecare de alunecare dintre corp și cilindru, μ , atunci se poate scrie:

$$F_2 = \mu \cdot R_2 \quad (2.62.)$$

Forța F_2 este perpendiculară pe R_2 și face cu R_1 unghiul γ , astfel că, proiecția ei pe direcția lui R_1 este $F_2 \cdot \cos \gamma$ și $F_2 \cdot \sin \gamma$ pe direcție perpendiculară pe R_1 . Acest lucru face ca pe cilindrul inferior să apară o forță de apăsare suplimentară și prin urmare o forță periferică mai mare. Asupra cilindrului superior va acționa o forță de apăsare de forma:

$$R_1 + F_2 \cdot \cos \gamma = R_1 + \mu \cdot R_2 \cdot \cos \gamma \quad (2.63.)$$

Din schemă se poate vedea că $\gamma = 90 - (\alpha_1 + \alpha_2)$ și atunci $\cos \gamma = \sin(\alpha_1 + \alpha_2)$. În aceste condiții, forța periferică transmisă de la cilindrul superior prin organul de lucru va fi:

$$\begin{aligned} F_1 &= \mu \cdot R - F_2 \cdot \sin \gamma = \mu \cdot (R_1 + R_2 \cdot \cos \gamma) - \mu \cdot R_2 \cdot \sin \gamma \Rightarrow \\ F_1 &= \mu \cdot [R_1 + R_2 \cdot (\cos \gamma - \sin \gamma)] \end{aligned} \quad (2.64.)$$

Sau sub forma:

$$F_1 = \mu \cdot R_1 + \mu \cdot R_2 \cdot [\sin(\alpha_1 + \alpha_2) - \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] \quad (2.65.)$$

Pentru a asigura cele două forțe periferice, în [N], și vitezele periferice, v_1 și v_2 în [m/s], este necesară o putere P_u care se determină cu relația:

$$P_u = \frac{F_1 \cdot v_1 + F_2 \cdot v_2}{1000}, \text{ [kW]} \quad (2.66.)$$

În relația de mai sus cele două viteze au expresiile:

$$v_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \cdot \frac{D}{2} \text{ și } v_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \cdot \frac{D}{2} \quad (2.67.)$$

Puterea necesară antrenării organelor de lucru ale mașinii de depilat se calculează cu relația:

$$P = \frac{P_u \cdot \eta_a}{\eta_m \cdot \eta_r}, \text{ [kW]} \quad (2.68.)$$

unde: η_a – coeficientul de siguranță pentru sporul de capacitate, $\eta_a = 1,1 \dots 1,2$;

η_m – randamentul mecanic al transmisiei de la motor la cilindru;

η_r – randamentul care ia în considerare consumul suplimentar de energie pentru rotirea corpului în timpul deplasării prin mașina de depilat.

Mașinile de depilat utilizate în practică sunt: cu funcționare discontinuă și continuă. La prima categorie, porcii sunt aduși și prelucrați individual în poziție orizontală, mașinile fiind echipate cu mecanisme de alimentare și scoatere a animalului sau poziționarea fiind realizată cu ajutorul unui operator. După depilare porcii sunt scoși din mașină și trimiși la următoarea operație din fluxul tehnologic. Mașinile de depilat cu funcționare continuă au carcasele suspendate la linia aeriană și care trec prin zona de depilare în flux continuu.

În practică se mai folosesc și alte metode de depilare, dintre care, se pot menționa depilarea cu radiații infraroșii și depilarea prin ceruire.

Modul de lucru al mașinii de depilat se bazează pe smulgerea părului de pe carcasă prin frecare, pentru aceasta, fiind utilizate racletele metalice montate pe palete de cauciuc, antrenate în mișcare de către cilindri. Carcasele se rotesc ca urmare a faptului că cilindrii de depilare se rotesc cu viteze de rotație diferite (cilindrul mare are turația de 60 [rot/min] și cel mic are turația de 124 [rot/min]). Ca urmare a rotației, întreaga suprafață a carcasei vine în contact cu racletele metalice.

Mărimea turației cilindrilor este limitată de riscul apariției de loviri ale carcasei animalului și pot afecta integritatea sa.

Încărcarea mașinii cu porci se face automat, prin preluarea lor cu un braț mecanic tip furcă, acționat printr-un sistem de pârghii (figura 2.45.b.). Astfel, carcasa este ridicată din bazin și basculată în interiorul mașinii de depilat. Pentru evacuarea carcaselor depilate se rabatează grilajul metalic manual sau cu o pârghie.

Pentru eliminarea părului smuls se folosește apă caldă la 60 [°C], pulverizată prin duze dispuse deasupra cilindrilor, apa fiind colectată și separată de păr prin filtrare la partea inferioară a mașinii.

În funcție de mărimea animalului, operația de depilare mecanică variază între 20-30 [s].

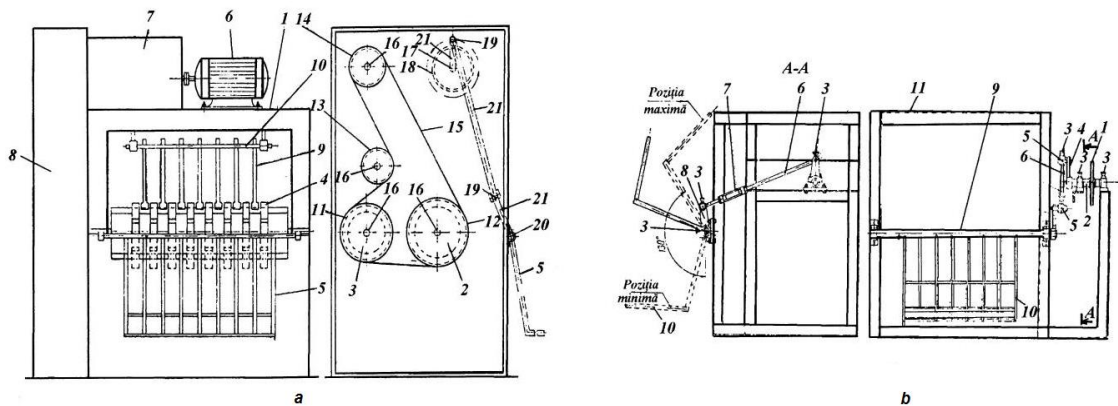


Fig. 2.45. Schema mașinii de depilat cu funcționare discontinuă: **a-** schița mașinii: 1- carcasa mașinii; 2- cilindru mare; 3- cilindru mic; 4- palete din cauciuc cu răzuitoare metalice; 5- brațe metalice; 6- motor electric; 7- reductor; 8- carcasa sistemului de antrenare a cilindrilor și brațului de alimentare cu porci; 9- grilaj metalic; 10- arbore; 11,12- roți de curea; 13- întinzător curea; 14- roată antrenare; 15- curea de transmisie; 16- arbori; 17- arbore antrenare sistem alimentare cu porci; 18- roată stelată de antrenare; 19- articulații; 20- articulație fixă; 21- pârghii; **b-** schema de antrenare a dispozitivului de alimentare cu porci: 1- roată stelată; 2- arbore; 3- puncte de ungere; 4,8- pârghii; 5- articulații mobile; 6- pârghie de întindere; 7- piuliță cu filet cu dublu sens; 9- arbore; 10- brațe alimentate porci; 11- carcasa mașinii

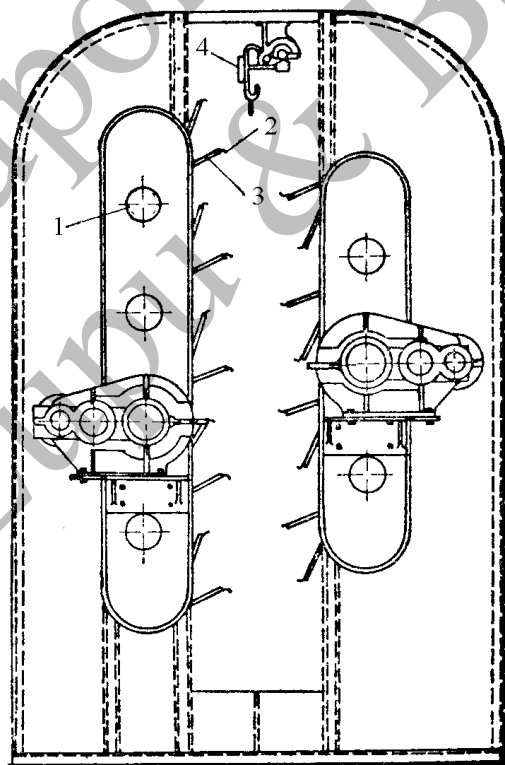


Fig. 2.46. Schema depilatorului cu funcționare continuă

Instalația de depilare cu funcționare continuă (figura 2.46.) este alcătuită dintr-o carcasă în care, de o parte și de alta sunt dispuse două valțuri de depilare paralele în plan vertical 1, pe care sunt montate paletele din cauciuc 3, prevăzute cu racletele metalice 2. Porcii sunt agățați la linia aeriană de transport 4 și trec printre cele două valțuri, acționate independent, unde are loc depilarea.

Datorită sistemului de suspendare la linia aeriană, porcii se pot roti astfel că paletele de depilare intră în contact cu toată suprafața pielii, în timpul lucrului carcusele fiind stropite permanent cu apă caldă.

Depilarea cu radiații infraroșii se face fără a utiliza apa, efectul de opărire fiind datorat faptului că pielea conține între 50-70 % apă și care, prin încălzire cu radiațiile infraroșii, determină o hidroliză apoasă a proteinelor din epidermă care condiționează desprinderea epiteliului și slăbirea perilor.

Încălzirea pielii porcilor se face cu radiații cu lungime de undă scurte, a căror acțiune se manifestă în adâncime fără a supraîncălzi exagerat suprafața pielii. Acest mod de depilare asigură o foarte bună calitate a cărnii, în mod special a șoricului, dar poate acoperi doar 80-85 % din suprafața pielii, necesitând o prelucrare termică suplimentară de finisare a depilării. Acesta este și motivul pentru care metoda nu s-a extins în sectorul de abatorizare.

Depilarea prin ceruire (figura 2.47.) este un procedeu utilizat la unele abatoare și în acest scop porcii după opărire sunt introduși într-o baie de parafină cu colofoniu la temperatura de 62 [°C]. După menținerea timp de câteva secunde, porcii sunt scoși din baie și stropiți cu apă rece pentru întărirea cerii. De aici porcii sunt trecuți la o mașină de răzuit ceara, care se desprinde odată cu părul. Ceara este recuperată, topită și separată de păr, după care este reintrodusă în bazin.

Depilarea prin ceruire asigură o calitate bună a cărnii deoarece se îndepărtează complet părul, pentru finisare fiind necesară o pârlire ușoară, curățare de scrum și dușare.

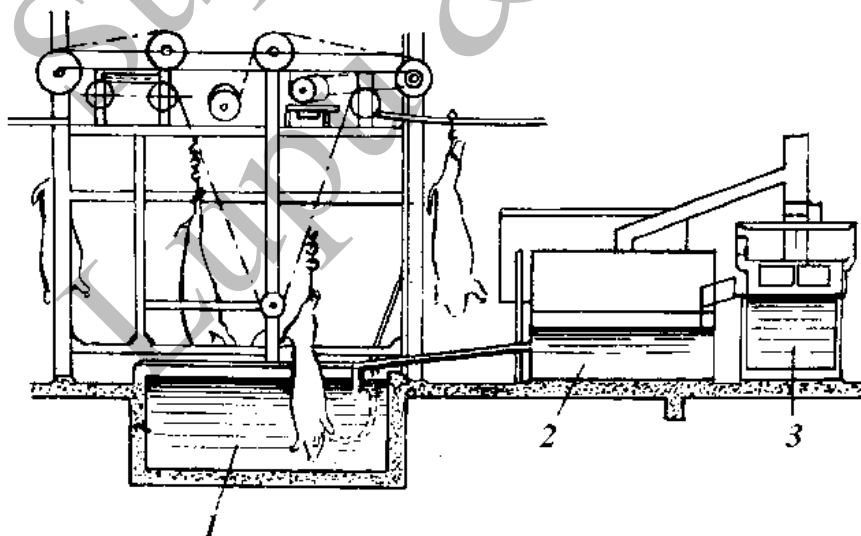


Fig. 2.47. Schema instalației de depilare a porcilor prin ceruire: 1- bazin cu ceară topită pentru imersie; 2- mașină de răzuit cu recuperarea cearii; 3- cazan pentru topit ceara

Opărire *păsărilor* se face prin imersarea în bazine cu apă caldă și are ca scop o slăbire a structurii proteinelor ce compun epiderma și slăbirea aderenței tubului pilos de dermă, lucru care permite îndepărtarea penelor prin metode mecanizate.

În practică sunt trei metode de opărire a păsărilor:

- opărire înaltă: menținerea timp de 1,5 minute la o temperatură a apei de 58-60 [°C];
- opărire mijlocie: menținerea timp de 2 minute la o temperatură a apei de 52-54 [°C];
- opărire joasă: menținerea timp de 2,5 minute la o temperatură a apei de 51 [°C].

Prima metodă de opărire este una rapidă însă datorită temperaturii ridicate, peste cea ideală de desprindere a penelor, 55 [°C], există riscul ca la jumulire să se desprindă părți din epidermă, afectând negativ calitatea carcaselor.

Opărire joasă realizează o încălzire sub valoarea optimă de desprindere a penelor, astfel că legătura dintre tubul pilos și dermă este suficient de rezistentă și la jumulire penele nu se mai îndepărtează atât de ușor. Cu toate acestea, calitatea cărnii este superioară primei metode deoarece epiderma rămâne pe carcasă, gustul cărnii este mai bun datorită faptului că nu se mai topește grăsimea imediat de sub epidermă, iar aspectul și culoarea carcaselor este mai plăcut.

Opărire mijlocie realizează caracteristici intermediare între opărire înaltă și opărire joasă.

Pentru a favoriza pătrunderea apei calde rapid și uniform pe toată suprafața pielii păsărilor, apa din bazin este circulată de jos în sus cu ajutorul unor agitatoare.

Regimul de opărire, sub aspectul temperaturii apei, duratei de menținere și viteza de circulația a apei, este stabilit în raport cu specia, vârsta și destinația păsărilor. Pentru pui de găină supuși operației de congelare se va alege o opărire slabă la 50-53 [°C], cu menținerea în bazin timp de 150 secunde. Pentru puii de găină supuși doar refrigerării se va alege o opărire înaltă la 56-60 [°C], cu menținerea în bazin timp de 120-150 secunde. În funcție de sex și vârstă, curcile sunt opărite la 60-63 [°C], cu menținerea în bazinul cu apă caldă timp de 120-180 [s].

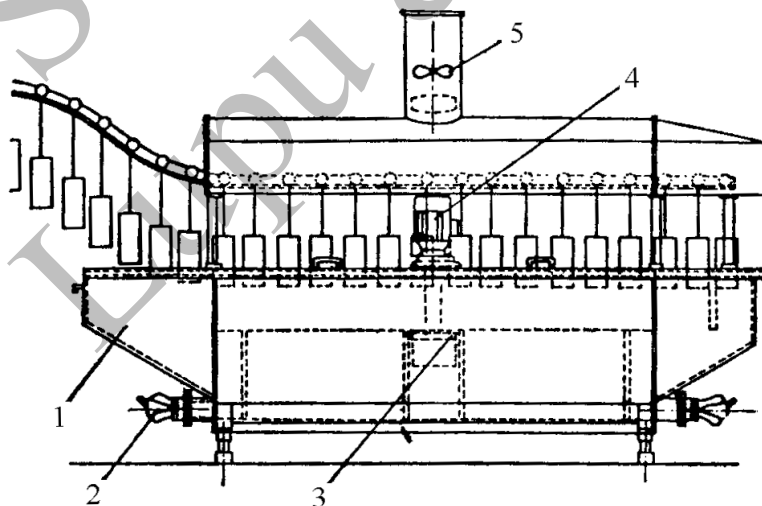


Fig. 2.48. Schema instalației de opărire continuă a păsărilor: 1- bazin cu apă; 2- sistem de golire; 3- dispozitive de agitare a apei; 4- motor electric de acționare; 5- ventilator evacuare abur.

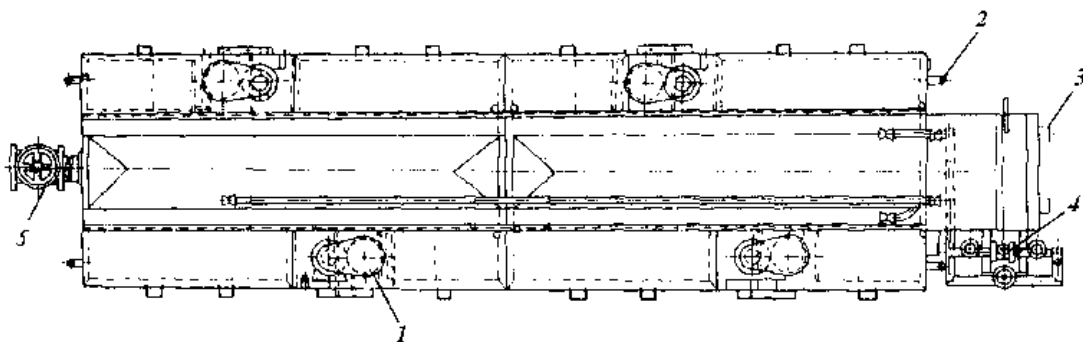


Fig. 2.49. *Schema unui opăritor pentru capete: 1- pompă recirculare apă; 2- conductă alimentare cu apă; 3- spărgător de spumă; 4- termoregulator; 5- robinet golire*

În figura 2.48. este prezentată schema unui opăritor cu două secțiuni și patru circuite model Stork. Bazinele de opărire a păsărilor au capacitatea în funcție de productivitatea liniei de abatorizare, fiind alcătuite din una sau mai multe secțiuni și din unul sau mai multe circuite parcurse succesiv de către conveierul la care sunt suspendate păsările.

Conveierul cu păsări suspendate trece prin bazinul de opărire, viteza acestuia fiind corelată cu temperatura apei și durata de opărire. Apa din bazin este puternic barbotată cu ajutorul unor agitatoare care favorizează pătrunderea ei printre penele păsărilor, curentul de apă fiind dirijat de jos în sus prin intermediul unor șicane.

Instalația este prevăzută cu un sistem de alimentare cu apă și unul de încălzire a apei, având rolul de a menține nivelul apei constant în bazin, precum și temperatura apei în limitele optime.

Deoarece penele de pe cap și partea superioară a gâtului se desprind mai greu, pentru mărirea eficienței opăririi acestea sunt supuse unei opăriri suplimentare într-un bazin amplasat după opăritorul principal (figura 2.49.).

La palmipede (rațe și găște) opărire se face la temperaturi ale apei mai ridicate, întrucât penele acestor specii sunt mult mai compacte, puful de sub pene este mai abundent, creând dificultăți în pătrunderea apei spre piele. În plus, penele palmipedelor au un procent mult mai mare de acoperire cu grăsime față de galinacee (între 2,2-4,7 %) din această cauză, se preferă o opărire cu ajutorul aburului timp de 150-180 [s], la temperaturi de 76-83 [°C] în cazul găștelor și la temperaturi de 72-75 [°C] pentru rațe.

Deplumarea sau jumulirea de pene este o operație care se execută imediat ce păsările au fost opărite, fiind realizată pe mașini de jumulit amplasate după opăritorul de capete. În funcție de productivitatea liniei de abatorizare, pentru operația de jumulire se prevăd una sau mai multe mașini de jumulit.

Abatoarele moderne de mare capacitate au dispuse mai multe mașini de jumulit: prima cu rolul de deplumare grosieră și următoarele cu rol de finisare a jumulirii.

Din punct de vedere constructiv, organele de lucru ale mașinilor de jumulit sunt de tipul valțuri cu rifluri de cauciuc, tamburi cu palete din cauciuc și degete lungi, respectiv cu degete scurte. Alegerea unui tip de organ de lucru se face în funcție de specie, vârstă, grad de îngrășare și influențează forța de reținere a penelor.

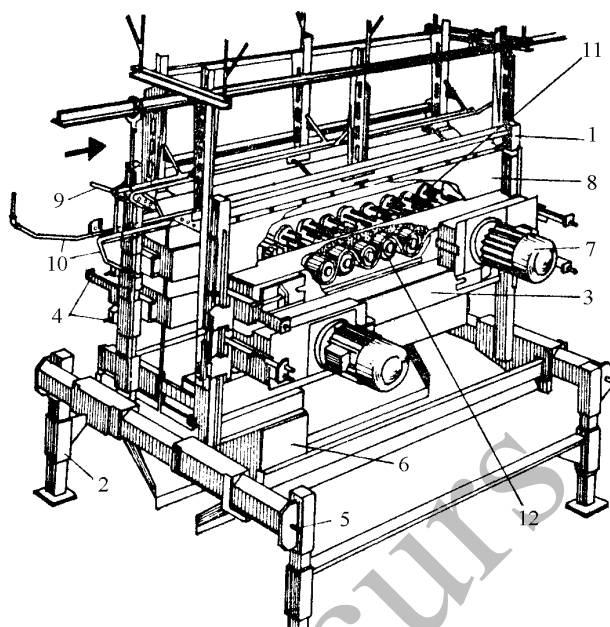


Fig. 2.50. Schema mașinii de jumulit model Stork: 1- suportți verticali pentru barele de jumulit; 2- picioare suport; 3- bară completă de jumulit; 4- mecanism de reglare pe verticală; 5- mecanism de reglare a distanței dintre bare; 6- motor antrenare bară inferioară de jumulit; 7- motor antrenare bară laterală de jumulit; 8- șorț de protecție; 9- ghidaje; 10- conducte cu apă caldă; 11- capetele-flanșe purtătoare de degete; 12- role acționate printr-o curea lată de transmisie

Mașina de jumulit din figura 2.50. este alcătuită dintr-un cadru pe care se montează barele de jumulit. Tamburele cu flanșele pe care sunt montate degetele se rotesc în sensuri diferite unul față de celălalt. Prin reglarea barelor de jumulit în plan orizontal și vertical se asigură contactul întregii carcase cu degetele. Barele laterale ale mașinii asigură jumulirea carcaselor, în timp ce barele inferioare asigură jumulirea capului și a părții superioare a gâtului.

Mașinile de jumulit sunt racordate la o rețea cu apă caldă pentru stropire, lucru care se realizează pe toată durata jumulirii. Temperatura apei de stropire poate varia între 40-60 [°C], iar presiunea între 5-15 [N/cm²]. Dușarea permanentă a carcaselor asigură separarea mai ușoară a penelor prin menținerea temperaturii de depilare, dar asigură și calitate superioară carcaselor prin evitarea degradării pielii.

Construcția mașinilor de jumulit diferă și în funcție de specia de păsări supusă prelucrării. Astfel, în cazul jumulirii curcilor dimensiunile mașinii sunt mai mari, iar construcția și modul de dispunere a organelor de lucru diferită. În figura 2.51. este prezentată schema de principiu a unei mașini de jumulit curci.

După jumulire, păsările sunt supuse unei operații de finisare și spălare, având ca scop îndepărtarea resturilor de pene lipite de carcase și spălarea intensă a lor. Operația de finisare se realizează pe mașini speciale (figura 2.52.), prevăzute cu doi tamburi cu degete lungi numite bice care se rotesc în sens invers cu 300 [rot/min]. Păsările aduse cu linia aeriană de transport ajung în dreptul mașinii de finisat, lovesc prin intermediul bicelor carcasele de jos în sus, axa tamburilor fiind suprapusă pe linia conveierului.

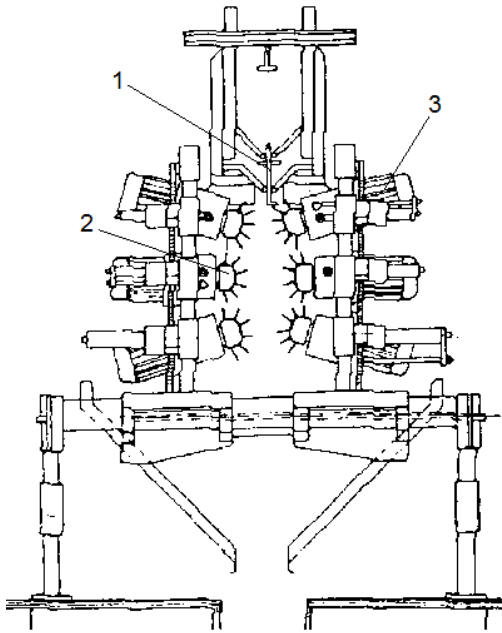


Fig. 2.51. Schema unei mașini de jumulit curci: 1- linia aeriană de transport păsări; 2- organe de jumulire; 3- motor electric

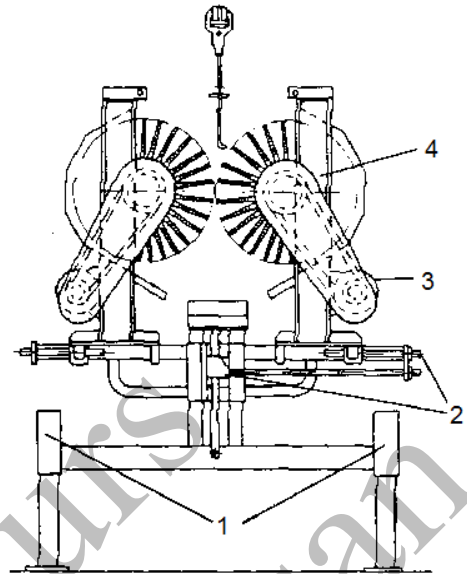


Fig. 2.52. Schema mașinii de finisare a jumulirii: 1- cadru suport; 2- mecanism reglare pe verticală și orizontală; 4- tambur cu bice

Palmipelele sunt jumulite pe mașini speciale iar finisarea se face prin ceruire. Pentru aceasta, carcasa se trece de două ori printr-un bazin cu o baie de parafină sau cerozină și colofoniu, între care se face o răcire cu aer în vederea solidificării cerii. Pentru mai bună întărire a cerii păsările se trec printr-o baie de răcire cu apă timp de un minut la temperatura de 12 [°C]. În continuare, carcasa trece printr-o mașină de desprins crusta de ceară, iar pentru o mai bună curățire a carcaselor acestea sunt trecute timp de o secundă printr-un bazin cu apă la 100 [°C].

2.3.3. Mașini și instalații pentru pârlirea și flambarea animalelor și păsărilor

Pârlirea este operația prin care se îndepărtează părul de pe suprafața pielii porcilor opăriți și depilați sau neopăriți (metoda tradițională), în timp ce flambarea este operația de ardere a părului de pe carcasa păsărilor deplumate.

În cazul porcilor temperatura flăcării pentru pârlire este de 1000-1050 [°C], iar timpul de pârlire este de 12-15 [s], durata fiind mai mare în cazul metodei tradiționale.

În cazul abatoarelor de capacitate mică în care nu sunt prevăzute cuptoare de pârlire, operația se execută manual, cu un arzător cu gaz, durata de pârlire fiind dependentă de mărimea porcilor și îndemânarea operatorului.

La abatoarele de capacitate medie și mare, se folosesc cuptoare de pârlire ce pot fi cu funcționare continuă sau discontinuă.

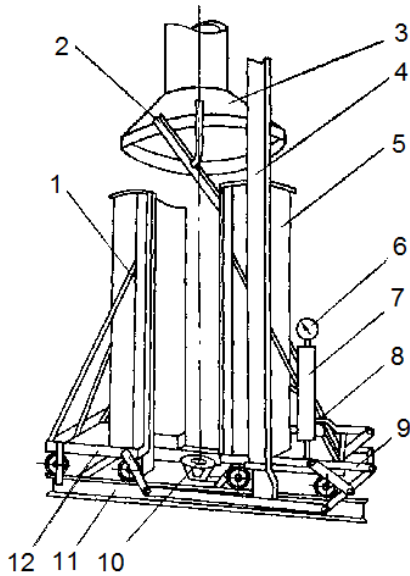


Fig. 2.53. Schema cuptorului de pârlire cu funcționare discontinuă; 1 - ramă; 2- linie aeriană de transport; 3- hotă; 4- bară susținere; 5- semicilindri; 6- manometru; 7- cilindrul instalației pneumatice; 8- compresor; 9- pârghie sistem de închidere; 10- arzător; 11- linie glisare; 12- cărucior

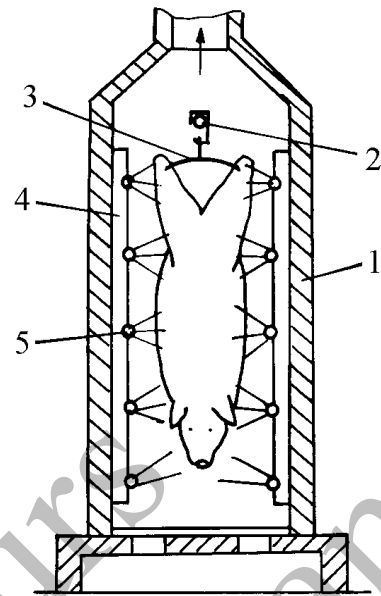


Fig. 2.54. Schema cuptorului de pârlire cu funcționare continuă

Cuptorul de pârlire cu funcționare discontinuă (figura 2.53.) este alcătuit din trei părți distincte: cuptorul propriu-zis, mecanismul de închidere-deschidere și arzătorul. Corpul cuptorului este compus din doi semicilindri 5, montați pe cărucioarele 12 ce se pot deplasa pe două șine paralele 11, montate pe pardoseala construcției. Semicilindrii sunt izolați termic la exterior și căptușiți la interior cu cărămidă refractară sau plăci de șamotă. Închiderea și deschiderea cuptorului se face prin intermediul unui mecanism cu pârghii 9, acționat pneumatic de la distanță ce realizează apropierea și depărtarea semicilindrilor cu cărucioare pe șinele din pardoseală. Arzătorul, de construcție specială, asigură o temperatură de pârlire de 1000-1100 [°C], gazele de ardere fiind evacuate prin hota 3, care asigură și tirajul prin care acestea ajung în coșul clădirii. Pentru a evita încălzirea conveierului aerian, acesta se stropește cu apă. Montat la partea inferioară a cuptorului, arzătorul poate funcționa cu combustibili precum gaz metan, motorină sau gaze lichefiate.

Cuptoarele cu funcționare continuă (figura 2.54.) sunt amplasate pe linia de prelucrare și au în zona de lucru doi pereți laterali 1, plasați pe o fundație și căptușiți cu șamotă la interior și izolație termică la exterior. Porcii sunt aduși în zona de pârlire de către transportorul suspendat agățati prin cârligul 2 și umerășul 3. Gazul este adus la arzătoarele 5 dispuse pe toată înălțimea cuptorului de o parte și de alta, aerul necesar arderii fiind asigurat prin canalele din pardoseală, gazele arse și fumul fiind evacuate pe la partea superioară a cuptorului de pârlire.

După opărire și deplumare păsările se supun operației de flambare, aceasta constă în trecerea carcaselor de pasăre printr-un arzător cu gaz. Durata de flambare este de 2-3 [s] la o temperatură de 600-750 [°C], scopul fiind acela de a elimina părul și alte impurități de pe suprafața carcaselor. După flambare carcacele se supun spălării cu jeturi fine de apă rece la 2,5-3,5 atmosfere, pentru îndepărtarea scrumului rezultat la flambare.

În urma pârlierii porcilor, pe suprafața pielii se formează scrum, acesta se îndepărtează pe mașini speciale de răzuit scrum, după care carcacele se finisează pe mașini de finisat cu perii, în final rezultând o carcasă curată cu aspect comercial.

Mașina de curățat scrum (figura 2.55.) este alcătuită dintr-o incintă 1 prin care trece conveierul aerian cu carcace 7. De o parte și de alta sunt dispuse racletele de curățire 4, acționarea lor fiind separată și asigurată de sistemele de acționare 5 și 6. Pentru curățirea de scrum a capului porcilor sunt prevăzute două perii de nylon 3, antrenate în mișcare de motorul 2. Pe durata răzuirii carcacele sunt stropite cu apă pentru a asigura o răzuire completă, dar și pentru spălarea lor de scrum.

Pentru finisarea completă a carcaselor de porc, după mașina de răzuit scrum se montează o mașină de periat-polisat (figura 2.56.). Echipată cu 12 perii de nylon dispuse de o parte și de alta, mașina face o ultimă curățire a carcacei de impurități, operația fiind însoțită de dușare cu apă, capacitatea unei astfel de mașini fiind de 220-250 [porci/h].

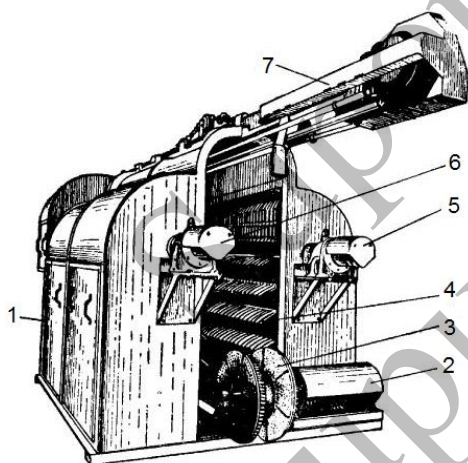


Fig. 2.55. Mașină de răzuit scrum

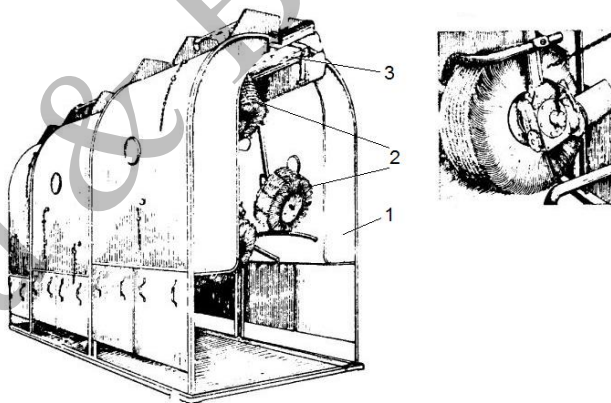


Fig. 2.56. Mașină de periat-polisat

2.4. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de animale și păsări

După depilare, deplumare, pârlire și finisare, carcasele animalelor și păsărilor sunt supuse unor operații în urma cărora rezultă ca produs principal carnea în carcasă, precum și alte produse secundare precum organele, tacâmul de mațe, stomacul de la bovine și alte subproduse și deșeuri.

2.4.1. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de animale

Prelucrarea carcaselor de animale presupune realizarea unor operații precum eviscerarea, despicarea carcaselor, spălarea, finisarea carcaselor, controlul sanitar-veterinar.

Eviscerarea este operația tehnologică prin care se scot visceralele din cavitatea abdominală și toracică, la animale se execută manual de către personal calificat. Pentru a putea face o eviscerare corectă trebuie știută bine anatomia topografică a animalelor și respectarea strictă a normelor de igienă în timpul lucrului.

Eviscerarea trebuie să păstreze intacte organele, deoarece prin secționarea sau perforarea lor poate fi afectată calitatea atât a lor, cât și a interiorului carcapsei (prin perforarea stomacului sau a intestinelor, conținutul acestora contaminează carnea cu care intră în contact).

Eviscerarea trebuie făcută după cel mult 30-40 [min] de la tăiere (o întârziere peste acest interval de timp afectează calitatea intestinelor, a glandelor cu secreție și nu în ultimul rând a cărnii) și tehnica depinde de specia de animal supusă prelucrării.

În cazul bovinelor eviscerarea se face cu animalul jupuit, suspendat la linia aeriană de transport și adus în zona unde operatorul efectuează eviscerarea, viteza de deplasare a carcaselor fiind corelată cu timpul necesar realizării în condiții optime a operației. Cu animalul dispus pe verticală, se deschide parțial cavitatea abdominală și se secționează longitudinal sternul și oasele bazinului. Pentru a evita murdărirea carcapsei, se leagă gâtul vezicii urinare și a rozetei, după care se desprind pancreasul și stomacul împreună cu intestinalele. Se ridică cu atenție ficatul cu vezica biliară, evitând spargerea ei și murdărirea carcapsei. Urmează secționarea diafragmei și scoaterea plămânilor, inimii și esofagului. Visceralele sunt recoltate și puse în tăvi speciale pe un transportor cu bandă, care se deplasează paralel cu linia aeriană de transport, urmând ca prelucrarea lor să fie efectuată separat.

Eviscerarea la porcii agățați la linia aeriană de transport se face prin secționarea abdomenului de la pubis spre stern, urmat de desprinderea intestinului gros de la rect, desprinderea pliurilor peritoneale și tragerea afară a întregului tract gastrointestinal, odată cu limba, traheea, inima, plămânii și ficatul. Întregul ansamblu se pune în tăvile transportorului și este trimis către secția de prelucrare a visceralelor.

Despicarea și porționarea carcaselor are ca scop porționarea carcaselor în jumătăți, sferturi sau pe regiuni anatomice, tăierea oaselor și detașarea coarnelor. În acest mod se poate manipula mai ușor carnea rezultată, dar mai ales se grăbește procesul de răcire a cărnii. Despicarea se execută în două jumătăți simetrice, în lungul coloanei vertebrale, puțin lateral pentru a evita degradarea măduvei spinării.

Porcii sunt despicați în două jumătăți, în timp ce la bovinele mari, pentru o mai ușoară manipulare, se despică în sferturi, prin tăierea jumătăților între coastele 11 și 12.

Pentru despicarea carcaselor se folosesc fierăstraie de diverse tipuri: mobile sau staționare, lamelare, cu disc sau circulare.

Fierăstraiele mobile sunt de tipul circular și pânză lamelară (figura 2.57.) sau cu pânză cu mișcare continuă (figura 2.58.).

Fierăstrăul mobil circular este folosit la despicarea carcaselor de porci și este montat suspendat în linia tehnologică de tăiere. Operatorul acționează asupra contactorului 3 pentru punerea în mișcare sau oprirea discului tăietor, tăierea fiind realizată prin deplasarea discului de tăiere pe direcția dorită.

Fierăstrăul lamelar este utilizat cu precădere la despicarea carcasi bovinelor, atât la prelucrarea individuală, cât și la prelucrarea pe linii conveierizate. Mișcarea de dute-vino a lamei este realizată cu un mecanism de tip bielă-manivelă, un capăt fiind fixat la mecanism iar celălalt culisând liber într-o glisieră din cadru. Având o greutate destul de mare (circa 40 [kg]) fierăstrăul se prinde cu ambele mâini de către operator, pentru ușurarea manevrării acesta este suspendat de un scripete cu contragreutăți.

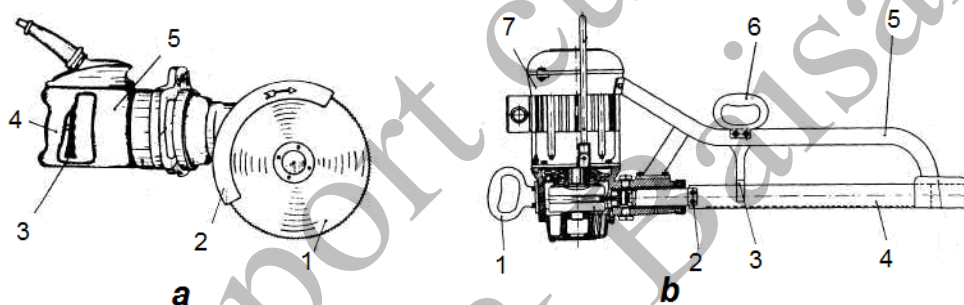


Fig. 2.57. Fierăstrău mobil: a- circular: 1- disc tăiere; 2- apărătoare; 3- contactor; 4- mâner; 5- corp; b- lamelar: 1, 6- mâner; 2- punct de prindere lamă; 3- ghidaj; 4- pânză lamelară; 5- cadru; 7- motor electric.

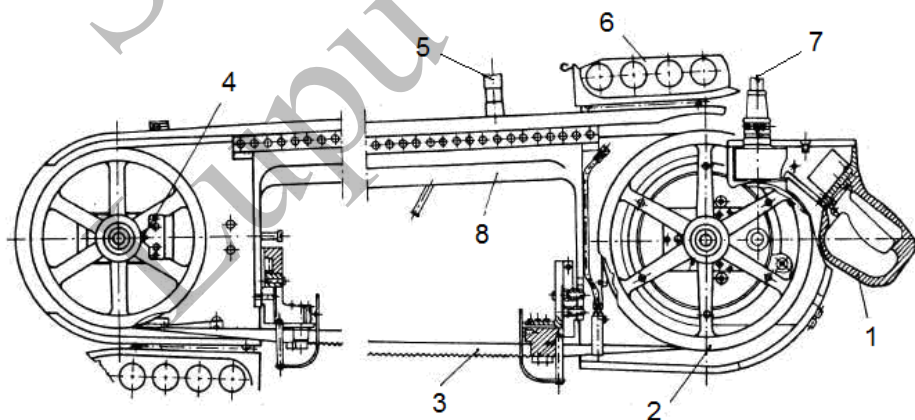


Fig 2.58. Fierăstrău mobil cu pânză cu mișcare continuă: 1- mâner cu contactor; 2- roată antrenare; 3- pânză fierăstrău; 4- roată întindere; 5- prindere la scripete cu contragreutăți; 6- role ghidare; 7- sistem de prindere la scripete cu cablu electric de alimentare

În figura 2.58. este prezentat un fierăstrău mobil cu pânză fără sfârșit, cu mișcare continuă, folosit la despicarea carcaselor de bovine și care realizează o tăiere mai uniformă față de fierăstrăul lamelar cu mișcare alternativă care, prin mișcarea sa produce o franjurare a cărnii în zona tăiată. Și acest tip de fierăstrău are masa mare, fiind necesară suspendarea la un scripete cu contragreutăți.

Pentru a putea executa despicarea carcaselor de bovine este necesar ca operatorul să se poată deplasa pe verticală, acest lucru fiind posibil cu ajutorul unor platforme de lucru mobile (figura 2.59.). O platformă mobilă are în construcția sa un cablu din oțel care, printr-un sistem de ghidare, ridică și coboară o platformă de lucru. Platforma de lucru este fixată pe un sistem tip cărucior cu role ce se deplasează în coloana platformei. Cablul din oțel este prins la un capăt pe o tobă, iar la celălalt capăt de o contragreutate. Prin acționarea comutatorului de către operator platforma de lucru se ridică sau coboară, după necesități (comutatorul are trei poziții: în sus, oprit și în jos).

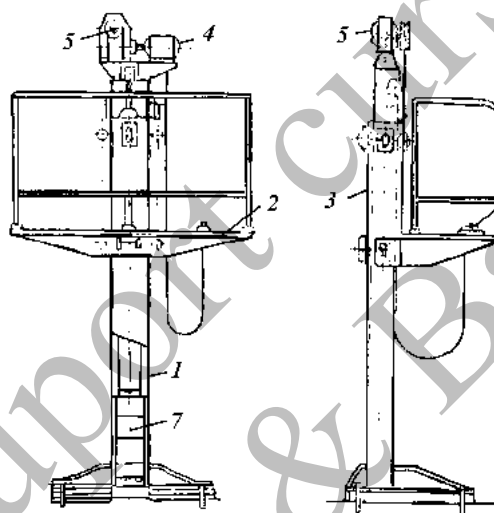


Fig. 2.59. Platformă mobilă pentru despicat carcase de bovine: 1- coloană; 2- platformă de lucru; 3-cărucior cu role; 4- electromotor; 5- reductor; 6- tambur cablu; 7- contragreutate; 8- pedală acționare platformă.

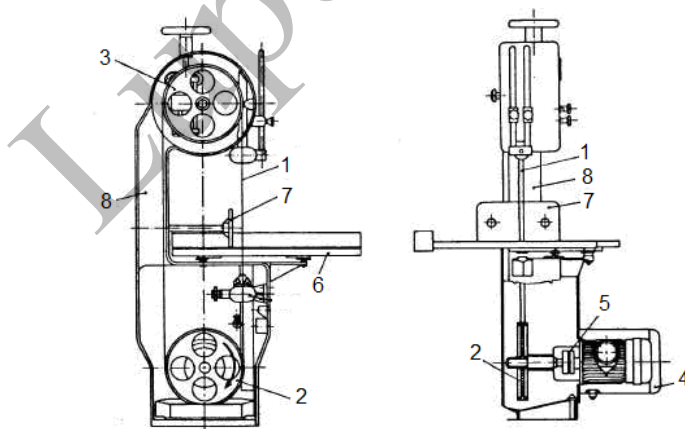


Fig. 2.60. Fierăstrău lamelar staționar: 1- pânză lamelară; 2- roată acționare; 3- roată de întindere; 4- motor electric; 5- cuplaj elastic; 6- platformă cu role; 7- limitator; 8- corp fierăstrău

Pentru porționarea cărnii în bucăți mai mici de 0,5-1 [kg] se folosește fierăstrăul de tip lamelar staționar (figura 2.60.). Carnea este adusă pe platforma de lucru și împinsă către pânza de fierăstrău unde este tăiată, mărimea bucăților fiind reglată cu ajutorul unui limitator.

La bovine, pentru separarea coarnelor și copitelor de carcasă se folosesc echipamente de tăiere mobile precum cele din figura 2.61. Pentru tăierea coarnelor operatorul folosește un echipament (figura 2.61.a.) cu acționare hidraulică, format dintr-un cilindru 1, pistonul 2 și arcul 3. Tija pistonului este articulată în punctul 5 la brațele 6. Cele două cuțite 9 oscilează în jurul punctului fix 8, capetele lor fiind articulate la brațele 6. Tija 7 rigidizează articulația 8 la corpul echipamentului. Operatorul acționează asupra distribuitorului hidraulic care introduce ulei sub presiune și împinge pistonul 2. Ca urmare, tija pistonului acționează asupra brațelor 6, care produc rotirea cuțitelor 9 (conform săgeților din desen), realizând tăierea. Pentru tăierea copitelor la bovine se folosește un echipament cu acționare hidraulică (figura 2.61.b.), format din cilindrul 4, racordurile de alimentare 1 și 2 și tija 5. Tija pistonului este articulată în punctul 5 la cuțitul mobil 6. Sub acțiunea tije pistonului cuțitul mobil se rotește în jurul articulației 8 și prin apropierea de contracuțitul fix 7 realizează tăierea copitelor. În vederea tăierii oaselor, dar și a blocurilor de carne congelată, uneori și pentru separarea coarnelor, se folosesc fierăstraie circulare staționare (figura 2.62.). Acestea folosesc o pânză de tăiere tip disc 7 montată pe axul unui motor electric 6 și prevăzută cu o carcasă de protecție 1. Componentele mecanismelor sunt montate pe o masă 2 a cărei platformă are și rolul de capac. Apărătoarea de protecție a discului 4 este articulată în punctul 5 la masa de lucru și se poate ridica odată cu împingerea materialului supus tăierii. Sistemul de prindere și presare 3 poate glisa pe masa de lucru paralel cu discul de tăiere. Cu acest sistem oasele și blocurile de carne sunt prinse și împinse către cuțitul disc unde sunt tăiate.

După despicare carcăsele sunt supuse unei operații de toaletare uscată și umedă. În prima fază se îndepărtează cheaguri de sânge, aderențe, franjuri sau murdărie, se îndreaptă marginile pentru aspect comercial, se taie diafragma și coada, se scoate măduva spinării, glandele rămase după eviscerare, rinichii, seul aderent sau osânza. Toaletarea umedă presupune spălarea finală a carcăselor cu apă la 43 [°C].

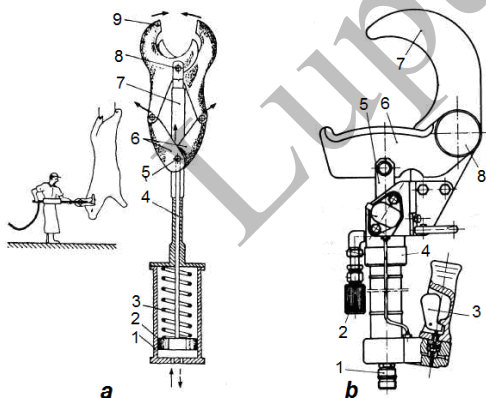


Fig. 2.61. Dispozitive de tăiere al: a- coarnelor; b- copitelor

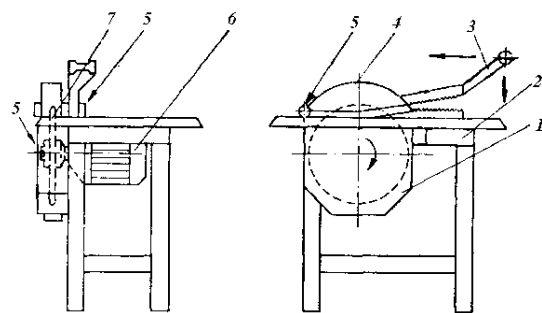


Fig. 2.62. Fierăstrău circular pentru tăiat oase

2.4.2. Mașini și instalații pentru prelucrarea carcaselor de păsări

După finisarea jumulirii și spălarea cu apă, carcasa de păsări sunt trecute la o mașină de tăiat pielea gâtului (figura 2.63.).

La trecerea conveierului prin dreptul mașinii capetele păsărilor sunt prinse între ghidajele radiale ale roții disc cu cuțite și placa de presiune. Cuțitele presează pielea de la baza gâtului și o crestează, iar ca urmare a înclinării roții disc purtătoare de cuțite cu un unghi de 20-25° față de orizontală, se produce o tăietură în lungul gâtului de 3-4 [cm].

Pentru a putea extrage glanda uropinogenă este necesară realizarea unei incizii care se realizează cu ajutorul mașinii din figura 2.64. Timp de 3-5 secunde carcasa sunt fixate între ghearele radiale ale unei roți de ghidare 2 și trec prin dreptul unui cuțit disc care execută incizia. Randamentul acestei operații este influențat în mod direct de uniformitatea carcaselor.

Desprinderea capului de carcasă, la păsări, se poate face prin smulgere sau detașare prin tăiere. În primul caz se folosește un dispozitiv precum cel din figura 2.65. care realizează desprinderea capului la nivelul primei vertebre cervicale, înălțimea de dispunere a acestuia fiind reglată în funcție de mărimea păsărilor.

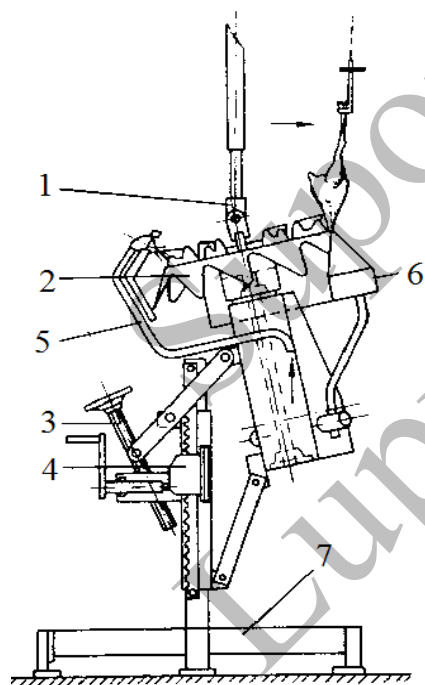


Fig. 2.63. Schema mașinii de tăiat pielea gâtului: 1- ax antrenare; 2- roată disc cu cuțite; 3,4- mecanisme de reglaj; 5- racord apă; 6- placă de presiune; 7- cadru suport

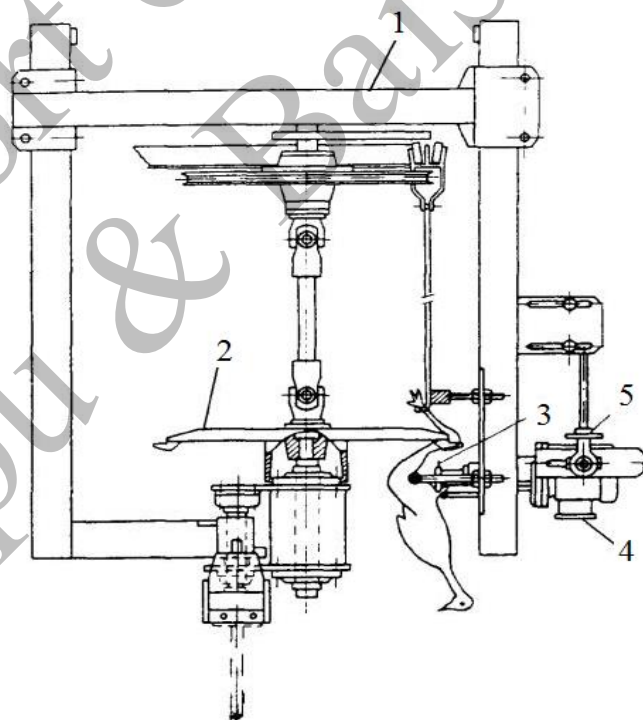


Fig. 2.64. Schema mașinii pentru incizie caudală: 1- cadru suport; 2- roată ghidare; 3- cuțit disc; 4- motor electric de acționare; 5- mecanism de reglaj

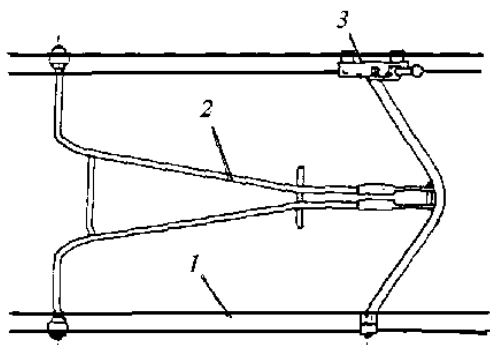


Fig. 2.65. Dispozitiv pentru smulgerea capetelor la păsări: 1- suport; 2- ghidaj; 3- mecanism reglare pe verticală

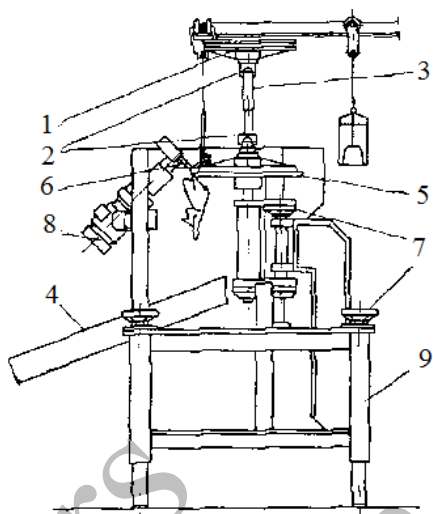


Fig. 2.66. Mașină pentru detașat picioare: 1- roată ghidare conveier; 2- cuplaje cardanice; 3- cuplaj telescopic; 4- plan înclinat; 5- roată cu pinteni; 6- cuțit disc; 7- mecanism reglare; 8- motor electric; 9- cadru mașină

Detașarea picioarelor la păsări se face cu ajutorul unei mașini speciale (figura 2.66.), prin tăierea la nivelul articulației tibio-tarsometatarsiene.

Păsările aduse pe linia aeriană de transport sunt aduse la roata cu pinteni, care face antrenarea picioarelor unul câte unul și o îndoire progresivă a acestora de la articulație. Trecând prin dreptul unui cuțit fix are loc tăierea parțială a tendonului, fapt care ușurează îndoirea și mai mult a picioarelor, astfel că, atunci când ajung în dreptul cuțitului disc se produce tăierea completă a piciorului la nivelul articulației. Mașina este prevăzută cu o instalație de apă cu două racorduri: unul pentru răcirea și defundarea automată a cuțitului disc și a doua pentru udarea carcaselor, ușurând căderea pe planul înclinat a carcaselor fără picioare.

Carcasele rezultate sunt trimise la sectorul de prelucrare finală, în care se realizează eviscerarea, controlul sanitar-veterinar, prelucrarea organelor, finisarea carcaselor și distribuirea către alte moduri de prelucrare. Trebuie menționat faptul că majoritatea operațiilor se execută manual de către operatori calificați și cu experiență, mecanizarea fiind prezentă prin mașini mici de tăiat și extras cloaca, pentru extragere pulmonii, tăiat gâturi, secționat, curățat și spălat pipote, respectiv o instalație de spălare a carcaselor cu apă. Extirparea glandei uropigene se face manual prin presare asupra părții posterioare a coccisului, în prealabil fiind realizată o incizie, glanda ieșind în afară și fiind apoi înlăturată.

Eviscerarea păsărilor se poate realiza manual și mecanizat, pentru aceasta, în linia de abatorizare se intercalează o mașină de eviscerat. Extragerea viscerelor trebuie realizată cu atenție pentru a nu afecta organele și se execută manual de către operatori, cu preluarea viscerelor și trimiterea către secția de prelucrare sau mecanizat folosind dispozitive de extras pneumatice. Deoarece pulmonii se extrag mai greu, se folosesc pistoale pneumatice, o astfel de instalație fiind prezentată în figura 2.67.

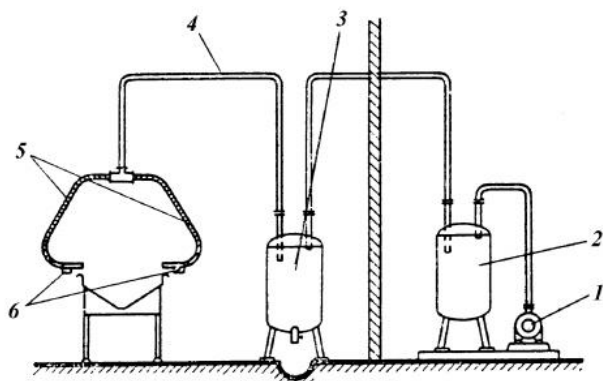


Fig. 2.67. Dispozitiv de extras pulmoni la păsări: 1- pompă vid; 2- rezervor vid; 3- vas colectare pulmoni; 4- conductă vid; 5- racorduri flexibile; 6- pistol aspirație

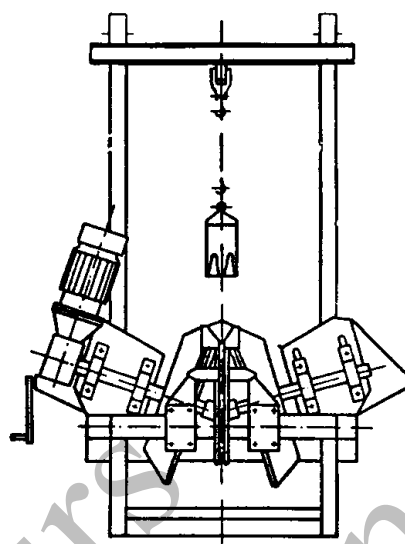


Fig. 2.68. Mașina de tăiat gâturi

Două pistoale aspirante, racordate la o instalație de vid, pătrund în cavitatea toracică și aspiră cei doi pulmoni, care ajung într-un vas colector, mișcarea lor fiind realizată de către unul sau doi operatori.

După desprinderea organelor, inima și ficatul sunt separate și curățate de sânge, respectiv de vezica biliară, în timp ce pipota este trecută la o mașină de despiciat (secționat) și curățat cu jeturi de apă la 2,5 [atm]. Pipota este supusă operației de decuticulare pe o altă mașină specializată, prin apăsarea manuală a acestuia de doi arbori frezați. Cuticula este prinsă și îndepărtată de cei doi arbori, operația fiind realizată prin stropirea permanentă a zonei de lucru cu jeturi de apă.

După efectuarea manuală a unei incizii la nivelul bazei aripii drepte se îndepărtează gușa, esofagul și traheea.

Ultima operație de finisare a carcasei și gâtului este realizată pe o mașină specială (figura 2.68.) și constă în separarea gâtului de carcasă, cu sau fără piele, prin tăierea cu ajutorul unor cuțite rotative.

2.5. Linii tehnologice de abatorizare a animalelor și păsărilor

Linia tehnologică de abatorizare a bovinelor, a cărei schemă este prezentată în figura 2.69. este de tipul conveierizată și asigură deplasarea bovinelor suspendate la linia aeriană de transport. O asemenea linie este alcătuită din patru conveiere: conveierul de sângerare, conveierul de jupuire, conveierul de eviscerare și conveierul de toaletare.

Bovinele sunt aduse în boxa de asomare, unde un operator face asomarea cu pistol cu tijă perforantă. Animalul asomat este ridicat la linia de sângerare cu un elevator, unde un operator execută jugularea.

Sângele este colectat într-un jgheab de sângerare și trimis către prelucrare pentru obținerea făinii furajere. La capătul conveierului de sângerare se execută detașarea capului care este preluat de către un transportor, urmat de un control sanitar-veterinar atât a capului, cât și a carcasei.

De la conveierul de sângerare carcasa este trecută, cu ajutorul unui transportor de transbordare, la conveierul de jupuire unde, mai întâi se detașează copitele (ce cad printr-un tobogan și sunt preluate de către un transportor), apoi manual se face o prejupuire a picioarelor și a gâtului, în final carcasa fiind trecută la mașina de jupuit. Pieile rezultate sunt trimise la prelucrare iar carcasa este trecută la zona de eviscerare. Aici viscerele sunt preluate de către un transportor și duse la punctul de prelucrare, iar carcasa este despicateă cu ajutorul unui ferăstrău. Burțile și tacâmul de mațe sunt preluate separat și trimise la prelucrare, în timp ce semicarcasele sunt supuse unei toaletări uscate și umede, urmată de cântărirea și înregistrarea lor.

Linia tehnologică din figura 2.70. este specifică abatorizării porcilor prin jupuire. După asomare porcii sunt ridicați la linia aeriană de transport, ajung în zona de jugulare și sângerare și după o spălare cu dușuri de apă sunt introduși în bazinul de opărire. Opărirea se face pe zona capului, a abdomenului și a picioarelor, în flux continuu, după care sunt introduși în mașina de depilat, unde se îndepărtează părul doar de pe suprafețele opărite. Depilarea mecanică este definitivată manual pe o masă de lucru prin răzuire cu cuțite și rașchete speciale. De la opărire porcii sunt ridicați la conveierul de jupuire, metoda fiind cunoscută ca jupuire prin cruponare, instalația realizând o jupuire cu porcii la orizontală. Pieile sunt preluate și trimise la prelucrare, iar carcasele sunt eviscerate. Tacâmul de mațe și organele sunt dirijate către secțiunile de prelucrare, în timp ce carcasele sunt despicate, toaletate, cântărite și înregistrate.

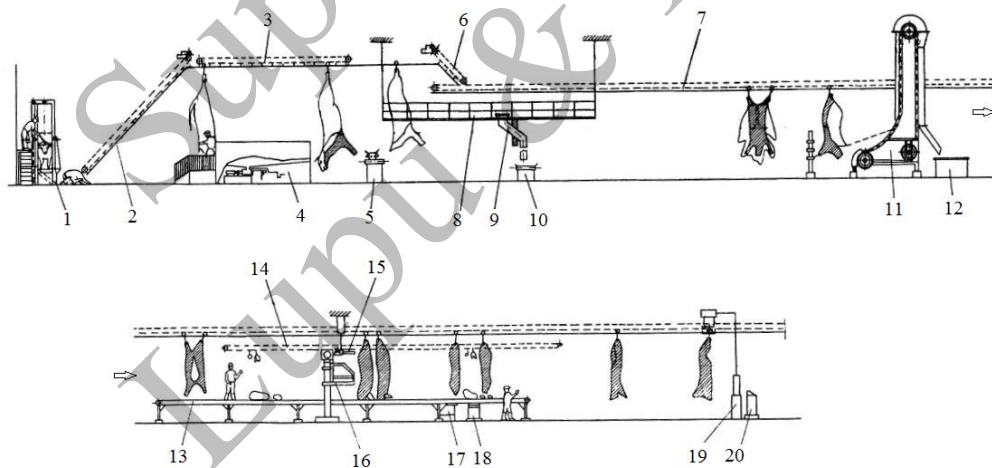


Fig. 2.69. Schema liniei tehnologice de abatorizare a bovinelor: 1- boxă asomare; 2- dispozitiv de ridicare la linia aeriană de transport; 3- conveier sângerare; 4- jgheab sângerare; 5- transportor căpățâni; 6- transportor transbordare; 7- conveier jupuire; 8- platformă prejupuire manuală; 9- tobogan; 10- transportor copite; 11- instalație de jupuire mecanică; 12- masă preluare piei; 13- bandă eviscerare; 14-transportor viscere; 15-ferăstrău despicare carcasi; 16- platformă operator; 17- transportor burți; 18- transportor tacâm de mațe; 19- cântar automat; 20- dispozitiv înregistrare

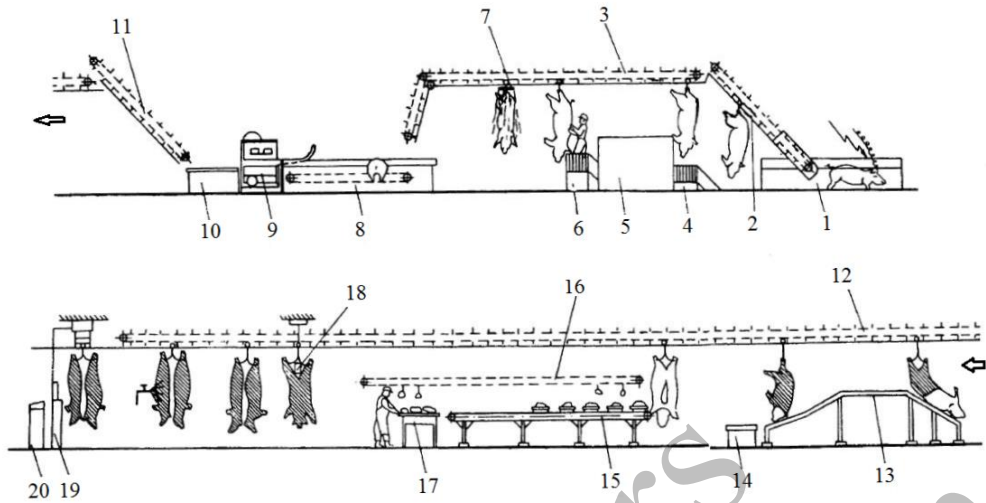


Fig. 2.70. Schema liniei tehnologice de abatorizare a porcilor prin jupuire: 1- zonă așomare; 2- elevator de ridicare la linia aeriană; 3- conveier sângerare; 4- zonă jugulare; 5- jgheab sângerare cu pompă de transport; 6- platformă colectare păr; 7- dispozitiv de dușare; 8- bazin de opărire; 9- mașină de depilat; 10- masă finisare depilare; 11- elevator; 12- conveier jupuire; 13- instalație de jupuire; 14- bandă preluare piei; 15- transportor tacâm de mațe; 16- conveier preluare organe interne; 17- bandă transportoare organe; 18- despicare carcasă cu fierăstrău; 19- cântar automat; 20- dispozitiv înregistrare

Abatorizarea porcilor prin opărire integrală se face pe o linie tehnologică a cărei schemă este prezentată în figura 2.71. Față de prelucrarea prin jupuire, aici opărirea se face cu porcii la verticală, operația fiind urmată de depilare a carcasei și finisarea depilării capului, restul operațiilor fiind identice.

Linia tehnologică de abatorizare a porcilor pentru bacon (figura 2.72.) se deosebește de precedentele prin faptul că după opărire și depilare, carcasele sunt pârlite în cuptoare automatizate, spălate cu dușuri de apă și curățite mecanic de scrum și alte resturi rezultate la pârlire, celelalte operații fiind identice.

În figura 2.73 este prezentată schema unei linii tehnologice de abatorizare a găinilor, puilor și a curcilor, a cărei capacitate este de aproximativ 1000 capete pe oră.

La abatorizarea palmipedelor linia tehnologică este asemănătoare, cu deosebirea că opărirea cu apă este înlocuită cu opărire cu abur.

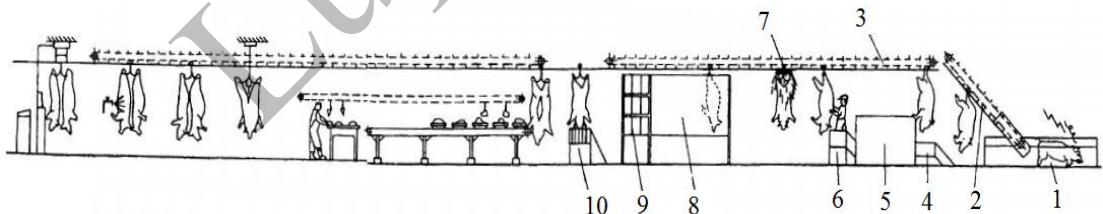


Fig. 2.71. Schema liniei tehnologice de abatorizare a porcilor prin oprire integrală: 1- zonă așomare; 2- elevator de ridicare la linia aeriană; 3- conveier sângerare; 4- zonă jugulare; 5- jgheab sângerare cu pompă de transport; 6- platformă colectare păr; 7- dispozitiv de dușare; 8- opăritor vertical; 9- mașină de depilat; 10- mașină finisat depilare cap

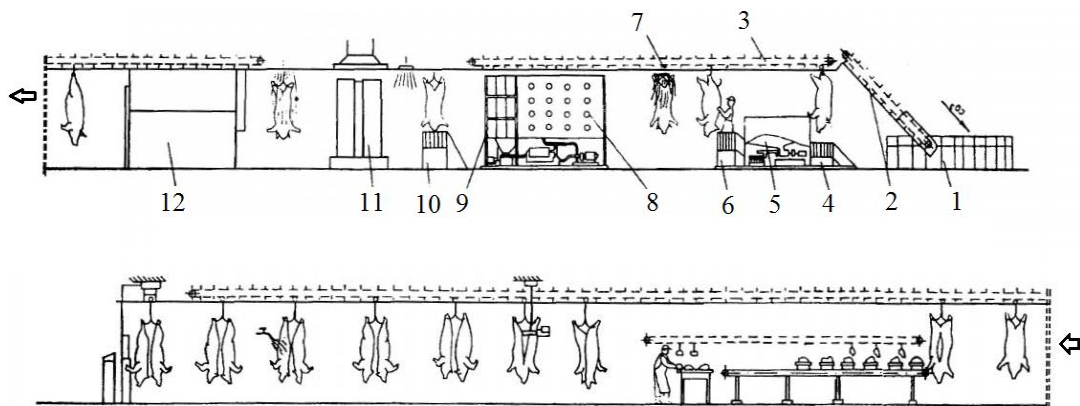


Fig. 2.72. Schema liniei tehnologice de abatorizare a porcilor pentru bacon: 1- zonă asomare; 2- elevator de ridicare la linia aeriană; 3- conveier sângerare; 4- zonă jugulare; 5- jgheab sângerare cu pompă de transport; 6- platformă colectare păr; 7- dispozitiv de dușare; 8- opăritor vertical; 9- mașină de depilat; 10- mașină finisat depilare cap; 11- cuptor pârlire; 12- mașină de răzuit scrum și polisat

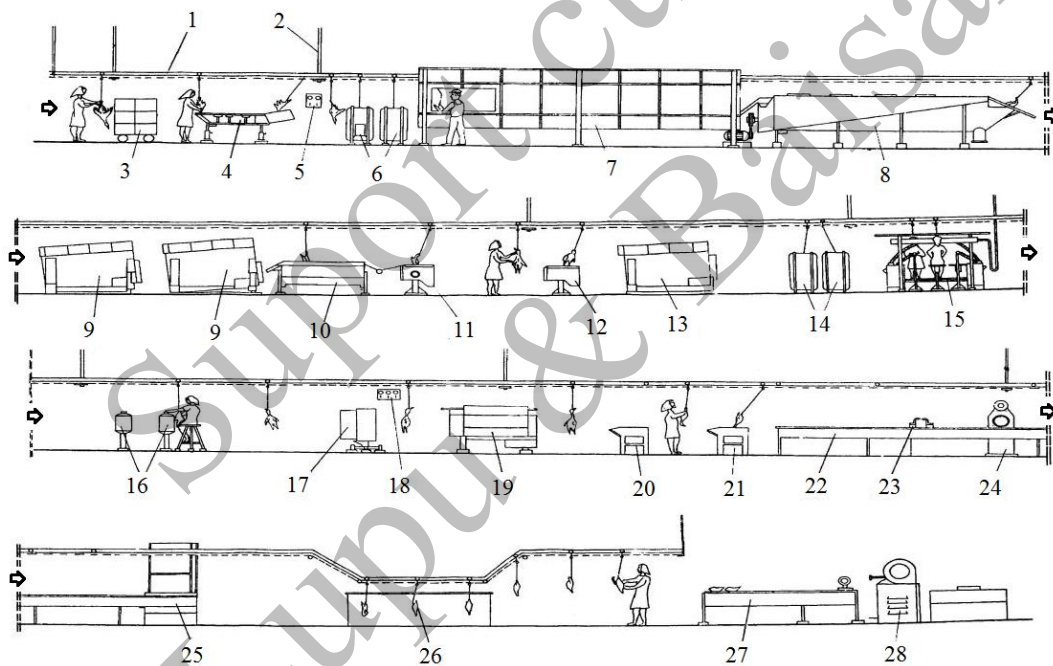


Fig. 2.73. Schema unei linii tehnologice de abatorizare a galinaceelor: 1- conveier de tăiere; 2- console fixare conveier; 3- cărucior cu cuști cu păsări; 4- instalație asomare electrică; 5- panou electric; 6- mașină de jumulit pene mari; 7- jgheab sângerare; 8- bazin opărire; 9- mașini de jumulit; 10- bazin opărire suplimentară cap; 11- mașină de jumulit cap și gât; 12- mașină de smuls pene de pe picioare; 13- mașină pentru jumulire finală; 14- mașină de smuls pene; 15- instalație de eviscerare cu vacuum; 16- mașină de scos și spălat gușa; 17- cuptor pentru flambare; 18- tablou comandă; 19- mașină de finisare după pârlire; 20- mașină de tăiat picioare; 21- mașină de tăiat capete; 22- jgheab; 23- mașină de scos ficat și inimă; 24- mașină de scos plămâni cu vacuum; 25- mașină de spălat; 26- bazin de refrigerare; 27- masă sortare după greutate; 28- mașină de ambalat

III. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU CONSERVAREA CĂRNII

Carnea obținută în urma tăierii este un produs care, datorită conținutului ridicat în apă, substanțe proteice și grăsimi, nu poate fi păstrată în condiții naturale decât un timp limitat, fiind un mediu favorabil dezvoltării microorganismelor.

Microorganismele implicate în alterarea cărnii au temperatura optimă de dezvoltare cuprinsă între 0-30 [°C] la cele psihrofile, între 20-55 [°C] la germeni și între 50-75 [°C] la cele termofile, în anumite condiții de umiditate și în prezența oxigenului.

Pentru a asigura o carne salubră și cu valoare nutritivă corespunzătoare, carnea obținută din tăiere se supune unor operații care trebuie să împiedice înmulțirea microorganismelor sau să le distrugă și să elimine purtătorii de germeni.

3.1. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin frig

Conservarea cărnii prin tratarea cu frig este cea mai utilizată metodă, păstrând în mare măsură însușirile naturale, frigul acționând pe cale fizică, fără modificări importante ale structurii cărnii.

Distrugerea microorganismelor sub acțiunea frigului este determinată de dereglarea schimbului de substanță și de distrugerea structurii celulare, temperaturile scăzute având de cele mai multe ori un efect bacteriostatic.

Conservarea prin frig urmărește scăderea temperaturii cărnii până la parametrii impuși de condițiile biologice (oprirea reacțiilor biologice proprii produsului sau scăderea vitezei de reacție și oprirea dezvoltării microorganismelor), pentru aceasta fiind utilizate refrigerarea și congelarea.

Răcirea cărnii este un proces complex de transfer de căldură și din punct de vedere termodinamic calculul vitezei de răcire necesită rezolvarea unei probleme de transmitere a căldurii în regim nestaționar, cu flux pe cele trei direcții. Practic s-au stabilit modele de calcul bazate pe experimente și care dau rezultate satisfăcătoare.

Conform legii lui Newton, viteza de răcire a unui produs se determină ținând cont de cantitatea de căldură cedată în unitatea de timp:

$$Q = M \cdot c \cdot \frac{dt}{d\tau} = -K \cdot F \cdot (t - t_m), \text{ [J/s]} \quad (3.1.)$$

unde: Q – cantitatea de căldură cedată în unitatea de timp, în [J/s];

M – masa produsului supus răcirii, în [kg];

c – căldura specifică a cărnii, în [J/kg·grd];

dt – variația temperaturii produsului măsurată într-un punct, în [°C];

$d\tau$ – intervalul de timp în care are loc variația de temperaturii t , în [s];

K – coeficient global de transmitere a căldurii, în [W/m²·grd];

F – suprafața produsului prin care se face schimbul de căldură, în [m²].

De aici se poate obține ecuația diferențială a vitezei de răcire:

$$\frac{dt}{d\tau} = -\frac{K \cdot F}{M \cdot c} \cdot (t - t_m), \text{ [grd/s]} \quad (3.2.)$$

Coeficientul global de transmitere a căldurii de la carne la mediul de răcire, K , se poate determina cu relația dată de Bäckstrom:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{3 \cdot \delta}{16 \cdot \lambda}}, \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{grad}} \right] \quad (3.3.)$$

unde: α – coeficient parțial de transmitere a căldurii de la carne spre mediul de răcire, în $[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{grad}]$;

δ – grosimea carcasei măsurată în zona cea mai groasă, în $[\text{m}]$;

λ – conductibilitatea termică a cărnii, în $[\text{W}/\text{m} \cdot \text{grad}]$.

Coeficientul α depinde de o serie de factori precum: natura mediului de răcire, diferența de temperatură, viteza de mișcare a mediului de răcire; în literatura de specialitate fiind date valori orientative ale acestuia. În calcule se folosesc următoarele recomandări:

$\alpha = 5,82 \div 11,63$, pentru aer în convecție naturală;

$\alpha = 5,82 + 3,95 \cdot v$, pentru aer în convecție forțată și $v < 5$ $[\text{m}/\text{s}]$;

$\alpha = 2,32 + 11,63 \cdot \sqrt{v}$, pentru aer în convecție forțată și $v > 5$ $[\text{m}/\text{s}]$.

Dacă se ține cont de diferența presiunilor parțiale ale vaporilor de apă de la suprafața carcasei animalului (caracterizat prin temperatura t_s) și din curentul de aer rece (caracterizat prin temperatura t_m), Δp , pentru temperatura inițială t_i și finală t_f a cărnii supuse răcirii, coeficientul parțial de transmitere a căldurii se determină cu relațiile:

- pentru viteza curentului de aer $v < 5$ $[\text{m}/\text{s}]$:

$$\alpha = (5,82 + 3,95 \cdot v) \cdot \left(1 + \frac{\Delta p}{t_f - t_m} \right) + 4,07, \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{grad}} \right] \quad (3.4.)$$

- pentru viteza curentului de aer $v > 5$ $[\text{m}/\text{s}]$:

$$\alpha = (2,32 + 11,63 \cdot \sqrt{v}) \cdot \left(1 + 10 \cdot \frac{\Delta p}{t_f - t_m} \right) + 4,07, \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{grad}} \right] \quad (3.5.)$$

Temperatura la suprafața carcaselor se poate determina cu relația:

$$t_s = t_m + \frac{t_i - t_f}{5} \quad (3.6.)$$

Dacă în relația (3.2.) notăm cu σ_t raportul $K \cdot F / M \cdot c$, ecuația diferențială devine:

$$\sigma_t = - \frac{dt}{t - t_m} = \frac{d[\ln(t - t_m)]}{d\tau}, \left[\frac{1}{\text{s}} \right] \quad (3.7.)$$

Mărimea σ_t este o viteză specifică de răcire, numită uneori și tempou al vitezei de răcire. Aceasta reprezintă viteză de răcire la o diferență de temperatură dintre produs și mediul de răcire ($t - t_m$) de 1 grad.

Considerând constantă temperatura curentului de aer rece, ecuația diferențială se poate scrie sub forma:

$$\frac{dt}{t - t_m} = -\sigma_t \cdot d\tau \quad (3.8.)$$

Relația de mai sus se integrează de la starea inițială caracterizată prin $(t_i - t_m)$ și $\tau_i = 0$, la o stare oarecare caracterizată prin $(t - t_m)$ rezultând:

$$t = t_m + (t_i - t_m) \cdot e^{-\sigma_i \cdot \tau} \quad (3.9.)$$

Variația în timp a temperaturii produsului este o ecuație de tip exponențială și ea arată o inerție termică a straturilor interioare față de cele de la suprafață, mai mare la începutul procesului de răcire.

Pentru procese de răcire concrete sunt necesare experimentări laborioase, pentru a stabili cât mai exact parametrii principali ai transferului de căldură

3.1.1. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin refrigerare

Conservarea cărnii prin refrigerare constă în aducerea și menținerea ei la temperatura de 0-4 [°C] în centrul termic, astfel că se asigură o creștere a duratei de păstrare prin reducerea vitezei reacțiilor catalizate de enzime.

Refrigerarea este o operație obligatorie în tehnologia de abator și trebuie aplicată imediat după toaletare, în raport cu specia, forma carcaselor și destinația pe care o are carnea. Datorită temperaturii relativ scăzute, refrigerarea asigură păstrarea cărnii o perioadă de timp limitată.

Durata procesului de refrigerare presupune, din punct de vedere matematic, rezolvarea problemei propagării căldurii la răcirea unui produs alimentar, în regim nestaționar, constând în determinarea câmpurilor de temperatură și a cantităților de căldură transmisă în timp pentru orice punct al corpului supus răcirii. Dacă se cunosc temperaturile inițială și finală a produsului, prin rezolvarea problemei propagării căldurii se poate determina și durata procesului de răcire.

S-au stabilit nomograme cu câmpurile de temperatură și cantitățile de căldură extrase de la corpul supus răcirii în funcție de doi invarianti, Biot ($Bi = \frac{\alpha_a \cdot \delta}{\lambda}$) și

Fourier ($Fo = \frac{a \cdot \tau}{\delta^2}$), în care a este coeficientul de difuzibilitate termică, iar α_a este coeficientul de conducție termică la suprafața produsului. De asemeni există și relații simplificate de calcul a duratei proceselor de răcire.

În cazul unui corp de dimensiuni mici, de masă, M , suprafață exterioară, F , și căldură specifică, c , pentru temperatura aerului, t_m , durata procesului de răcire, τ , de la temperatura inițială, t_i , la cea finală, t_f , la care se presupune că nu există un gradient de temperatură în interiorul lor, va fi:

$$\tau = \frac{M \cdot c}{\alpha_a \cdot F} \cdot \ln \frac{t_i - t_m}{t_m - t_f}, \text{ [h]} \quad (3.10.)$$

Pentru corpuri de dimensiuni mai mari, la care există un gradient important de temperatură în interiorul lor, se utilizează două metode de calcul: metoda lui Riutov și metoda duratei de înjumătățire a diferenței de temperatură.

Pentru corpuri ce pot fi asimilate cu forme regulate, Riutov a stabilit următoarele relații de calcul:

- pentru un produs în formă de placă cu grosimea 2δ [m], răcită cu aer pe ambele fețe, durata de răcire se determină cu relația:

$$\tau = \frac{0,92}{a} \cdot \delta \cdot \left(\delta + 2,4 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{t_i - t_m}{t_f - t_m} + \frac{0,101}{a} \cdot \delta^2 \cdot \frac{\delta + 2,4 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}{\delta + 1,3 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}, [\text{h}] \quad (3.11.)$$

- pentru un produs de forma unui cilindru circular drept cu raza R în [m], durata de răcire este:

$$\tau = \frac{0,383}{a} \cdot R \cdot \left(R + 2,85 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{t_i - t_m}{t_f - t_m} + \frac{0,084}{a} \cdot R^2 \cdot \frac{R + 2,85 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}{R + 1,7 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}, [\text{h}] \quad (3.12.)$$

- pentru un produs de formă sferică cu raza R , durata de răcire va fi:

$$\tau = \frac{0,223}{a} \cdot R \cdot \left(R + 3,2 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{t_i - t_m}{t_f - t_m} + \frac{0,073}{a} \cdot R \cdot \frac{R + 3,2 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}{R + 2,1 \cdot \frac{\lambda}{\alpha_a}}, [\text{h}] \quad (3.13.)$$

Metoda duratei de înjumătățire a diferenței de temperatură. Durata de înjumătățire, Z în [h], a diferenței de temperatură este timpul necesar ca diferența dintre temperatura inițială a produsului t_i și temperatura t_m a aerului să se reducă la jumătate ($\tau = 0,69/Z$).

Pentru stabilirea necesarului de frig la refrigerare și implicit la dimensionarea instalației frigorifice, trebuie cunoscută cantitatea de căldură ce trebuie preluată de către mediul de răcire în timpul procesului de lucru și aducerea temperaturii produsului de la temperatura inițială la cea finală.

Căldura sensibilă, Q_S , ce trebuie extrasă din produsul, de masă, M , și căldură specifică, c_p , supus refrigerării, pentru scăderea temperaturii de la valoarea inițială, t_i , la cea finală de refrigerare, t_f , se determină cu relația:

$$Q_S = M \cdot c_p \cdot (t_i - t_f), [\text{kJ}] \quad (3.14.)$$

Căldura latentă de solidificare a grăsimilor, Q_L , depinde de cantitatea de grăsime conținută de produs, M_G , și căldura latentă de solidificare a grăsimilor, l_G în [kJ/kg]:

$$Q_L = M_G \cdot l_G, [\text{kJ}] \quad (3.15.)$$

Cele două călduri se pot determina mai precis dacă se iau în calcul entalpia inițială, i_i , și cea finală, i_f , a produsului în ansamblu:

$$Q_S + Q_L = M \cdot (i_i - i_f), [\text{kJ}] \quad (3.16.)$$

Căldura latentă pentru evaporarea unei cantități de apă de la suprafața produsului, Q_{EA} , datorată pierderilor în greutate se determină cu relația:

$$Q_{EA} = \Delta M \cdot l_v \quad (3.17.)$$

unde: ΔM – pierderea în greutate estimată în timpul refrigerării, în [kg];

l_v – căldura latentă de vaporizare a apei, în [kJ/kg].

Căldura rezultată în urma proceselor biochimice de după sacrificare, Q_C , în cazul cărnii reprezintă 13...14 % din ($Q_S + Q_L$), se poate determina cu relația:

$$Q_C = \frac{13...14}{100} \cdot M \cdot (i_i - i_f), \text{ [kJ]} \quad (3.18)$$

Dacă produsele supuse refrigerării sunt ambalate, căldura necesară răcirii ambalajelor este:

$$Q_A = M_A \cdot c_{pA} \cdot (t_1 - t_2), \text{ [kJ]} \quad (3.19.)$$

unde: M_A – masa totală a ambalajelor, în [kg];

c_{pA} – căldura specifică la presiune constantă a materialului din care sunt confecționate ambalajele, în [kJ/kg·K];

t_1, t_2 – temperatura inițială și finală a ambalajelor.

Căldura produsă de corpurile de iluminat electric depinde de puterea electrică instalată, P_i , și durata de funcționare a iluminatului, $\Delta\tau_i$ în [h]:

$$Q_I = 3600 \cdot P_i \cdot \Delta\tau_i \quad (3.20.)$$

Căldura pentru împropătarea aerului din interiorul camerei de refrigerare, Q_{AP} , se calculează cu relația:

$$Q_{AP} = M_{AP} \cdot (i_{aext} - i_{aint}) \quad (3.21.)$$

unde: M_{AP} – cantitatea totală de aer proaspăt introdus în procesul de lucru, [kg];

i_{aext}, i_{aint} – entalpia aerului exterior introdus și entalpia aerului din interior, [kJ/kg].

Căldura cedată la răcirea mijloacelor de transport ce însoțesc produsul în timpul refrigerării, Q_{MT} , se determină cu relația:

$$Q_{MT} = M_{MT} \cdot c_{MT} \cdot (t_i - t_f) \quad (3.22.)$$

unde: M_{MT} – masa mijloacelor de transport, în [kg];

c_{MT} – căldura specifică a materialului din care sunt executate mijloacele de transport, în [kJ/kg·grd].

Căldura primită prin izolația spațiului de lucru, Q_{IZ} , depinde de grosimea și tipul materialului izolator, precum și de diferența de temperatură dintre mediul exterior, t_e , și cel interior, t_i . Pentru perioada de timp $\Delta\tau_j$ în care cele două temperaturi sunt constante, relația de calcul generală are forma:

$$Q_{IZ} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} \cdot S \cdot (t_e - t_i)_c \cdot \Delta\tau_j \quad (3.23.)$$

unde: α_e, α_i – coeficienții de convecție termică la suprafața exterioară, respectiv interioară a peretelui considerat, în [$W/m^2 \cdot K$];

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – suma rezistențelor termice conductive ale stratului peretelui, cu

excepția celei a stratului de izolație, în [$W/m^2 \cdot K$]⁻¹;

$\frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}$ – rezistența termică a izolației, în [$W/m^2 \cdot K$]⁻¹;

$(t_e - t_i)_c$ – diferența de temperatură de calcul, în [K];

S – suprafața de transfer de căldură, în $[m^2]$.

Diferența de temperatură de calcul se stabilește pentru pereți exteriori ce comunică direct cu mediul exterior, pentru pereți care comunică direct cu spații neizolate termic ce comunică direct sau nu cu spațiul exterior, pentru pereți ce comunică direct cu spații izolate termic, pentru tavane, pentru fundație etc.

Căldura pătrunsă în interiorul spațiului de lucru prin secțiunea ușilor de acces, Q_U , dacă acestea sunt folosite în timpul lucrului, se poate determina cu ajutorul relației:

$$Q_U = 4,18 \cdot (1 - \eta) \cdot (0,48 + 0,004 \cdot \Delta t) \cdot F \cdot \gamma_i \cdot s \cdot \sqrt{h} \cdot \sqrt{1 - \frac{\gamma_e}{\gamma_i}} \cdot (i_e - i_i) \quad (3.24.)$$

unde: η – randamentul la etanșare a sistemului de protecție a ușii;

Δt – diferența dintre temperatura aerului exterior t_e și a aerului interior t_i , în $[^\circ C]$;

F – secțiunea golului ușii, în $[m^2]$;

h – înălțimea ușii, în $[m]$;

i_e, i_i – entalpiile specifice ale aerului din exterior și din interior, în $[kcal/kg]$;

γ_i, γ_e – masa specifică a aerului din interior, respectiv din exterior, în $[kg/m^3]$;

s – durata deschiderii ușilor, în $[s]$.

La aceste călduri se mai adaugă cele preluate de la motoarele electrice aflate în funcțiune în spațiul de lucru și căldura introdusă de personalul de deservire.

Consumul mediu orar de frig pentru refrigerare, Q_{mo} , pentru o durată de refrigerare, τ_{ref} , la o temperatură constantă a aerului pe toată durata de răcire (la sisteme cu funcționare continuă), va fi:

$$Q_{mo} = \frac{Q_{tot}}{\tau_{ref}}, \left[\frac{kJ}{h} \right] \quad (3.25.)$$

În relația de mai sus, Q_{tot} este căldura totală ce trebuie preluată în vederea refrigerării produsului.

În cazul instalațiilor cu funcționare discontinuă, necesarul de frig în prima parte a procesului de lucru este mai mare decât la sistemele cu funcționare continuă.

Procesul de refrigerare, pe lângă transferul de căldură, realizează și un transfer de masă, respectiv de umiditate, rezultând pierderi de masă ale produsului supus răcirii. Acest fapt se datorează difuziei interne (din centrul termic al produsului către suprafață, respectiv difuziei externe (de la suprafața produsului prin vaporizare a umidității). Ca urmare a diferenței de presiuni parțiale a vaporilor de apă dintre straturile de aer în contact cu produsul, p_v , și cele mai îndepărtate, p_{vm} , se stabilește un proces de difuzie a umidității evaporate în curentul de aer, procesul fiind întreținut ca urmare a vehiculării continue a aerului și depunerii umidității preluate de acesta pe elementele de răcire (din acest motiv p_{vm} poate fi considerat constant).

Pentru o cantitate de umiditate ΔM_0 în $[kg/m^2 \cdot h]$ evaporată pe unitatea de suprafață în unitatea de timp, din egalizarea celor două fluxuri se obține:

$$\Delta M_0 \cdot r = \alpha \cdot (t_s - t_m) = K_d \cdot (p_v - p_{vm}), \left[\frac{kJ}{m^2 \cdot h} \right] \quad (3.26.)$$

unde: r – căldura latentă de vaporizare a apei la presiunea p_v , și temperatura t_s , în $[kJ/kg]$;

t_s – temperatura suprafeței carcasei, în $[^\circ C]$;

p_v, p_{vm} – presiunea parțială a vaporilor de apă la temperatura t_s , respectiv la temperatura t_m , în [mmHg];

α – coeficient parțial de transmitere a căldurii prin convecție ($\alpha = 22,2 + 15 \cdot v$, v fiind viteza aerului), în [$\text{kJ/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}$];

K_d – coeficient de difuziune a umidității în aer, în [$\text{kg/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$].

Coeficientul de difuziune se poate determina cu relația lui Lewis:

$$K_d = \frac{\alpha}{C_a} \cdot \frac{0,662}{P_b - p_{vm}} \quad (3.27.)$$

În relația de mai sus C_a este căldura specifică a aerului uscat la presiune constantă în [$\text{kJ/kg} \cdot \text{grad}$], iar P_b este presiunea barometrică în [mmHg].

Dacă se consideră ($t_s - t_m$) ca fiind diferența psihrometrică a temperaturilor, cu relația lui Plank se obține:

$$(t_s - t_m) = \frac{(100 - \varphi_m) \cdot (24 + t_m)}{480} \quad (3.28.)$$

unde : φ_m este umiditatea relativă a aerului, în [%].

Relația de mai sus este valabilă pentru apa chimic pură, astfel că, pentru carne aceasta va fi corectată cu un factor de corecție subunitar μ .

Exprimând pierderile de masă în funcție de cantitatea de carne M supusă refrigerării de pierderile procentuale ΔM , suprafața carcaselor F și durata refrigerării τ_{ref} , relația de calcul a lui ΔM_0 are forma:

$$\Delta M_0 = 100 \cdot \frac{\alpha}{r} \cdot \frac{F}{M} \cdot \frac{(100 - \varphi_m) \cdot (24 - t_m)}{480} \cdot \tau_{ref} \cdot \mu \quad (3.29.)$$

În funcție de destinația cărnii, refrigerarea se poate realiza prin mai multe metode: cu zvântare prealabilă, respectiv directă și care la rândul ei poate fi lentă sau rapidă.

Deoarece necesită spații mari, refrigerarea cu zvântare este tot mai rar utilizată, în momentul de față fiind utilizată metoda directă. Refrigerarea cărnii se face de regulă cu aer răcit în spații izolate termic și uneori cu apă răcită în cazul cărnii de pasăre.

Refrigerarea cu aer răcit este metoda cea mai răspândită, deoarece este pretabilă la majoritatea produselor alimentare. În principiu, o instalație de refrigerare cu aer răcit cuprinde următoarele elemente: o incintă izolată termic, un schimbător de căldură în care este răcit aerul, un sistem de circulație a aerului între răcitor și produse, iar facultativ un umidificator.

Procesul de refrigerare se poate realiza discontinuu (în șarje), continuu sau semicontinuu, caz în care periodic se scot produse refrigerate și se introduc altele calde.

Refrigerarea directă lentă realizează răcirea cărnii prin convecție ușor forțată cu aer la 0 [°C] recirculat, pe durata a cca 30 [h].

Refrigerarea directă rapidă este cea mai folosită și se aplică într-o singură fază sau în două faze (aer cu temperatura între -5...-10 [°C] și viteza de 0,3-3 [m/s]), procesul desfășurându-se în același spațiu sau în spații separate.

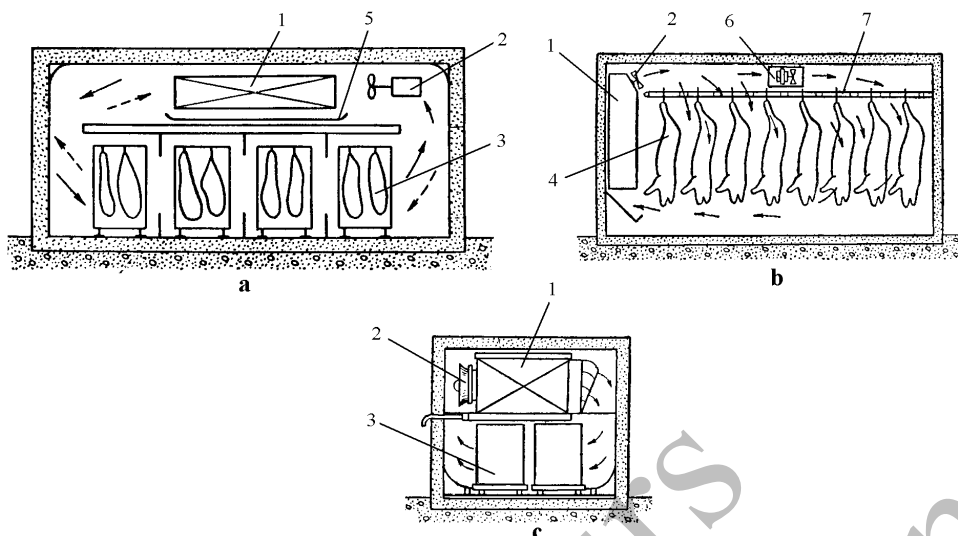


Fig. 3.1. *Tunele de refrigerare a cărnii cu aer răcit: a- cu circulație longitudinală; b- cu circulație verticală; c- cu circulație transversală; 1- evaporator; 2- ventilator; 3- cărucior cu produse; 4- carcase; 5- tavă scurgere condens; 6- ventilator auxiliar, 7- transportor suspendat*

În practică, refrigerarea cu aer se realizează în tunele de refrigerare (figura 3.1.), dispunerea produselor sau a carcасelor fiind specifică speciei, fie pe cărucioare (figura 3.1.a. și c.) fie pe transportoare suspendate (figura 3.1.b.).

Tunelele de refrigerare sunt spații mari în care viteza aerului este de 1-2 [m/s] sau mai mare, în cazul tunelelor de refrigerare rapide. În funcție de natura produselor răcite, circulația aerului poate fi predominant longitudinală, predominant transversală sau predominant verticală.

Celulele de refrigerare sunt construcții asemănătoare tunelelor, doar că au capacități de răcire mai mici.

Există camere de prerăcire cu răcitoare de aer amplasate pe o latură mare a acestora, în fața fiecărui răcitor fiind realizat un culoar central liber (figura 3.2.). După pornirea ventilatorului se creează o depresiune constantă în culoarul central, aerul este aspirat și obligat prin aceasta să treacă prin masa de produs, trimis peste suprafața vaporizatorului și apoi refulat în interiorul camerei frigorifice.

Aparatele cu funcționare continuă sunt prevăzute cu o bandă perforată 3 pe care sunt așezate ambalajele cu produse calde (figura 3.3.) Pe măsură ce produsele înaintază prin aparat, ele sunt răcite prin spălare cu aerul antrenat de ventilatoarele 7 și răcit în vaporizatorul 5.

Spațiile de depozitare, în care se face și refrigerarea, asigură o răcire mai lentă decât în celelalte două sisteme. Distribuția aerului în spațiul de refrigerare-depozitare se realizează fie prin refulare directă și aspirație liberă, fie printr-un sistem de canale de refulare și aspirație prevăzute cu fante sau orificii.

În primul caz, răcitoarele de aer sunt montate pe perete (figura 3.4.), pe tavan sau pe pardosea.

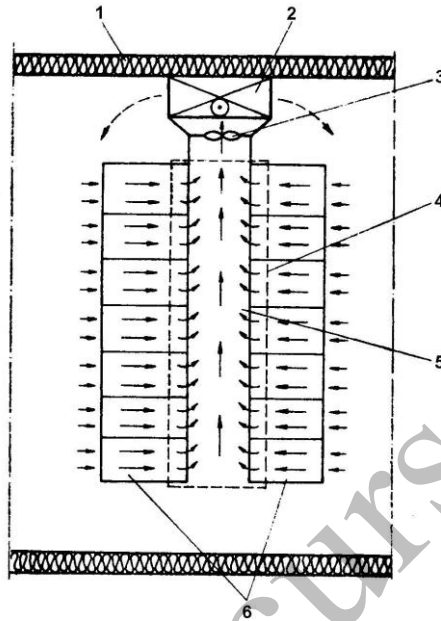


Fig. 3.2. Cameră de prerăcire: 1- izolație; 2- cameră; 3- ventilator; 4- prelată impermeabilă; 5- culoar; 6- produse

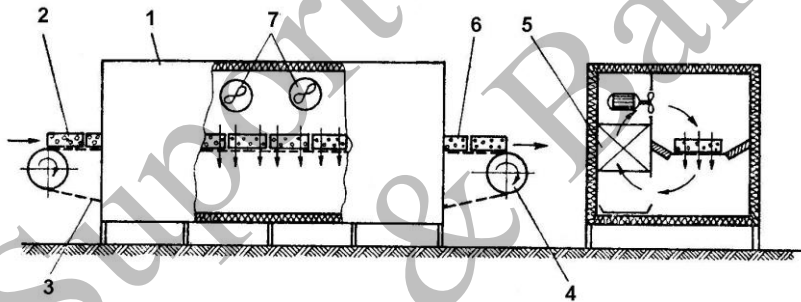


Fig. 3.3. Aparat de refrigerare cu aer răcit cu funcționare continuă: 1- spațiu izolat termic; 2- produse calde; 3- bandă transportoare perforată; 4- rolă antrenare; 5- răcitoare aer; 6- produse răcite; 7- ventilatoare.

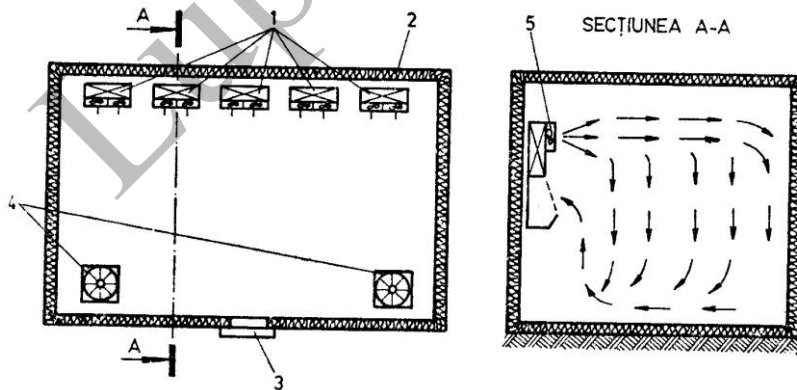


Fig. 3.4. Schema unui spațiu de refrigerare-depozitare cu răcitoare de aer de perete: 1- răcitoare de aer; 2- izolație termică; 3- ușă frigorifică; 4- umidificatoare; 5- ventilatoare

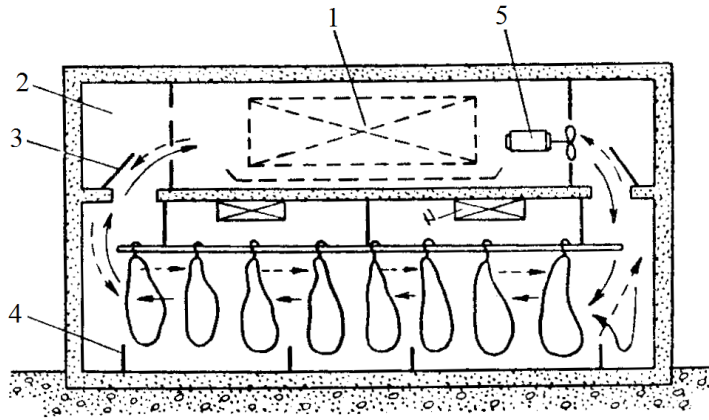


Fig. 3.5. Schema de refrigerare în două faze în același spațiu: 1- răcitor central; 2- canal de aer; 3- treaptă cu acționare hidraulică și protecție la congelare; 4- șicane; 5- ventilator reversibil

Refrigerarea în două faze se poate realiza în aceeași încăpere (figura 3.5.) sau în două spații separate (figura 3.6.).

La refrigerarea rapidă în două faze în aceeași încăpere se folosesc camere mici de tip tunel, având capacitatea de 5 tone, fiecare tunel fiind răcit separat de la instalația frigorifică. Dimensionarea răcitoarelor se face pentru sarcini frigorifice mari în prima fază (preluarea unei mari cantități de căldură), respectiv 42000 [kJ/h·t] pentru carcassele de porc și 33500 [kJ/h·t] pentru semicarcassele de vită. În faza a doua de refrigerare necesarul de frig scade la 2100 [kJ/h·t].

În cazul refrigerării rapide în două faze și spații separate, prima fază de răcire se face într-un tunel de refrigerare rapidă cu convecție forțată de aer, sarcina frigorifică fiind de 25000 [kJ/h·t] pentru carcassele de porc și 21000 [kJ/h·t] la semicarcassele de vită. Faza a doua de răcire se poate face într-o cameră frigorifică cu refrigerare lentă sau chiar în spațiul de depozitare a carcасelor, sarcina frigorifică în acest caz scăzând la 2100 [kJ/h·t].

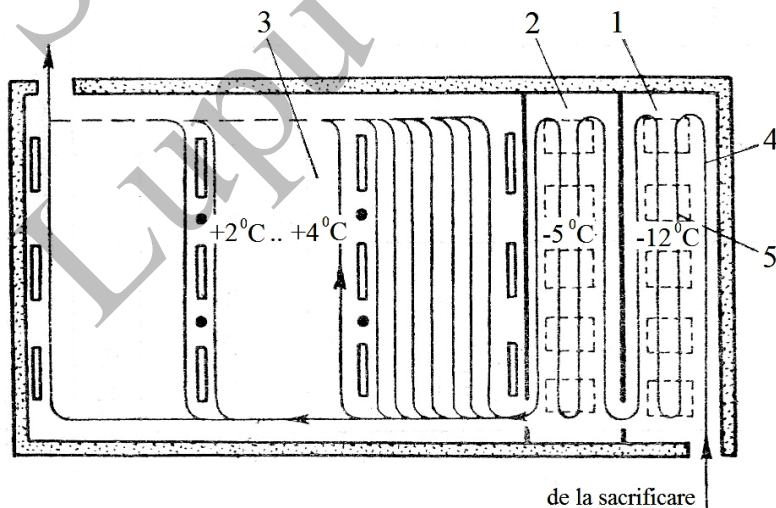


Fig. 3.6. Schema de refrigerare în două faze în spații separate: 1- faza I; 2- faza II; 3- zonă de egalizare și păstrare; 4- conveyer; 5- răcitor de plafon

Refrigerarea cu apă răcită. În acest caz viteza de refrigerare este mult mai mare ca în cazul răcirii cu aer. Se realizează prin imersia produselor, prin stropire sau mixt, folosindu-se aparate cu flux continuu sau discontinuu. Apa este răcită prin intermediul unei instalații frigorifice sau cu gheață, la temperaturi cu puțin peste 0 [°C].

La sistemele de răcire cu funcționare continuă (figura 3.7.), produsele 2 sunt trecute cu ajutorul benzii perforate 1 prin tunelul 10, ai cărui pereți sunt izolați termic. Apa este răcită în bazinul 8 în care este imersat vaporizatorul 6 al unei instalații frigorifice, nivelul constant fiind menținut cu regulatorul de nivel cu plutitor 4. Laminarea agentului frigorific se face în vaporizator cu robinetul 7, iar nivelul temperaturii apei este reglată cu ajutorul termostatului cu bulb 5. Apa este distribuită cu pompa 9 și duzele 3, scurgerea fiind realizată gravitațional.

În apa de răcire se pot adăuga substanțe dezinfectante, iar dacă răcirea se face prin imersie, atunci apa de răcire trebuie înprospătată periodic.

Un mare avantaj al acestei metode de refrigerare este acela că spațiile necesare unei astfel de instalații sunt foarte mici. Totodată, scad sensibil pierderile în greutate prin evaporarea unei părți din apa produselor alimentare, iar calitatea este mai bună decât la răcirea cu aer.

Singurul dezavantaj este că metoda se poate aplica doar la o anumită categorie de produse, respectiv la refrigerarea carcaselor de păsări.

Depozitarea cărnii refrigerate se realizează în camere cu temperatura aerului de 0-1 [°C], umiditate de 90 [%] și sisteme de circulare a aerului. Durata de depozitare depinde de specia de animale (tabelul 3.1.), carnea pentru consum imediat necesitând 2-4 zile pentru maturare.

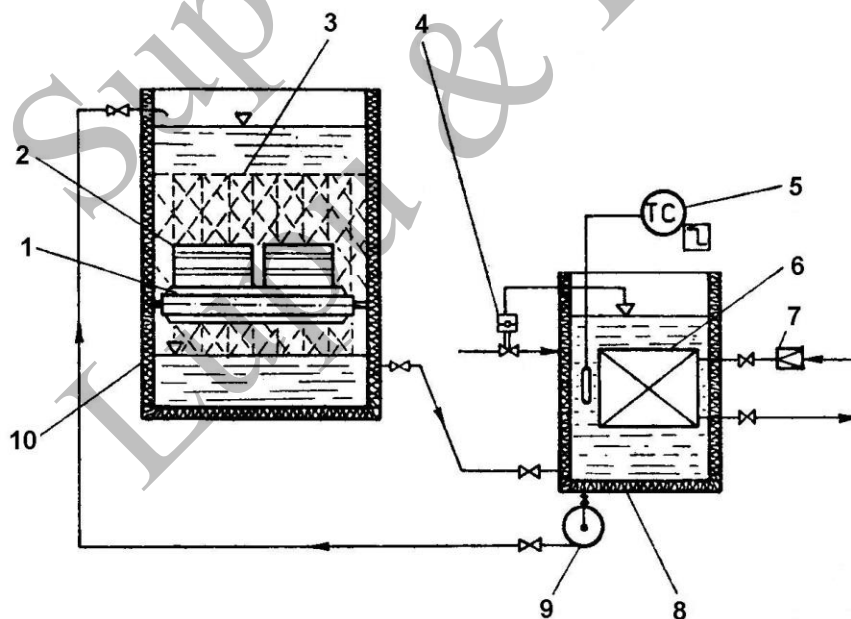


Fig. 3.7. Schema unei instalații de răcire continuă cu apă

Tabelul 3.1. Condițiile și durata de păstrare pentru carnea refrigerată în carcase

Carne	Temperatura de depozitare [°C]	Umiditatea relativă %	Durata de depozitare
Carne de bovină	-1,5...0	90	3 săptămâni
Carne de vițel	-1...0	90	1-2 săptămâni
Carne de porc	-1,5...0	90-95	1-2 săptămâni
Carne de oaie	-1...0	90-95	10-15 zile
Păsări carcasă	0...1	85-90	2 săptămâni
Păsări eviscerate	-1...0	95	4 zile
Pește proaspăt	-1...0	100	5-25 zile
Pește slab sărat	-2	80-85	10 luni
Pește sărat și afumat	2-4	75-80	12 luni

3.1.2. Utilaje și instalații pentru conservarea cărnii prin congelare

Procesul de congelare constă în răcirea produselor alimentare până la temperaturi inferioare punctului de solidificare a apei. Rezolvarea ecuației diferențiale a propagării căldurii în acest caz este mult mai dificilă față de cazul refrigerării, iar pentru calculul analitic al câmpurilor de temperaturi în produs, duratei procesului și cantităților de căldură schimbate, apar dificultăți semnificative.

Procesul de congelare a unui produs alimentar poate fi separat în trei faze distincte (figura 3.8.):

- răcirea produsului de la temperatura inițială, t_i , până la temperatura t_c , la care începe procesul de congelare propriu-zisă (solidificarea apei din produs);
- congelarea produsului, când temperatura este $t_c = \text{const.}$ iar din produs se extrage căldura latentă de congelare (solidificarea soluțiilor apoase din produs);
- răcirea produsului de la temperatura de congelare t_c , la temperatura finală, t_f .

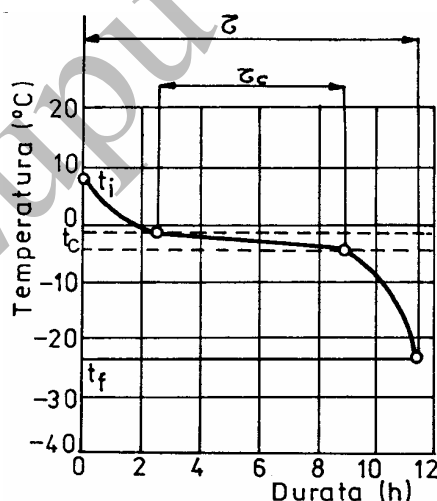


Fig. 3.8. Variația temperaturii unui produs în timpul procesului de congelare

Pentru determinarea duratei procesului de congelare se admit unele ipoteze simplificatoare, din integrarea ecuațiilor diferențiale rezultând:

a) în cazul unui flux de căldură unidirecțional:

- pentru un produs sub forma unei plăci de grosime h , densitate ρ , căldura latentă de congelare l_{cp} , coeficientul de convecție termică α , coeficientul de conductibilitate termică λ , și temperatura mediului de răcire, t_m , durata de congelare propriu-zisă τ_c va fi:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{h}{2 \cdot \alpha} + \frac{h^2}{8 \cdot \lambda} \right) \quad (3.30)$$

- pentru un produs în formă de cilindru drept cu diametrul d , durata de congelare este:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{d}{4 \cdot \alpha} + \frac{d^2}{16 \cdot \lambda} \right) \quad (3.31)$$

- pentru un produs de formă sferică cu diametrul d , durata de congelare este:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{d}{6 \cdot \alpha} + \frac{d^2}{24 \cdot \lambda} \right) \quad (3.32)$$

b) în cazul unui flux de căldură bidirecțional (pe două direcții perpendiculare), pentru un paralelipiped cu dimensiunile l , b și h ($l > b > h$), căldura fiind extrasă de pe două fețe cu dimensiunile $l \cdot b$ și două fețe cu dimensiunile $l \cdot h$, durata de congelare se determină cu relația:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left\{ \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{b \cdot h}{2 \cdot (b+h)} + \frac{1}{\lambda} \cdot \left[\frac{b \cdot h}{16} - \frac{(b-h)^2}{32} \cdot \ln \frac{b+h}{b-h} \right] \right\} \quad (3.33)$$

c) în cazul unui flux de căldură tridimensional, durata de congelare are o expresie matematică complicată, un caz aparte fiind produsele de formă cubică ($l=b=h$) la care se obține forma:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{h}{6 \cdot \alpha} + \frac{h^2}{24 \cdot \lambda} \right) \quad (3.34)$$

În timpul conservării prin congelare pierderile în greutate se datorează în exclusivitate unor procese fizico-chimice. Până la congelarea primelor straturi de produs pierderile se datorează evaporării apei de la suprafața acestuia, în fazele de congelare, răcire la temperatura finală și depozitare, pierderile în greutate se produc prin sublimarea gheții de la suprafața produsului.

Cei mai importanți factori care afectează intensitatea procesului de pierdere în greutate sunt: natura produsului, temperatura și umiditatea relativă a aerului, calitatea ambalajului produsului, viteza aerului la suprafața produsului. Pierderile în greutate cresc cu temperatura și viteza aerului, dar scad cu umiditatea acestuia.

Ca urmare a procesului de congelare prin cristalizarea celei mai mari părți din apa conținută de produs, caracteristicile termofizice ale cărnii congelate (conductivitatea termică, căldura specifică, difuzivitatea termică) suferă modificări valorice importante, pentru determinarea lor fiind utilizate formule de calcul determinate experimental.

Viteza de congelare, v_c , este acea viteză cu care înaintează frontul de cristalizare a apei, de la suprafață către interior, exprimată în [m/h] sau [cm/h].

Pentru o placă omogenă de grosime h , cu centrul termic la distanța $h/2$ față de suprafața exterioară F , prin care se face schimbul de căldură cu mediul de răcire, presupunând că la momentul τ frontul de gheață se află la distanța $d\delta$ față de suprafață (spre centrul termic), în timpul $d\tau$ frontul de gheață va înainta pe distanța $d\delta$. Pentru temperatura mediului de răcire t_m constantă pe durata congelării și temperatura punctului crioscopic t_{cr} teoretic constantă, atunci cantitatea de căldură preluată prin conducție și convecție de la produs dQ va fi egală cu căldura latentă extrasă de la cantitatea de apă dW care îngheață în stratul de grosime $d\delta$ (caracterizat de căldura latentă r_g):

$$dQ = r_g \cdot dW = K \cdot F \cdot (t_{cr} - t_m) \cdot d\tau, \text{ [kJ]} \quad (3.35.)$$

În relația de mai sus W este cantitatea totală de apă conținută de produs, pentru conductivitatea termică a cărnii congelate, λ_c [kJ/m·h·grad], coeficientul global de transfer termic de la frontul de gheață la mediul de răcire se poate scrie:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda_c}}, \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}} \right] \quad (3.36.)$$

Cantitatea de apă congelată se poate exprima în funcție de volumul de gheață:

$$dW = \rho \cdot dV = \rho \cdot F \cdot W \cdot d\delta \quad (3.37.)$$

Înlocuind în relația de mai sus, se obține relația de calcul a vitezei de congelare:

$$v_c = \frac{d\delta}{d\tau} = \frac{t_{cr} - t_m}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda_c}} \cdot \frac{1}{r_g \cdot \rho \cdot W}, \left[\frac{\text{m}}{\text{h}} \right] \text{ sau } \left[\frac{\text{cm}}{\text{h}} \right] \quad (3.38.)$$

Pentru a caracteriza un proces de congelare din punct de vedere al intensității răcirii, se alege drept criteriu viteză medie liniară de congelare, care are expresia:

$$v_m = \frac{\delta_0}{\tau_0}, \left[\frac{\text{cm}}{\text{h}} \right] \quad (3.39)$$

unde: δ_0 – distanța cea mai mare dintre centrul termic (punctul cu temperatura cea mai ridicată la un moment dat) și suprafața produsului, în [cm];

τ_0 – durata congelării de la temperatura inițială uniformă de 0 [°C], până la temperatura care se urmărește a se obține în centrul termic, în [h].

În raport cu această viteză medie liniară de congelare, metodele de congelare utilizate se pot clasifica astfel: *congelare lentă* ($v_m \approx 0,2$ [cm/h]), *congelare rapidă* ($v_m = 0,5 \dots 3$ [cm/h]), *congelare foarte rapidă* ($v_m = 5 \dots 10$ [cm/h]) și *congelare ultrarapidă* ($v_m = 10 \dots 100$ [cm/h]).

Necesarul de frig la congelare se stabilește având în vedere că trebuie să asigure preluarea de la carne a căldurii sensibile și latente în regim nestaționar de transfer termic, însoțit și de un transfer de umiditate de la carne la aer în cazul contactului direct. Cantitatea de frig necesară congelării depinde în mare parte de cantitatea de apă ce cristalizează, determinând cantitatea de căldură latentă degajată de produs.

Practic, produsul se răcește în trei faze: refrigerare, congelare și subrăcire. Cantitatea de căldură ce trebuie preluată de la cantitatea M de carne caldă cu temperatura medie t_{mi} , pentru a o congela și aduce la temperatura finală t_{mf} se poate determina cu relația:

$$Q_{cong} = M \cdot \left[c_1 \cdot (t_{mi} - t_{cr}) + W \cdot \omega \cdot r_g + c_2 \cdot (t_{cr} - t_{mf}) + 3,35 \cdot \Delta M \right] + Q_a, \text{ [kJ]} \quad (3.40.)$$

unde: c_1, c_2 – căldurile specifice ale cărnii la temperaturi peste, respectiv sub punctul crioscopic, în [kJ/kg·grd];

ω – cantitatea de apă congelată, [kg/kg] apă conținută în produs;

r_g – căldura latentă de solidificare a apei la temperatura de congelare a produsului (se admite că $r_g=335$ [kJ/kg] apă);

ΔM – pierderea în greutate estimată în timpul congelării, în [kg];

$$Q_a = M_a \cdot c_a \cdot (t_i - t_f) + M_{mi} \cdot c_{mi} \cdot (t_i - t_f), \text{ [kJ]} \quad (3.41.)$$

Q_a – căldura cedată mediului de răcire de către ambalaje și mijloacele de transport care însoțesc produsele pe durata congelării.

Dacă se cunosc entalpiile produsului la temperaturile t_{mi} și t_{mf} , atunci căldura ce trebuie preluată se determină cu relația:

$$Q_{cong} = M \cdot \left[(i_i - i_f) + 3,35 \cdot \Delta M \right] + Q_a, \text{ [kJ]} \quad (3.42.)$$

În funcție de mediul de răcire și sistemul de preluare a căldurii de la produse, se folosesc mai multe metode de congelare:

- metode de congelare cu aer răcit:
 - în aparate cu produse în strat fix;
 - în aparate cu produse în strat fluidizat;
- metode de congelare prin contact cu suprafețe metalice răcite;
- metode de congelare prin contact direct cu agenți intermediari;
- metode de congelare prin contact direct cu agenți criogenici.

Congelarea cu aer răcit este metoda cea mai răspândită prin faptul că majoritatea produselor alimentare se pretează la acest tip de conservare. Această metodă presupune existența unui spațiu izolat termic, un răcitor de aer și un sistem de distribuție a aerului răcit peste produse. Produsele alimentare vin în contact cu aer rece la temperaturi ce variază de la -25 [°C] și până la -40 [°C].

Tunelele de congelare sunt similare din punct de vedere constructiv și funcțional tunelelor de refrigerare, circulația aerului fiind prezentată în figura 3.9.

Mișcarea produselor în tunelele de congelare este realizată cu conveioare cu bandă, cu lanț sau cu cablu, fiind continuă sau ritmic întreruptă.

Din punct de vedere constructiv și funcțional tunelurile pentru congelarea cărnii sub formă de carcasă sau semicarcasă pot fi:

- tuneluri de congelare prin convecție cu circulația aerului pe direcție longitudinală pot funcționa atât în flux continuu cât și discontinuu;
- tuneluri de congelare prin convecție cu circulație transversală a aerului;
- tuneluri de congelare prin convecție cu circulația aerului pe verticală;
- tuneluri de congelare combinate, la care efectul de radiație este combinat cu convecție forțată cu circulație transversală a aerului.

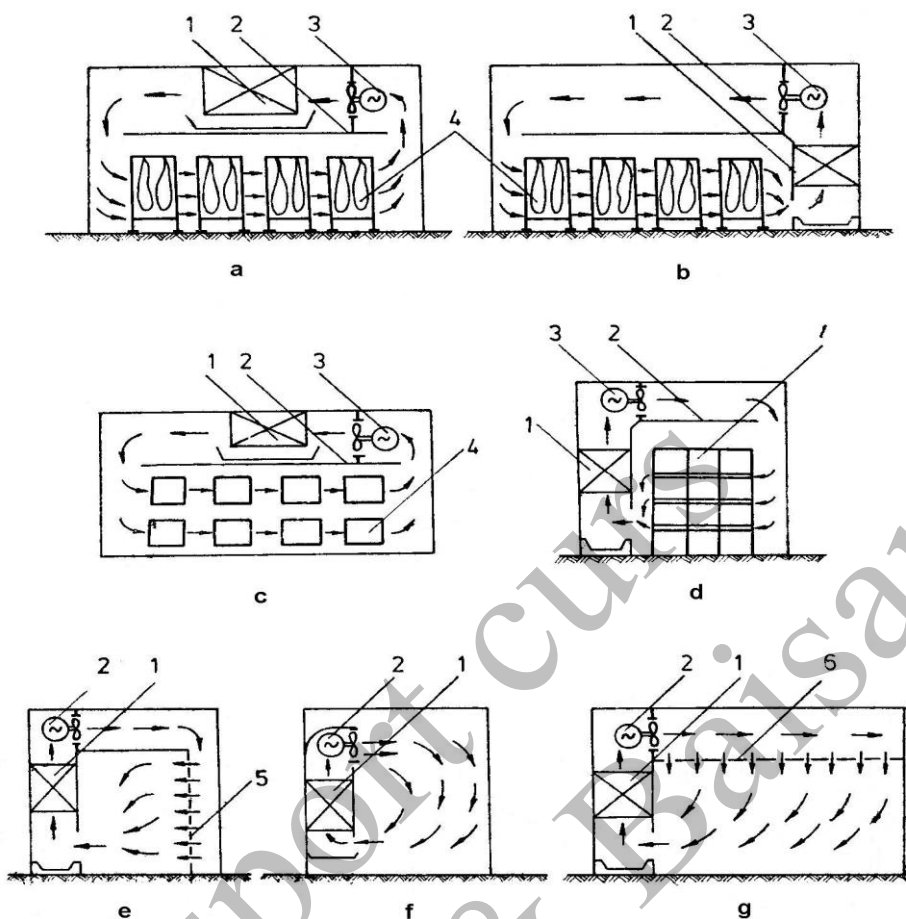


Fig.3.9. Tunele de congelare cu aer răcit: a- cu circulație longitudinală în plan vertical a aerului și răcitor montat deasupra tavanului fals; b- cu circulație longitudinală în plan vertical a aerului și răcitor montat la un capăt al tunelului; c- cu circulație longitudinală a aerului în planul orizontal; d- cu circulație transversală a aerului, cu tavan fals; e- cu circulație transversală a aerului, cu perete lateral fals, cu orificii sau fante; f- cu răcitoare de aer cu refluxare liberă a aerului; g- cu circulație verticală a aerului, cu tavan fals cu fante; 1- răcitor de aer; 2- tavan fals; 3- electroventilator; 4- produse; 5- perete lateral; 6- tavan fals cu fante

Benzile transportoare sunt destinate congelării produselor neambalate sau ambalate dar de dimensiuni mici, instalațiile de congelare fiind de tipul cu flux continuu. Pentru folosirea eficientă a spațiului de lucru, benzile sunt dispuse sub formă de spirale sau suprapuse. Viteza aerului rece este mai mare decât la tunelurile de congelare, deoarece se reduce mult durata de congelare, dar se reduc și dimensiunile constructive ale instalațiilor.

Instalația de congelare cu bandă spiralată (figura 3.10.) este prevăzută cu o bandă specială care este igienizată și pe care se dispun produsele supuse congelării. De aici trec prin zona de congelare unde banda (realizată din împletitură de sârmă) se înfășoară după un tambur, circulația aerului rece fiind pe verticală. Ca urmare a faptului că aparatul permite realizarea unei game variate de regimuri de lucru, acesta poate congela o paletă diversă de produse din carne porționată, organe, pește etc.

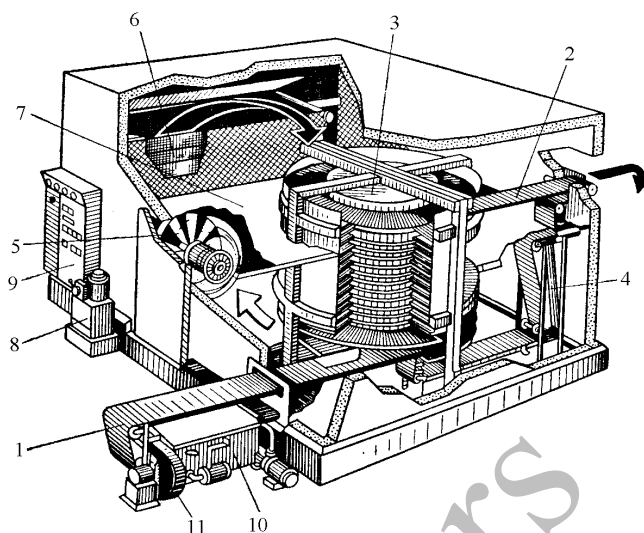


Fig. 3.10. Schema aparatului de congelare în flux continuu cu bandă spirală: 1-banda în zona de alimentare cu produse; 2- banda în zona de evacuare produse; 3- tambur rotativ; 4- întinzător bandă; 5- ventilator; 6- vaporizator răcitor de aer; 7- tavan fals; 8- sistem antrenare tambur rotativ; 9- tablou electric; 10- sistem de igienizare a benzii; 11- ventilator uscare bandă;

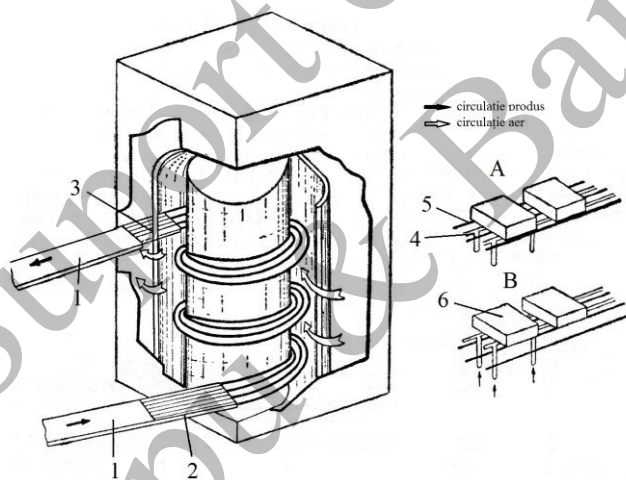


Fig. 3.11. Aparatul de congelare cu șine în spirală: 1- bandă rulantă; 2- mecanism de alimentare cu produse; 3- mecanism de evacuare produse congelate; 4- șine mobile; 5- șine fixe; 6- tăvi sau lădițe cu produse

Aparatul de congelare cu șină în spirală (figura 3.11.) este folosit la congelarea cărnii tranșate și a preparatelor din carne. Din punct de vedere constructiv este alcătuit din doi cilindri între care sunt înfășurate în spirală o serie de șine fixe, pe care se deplasează prin împingere produsele așezate pe tăvi sau ambalate în lădițe.

Produsele supuse congelării sunt aduse pe o bandă rulantă la un mecanism de alimentare, format din șine fixe și mobile. Șinele mobile execută periodic mișcări pe verticală de sus în jos, astfel, la mișcarea ascendentă ridică tava sau lădița cu produse de pe șinele fixe, o deplasează înaintea până la dispozitivul de împingere al aparatului, coboară și le depune pe șinele fixe, după care revine în poziția inițială pentru realimentare.

Produsele se deplasează pe șinele fixe, datorită dispozitivului de împingere, în mișcare de spirală fiind răcite de aerul rece cu circulație transversală dintre cei doi cilindri. Dispozitivul de împingere poate fi programat astfel încât timpul de congelare să poată fi reglat între 0,5-4 [h], în funcție de mărimea produselor.

Alimentarea cu produse a aparatului se face pe la partea inferioară, iar evacuarea produselor congelate se face pe la partea superioară.

Celulele de congelare au capacități de răcire mult mai mici decât a tunelelor de congelare, ce ajung la ordinul sutelor de kilograme. Sunt folosite pentru congelarea cărnii tranșate și a organelor, cu o circulație intensă a aerului. În figura 3.12. este prezentată o celulă de congelare tip Porter, unde produsele supuse congelării sunt așezate în tăvi, pe rastele mobile. Instalația frigorifică este automatizată și programabilă, astfel că se pot asigura diverse regimuri de congelare în funcție de caracteristicile produsului.

Congelarea prin contact cu agenți intermediari oferă avantajul unor viteze de răcire mult mai mari, iar ca agenți intermediari se folosesc soluții apoase de clorură de sodiu, de calciu și propilenglicol. Dezavantajul metodei constă în faptul că ea se poate aplica numai la produsele ambalate în materiale impermeabile, sub vid sau în cutii metalice etanșe. Schema unei astfel de instalație este prezentată în figura 3.13.

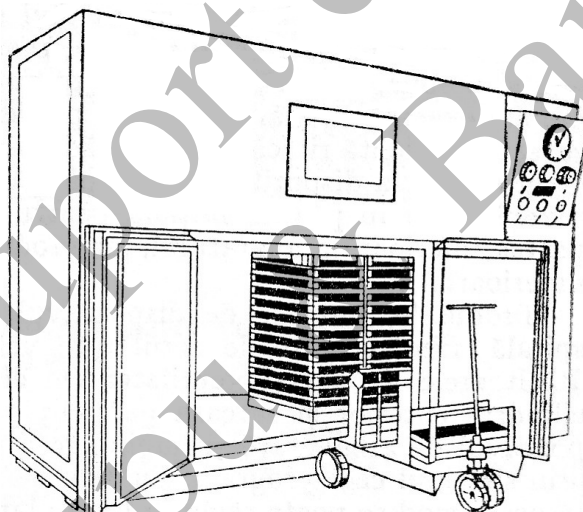


Fig. 3.12. Celulă de congelare cu aer

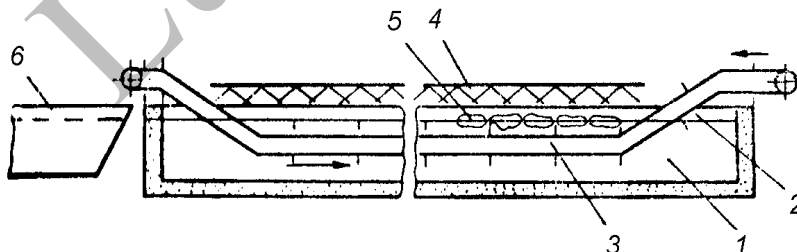


Fig. 3.13. Schema instalației de congelare prin imersie: 1- bazin cu soluție de clorură de calciu; 2- nivel soluție; 3-bandă transportoare; 4- rampă cu duze de stropire; 5- produse ambalate; 6- bazin spălare cu apă

Preambalate, produsele sunt scufundate și deplasate în imersie cu conveiere sau benzi, agentul frigorific intermediar având temperatura de -30 [°C]. Deoarece coeficientul parțial de convecție este foarte mare, comparativ cu aerul, răcirea și congelarea se face rapid, durata de congelare fiind scurtă.

Metoda este folosită în special la congelarea carcaselor de păsări precum și la congelarea pachetelor de carne tranșată.

Ca urmare a faptului că soluțiile de clorură de calciu sunt corozive, acestea au fost înlocuite cu soluții propilenglicol și freoni, caracterizate prin faptul că sunt mai pure și netoxice.

Instalațiile de congelare prin contact direct cu suprafețe metalice reci sunt folosite la congelarea cărnii tranșate și preambalate. Din punct de vedere al procesului de lucru acestea pot fi cu funcționare discontinuă și cu funcționare continuă.

Aparatul de congelare cu plăci metalice orizontale (figura 3.14.) funcționează pe principiul contactului direct al plăcilor metalice cu produsele preambalate, schimbul de căldură fiind prin conducție, mai intens decât la convecție, fapt ce scurtează mult durata de congelare. Agentul frigorific sau intermediar circulă prin orificiile speciale practicate în interiorul plăcilor metalice, preluând de la produs căldura latentă de vaporizare.

După încărcarea aparatului cu pachetele de carne, plăcile fiind distanțate cu ajutorul unui sistem hidraulic, pachetele sunt presate între plăci pentru a asigura un contact cât mai bun cu suprafețele de răcire, forța de presare fiind limitată de posibilitatea deformării produsului ca urmare a măririi volumului în timpul congelării. După congelare plăcile sunt distanțate, urmând a se scoate produsele congelate.

Instalațiile de congelare cu funcționare continuă au plăcile de răcire dispuse orizontal sau vertical, având diverse sisteme care asigură funcționarea în flux continuu.

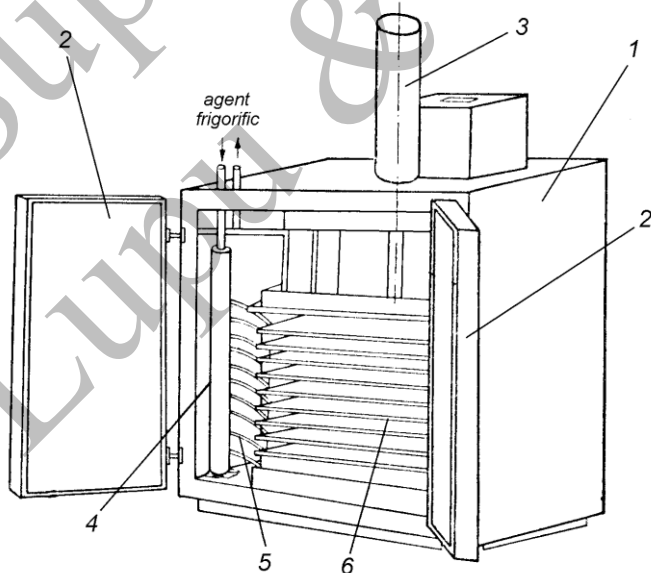


Fig. 3.14. Aparat de congelare cu plăci metalice răcite: 1- cameră izotermă; 2- uși de închidere; 3- cilindru hidraulic; 4- rampă distribuție; 5- racorduri de legătură; 6- plăci metalice

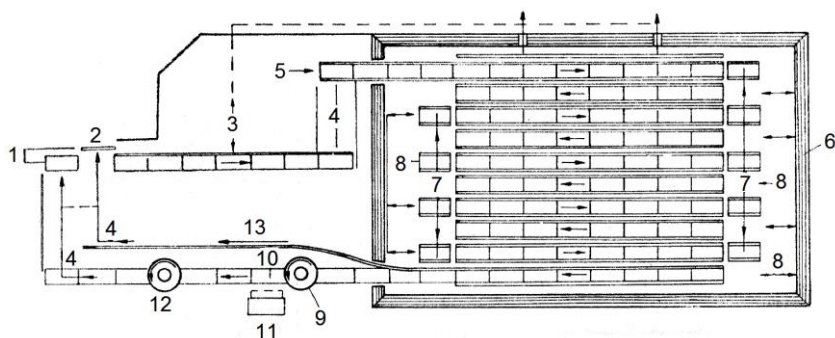


Fig. 3.15. Instalația de congelare cu plăci orizontale cu funcționare continuă: 1- încărcarea formei cu produse; 2- așezarea capacului; 3- presare capac; 4- elevator; 5- introducerea formei în aparat; 6- incintă izolată termic; 7- dispozitiv de coborâre a plăcilor; 8- împingător hidraulic; 9- răsturnarea formei cu capacul în jos; 10- decongelarea și descărcarea formei; 11- bandă transportoare pentru produse congelate; 12- răsturnarea formei în poziție normală; 13- traseu capace

În figura 3.15. este prezentată schema unei instalații de congelare în sistem Jackstone. Carnea tranșată și ambalată este așezată în tăvi sau forme metalice care, sunt introduse în aparatul de congelare pe la partea superioară. Deplasarea în interiorul aparatului se face prin mișcări ritmice, trecând succesiv de-a lungul intervalelor dintre plăcile suprapuse, pentru aceasta fiind folosite mecanisme speciale de ridicare și coborâre cu acționare hidraulică.

Instalația de congelare cu bandă metalică răcită (figura 3.16.) este de tip cu funcționare continuă. Ea este prevăzută cu o bandă metalică răcită la partea inferioară cu un agent intermediar care este pulverizat cu ajutorul unor duze. Pentru a intensifica schimbul de căldură la suprafața produselor alimentare și care nu sunt în contact cu banda metalică, sunt dispuse răcitoare cu aer cu convecție forțată.

Instalațiile de congelare prin contact cu agenți criogenici permite realizarea unor viteze foarte mari de răcire a produselor, singura condiție impusă este ca acești agenți să nu fie toxici. Din categoria agenților criogenici sunt folosiți cu eficiență ridicată azotul lichid, bioxidul de carbon lichid și unii freoni.

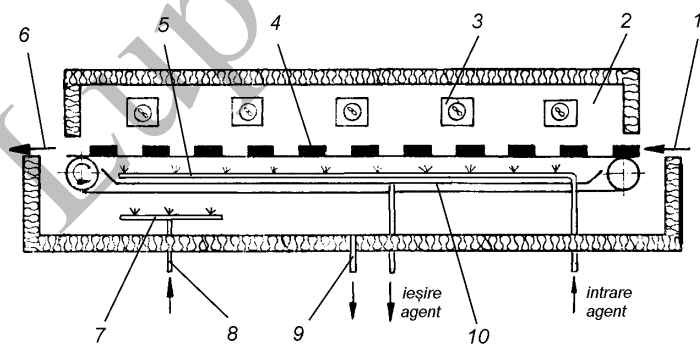


Fig. 3.16. Aparat de congelare cu bandă metalică: 1- alimentare produse, 2- cameră termoizolată; 3- răcitoare cu aer, 4- produse alimentare; 5- rampă pulverizare agent intermediar; 6- evacuare produse congelate, 7- rampă spălare bandă; 8- intrare agent spălare; 9- evacuare agent spălare; 10- tavă colectoare agent intermediar

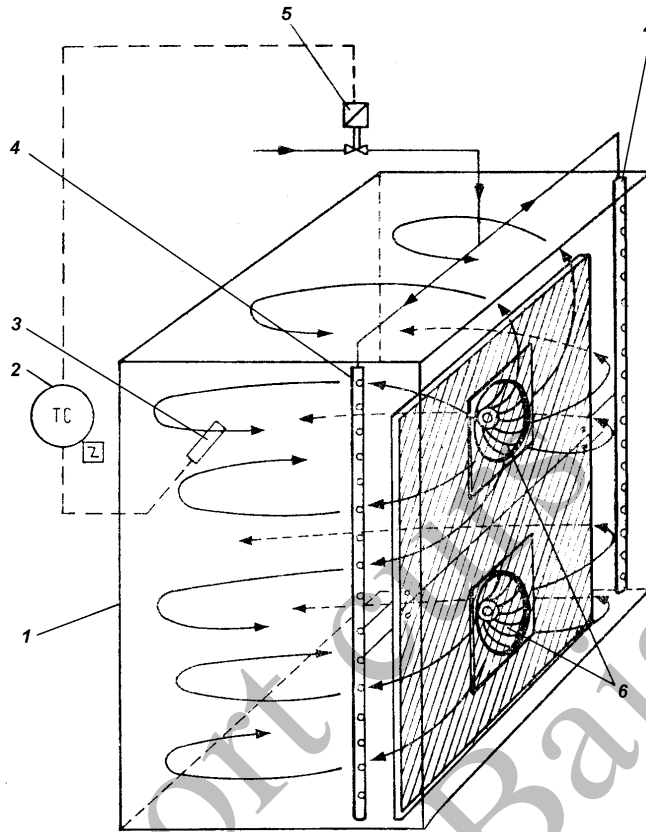


Fig. 3.17. Aparat de congelare cu azot lichid: 1- cameră; 2- regulator ; 3- sondă termostat; 4- rampă cu duze; 5- robinet electromagnetic; 6- ventilatoare

Aparatele de congelare cu azot lichid cu funcționare discontinuă sunt de tip cameră cu capacitate relativ redusă (figura 3.17.), prevăzută cu două rampe cu duze de pulverizare a azotului lichid, dirijat prin intermediul a două ventilatoare, astfel încât, procesul de congelare să decurgă cât mai repede. Produsele alimentare se dispun pe rastele mobile care se introduc și se scot din camera de lucru. Regimul termic se poate regla cu ajutorul unei instalații prevăzută cu termostat și robinet de reglare a debitului de azot.

O instalație de congelare continuă prin pulverizare de azot lichid de tip Cryo Quick este prezentată în figura 3.18. Alimentarea cu produsele 4 se face pe la capătul din stânga 1 al benzii transportoare 3, care le introduce în incinta izolată termic 2. În zona 5 produsele sunt prerăcite cu ajutorul vaporilor de azot, iar în zona 6 sunt congelate prin stropirea cu azot lichid și evacuate pe la capătul 10 al aparatului, situat în apropierea tamburului de antrenare al benzii 7. Pentru recircularea vaporilor de azot se folosesc ventilatoarele 9, iar pentru exhaustare ventilatorul 8.

Metoda este folosită la congelarea cărnii tranșate și a păsărilor în carcasă, precum și la congelarea unor semipreparate din carne.

Pe același principiu sunt realizate și instalațiile de congelare care folosesc ca agent criogenic bioxidul de carbon lichid.

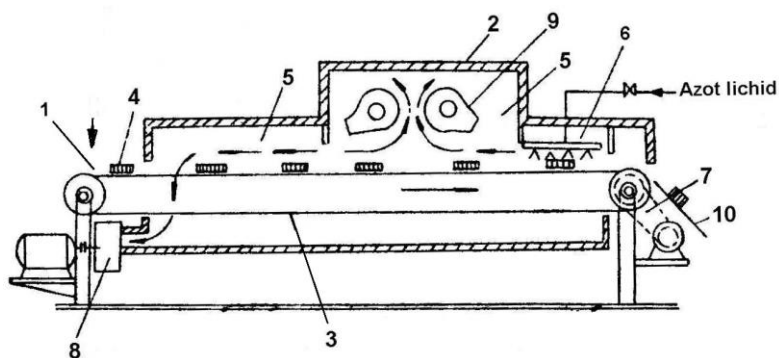


Fig. 3.18. Schema instalației de congelare cu azot lichid cu flux continuu

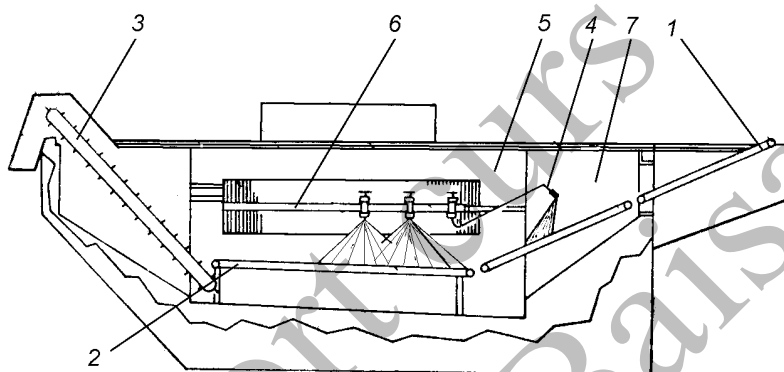


Fig. 3.19. Schema unei instalații de congelare cu freon lichid: 1- transportor alimentare cu produse, 2- transportor; 3- transportor evacuare produse, 4- duză pulverizare precongelare; 5- zona de congelare; 6- rampă cu duze pulverizare; 7- zonă de precongelare

Tabelul 3.2. Durata de păstrare în stare congelată pentru unele produse de origine animală

Sortimentul	Temperatura [°C]	Durata, în luni
Sferturi carcasă de vită	-18	10-12
	-25	12-18
	-30	12-24
Semicarcasă de porc	-18	6
	-25	10-12
	-30	15
Carcasă de oaie	-18	9-10
	-25	12
	-30	24
Slănină	-18	6
Grăsimi topite	-18	9-12
Pește gras	-18	4
Pește slab cu stabilitate medie	-18	8
Pește slab cu stabilitate ridicată	-18	10
Crab, crevete, homar	-18	6
Pui de găină ambalați	-20	6-10
Pui, rațe, curcani ambalați sub vid în folie PVC	-20	12-15

Durata de păstrare a cărnii în stare congelată depinde de calitatea inițială a ei, calitatea procesului de congelare, deshidratarea parțială și procesul de recristalizare ca efect al fluctuațiilor de temperatură din depozitele frigorifice.

Durata practică de depozitare se definește ca fiind numărul de zile în care poate fi păstrat un produs congelat fără ca el să-și piardă din calitate, astfel ca să nu mai fie acceptat de către consumator. În tabelul 3.2. sunt prezentate duratele de păstrare pentru diverse sortimente de carne, pește și păsări.

3.2. Conservarea cărnii prin sărare

Substanță higroscopică, clorura de sodiu are capacitatea de a scoate apa din țesuturile alimentelor prin fenomenul de osmoză. Prin creșterea presiunii osmotice se produce deshidratarea parțială a celulelor (plasmoliza), fapt care împiedică desfășurarea normală a activității bacteriilor, mucegaiurilor sau drojdiilor.

Sărarea poate fi folosită ca metodă de sine stătătoare, dar mai ales ca o fază premergătoare afumării sau uscării. Pe lângă carne, se mai conservă prin sărare pieile, glandele și unele părți anatomice. În procesul de sărare se utilizează azotați și azotiti care contribuie la formarea culorii cărnii, iar în concentrații de 150-200 [mg/kg] au efect antibacterian. În lipsa lor se folosește acidul ascorbic, izoascorbic și sărurile de sodiu ale acestora, substanțe cu rol antioxidant și care măresc stabilitatea cărnii.

Sărarea se poate realiza prin mai multe metode, în funcție de modul de utilizare a sării sau a amestecului de sărare.

Sărarea uscată constă în presărarea sării sau a amestecului de sărare, care se dizolvă în apa din stratul superficial al cărnii, difuzând apoi spre interior. Se aplică de obicei la sărarea slăninii și a cărnii folosită pentru păstrare.

Sărarea umedă se practică utilizând saramură cu adaosuri de azotat, azotit, zahăr și alte substanțe, în proporții ce țin cont de produsele la care se folosește.

Slămina este un aliment cu o valoare calorică ridicată și se poate conserva prin sărare simplă sau combinată cu afumarea. După sortare, slămina care nu trebuie să depășească 4 [cm] grosime, este refrigerată timp de 20-25 [h] la temperatura de 4 [°C] și frecată cu sare cu bobul de cca 5 [mm], urmând a fi stivuită pe stelaje de lemn. Pe fiecare rând de slănină se presară sare, după care se lasă între 7-10 zile pentru pătrunderea sării. Slămina se restivuește cu adăugare de sare proaspătă, durata procesului de sărare fiind de 20-21 de zile. Astfel conservată, slămina se depozitează în camere la temperatura de 0 [°C], unde rezistă bine timp de trei luni.

Carnea de porc nu se conservă exclusiv prin sărare, singurele excepții fiind baconul și șunca cu os.

Carnea de vită se pretează bine la conservarea prin sărare. Astfel, carnea dezosată se taie în bucăți de 250-500 [g] și se sarează cu 8 % sare și 0,1 % silistră. Butoaiele de păstrare a cărnii sărate se umplu cu carne, în straturi alternative cu sare, după care timp de 3-4 zile se face o tasare a cărnii, umplerea golurilor, acoperirea cu saramură și înfundarea cu capace. Sărarea cărnii se consideră încheiată după 18-20 de zile, butoaiele fiind depozitate în spații cu temperatura de -10...5 [°C].

Pulpa de vită se refrigerează la 4 [°C] și se injectează cu saramură 20 % în procent de 10-13 % din masa cărnii. Bucățile injectate se stivuiesc și se păstrează bine timp de 3-4 luni la temperatura de -1 [°C].

Carnea de vânat nu este propice conservării prin sărare deoarece sângerarea este foarte redusă. Cu toate acestea se recomandă a fi folosită carnea de mistreț și carnea de urs.

Șunca de mistreț se prepară după jupuirea pielii, urmată de o sărare mixtă. În prima fază de injectează o saramură de 20 %, unde se adaugă 0,5 % silistră și 0,5 % zahăr, în proporție de 5 % din masa cărnii. În faza a doua se freacă șunca cu un amestec de sărare (3 [kg] sare, 0,1 [kg] zahăr, 0,05 [kg] NaNO₂ și 0,1 [kg] usturoi pisat la 100 [kg] carne). După sărare, șuncile se pun în bazine și se acoperă cu saramură 16 %, cu restivuire la 7 zile, procesul de sărare fiind încheiat după 25-30 de zile.

Peștele este un aliment care se pretează bine la conservarea prin sărare, aici fiind incluse toate speciile marine și de apă dulce. În figura 3.20. este prezentată schema tehnologică de conservare prin sărare a peștelui.

Pentru conservarea prin sărare se folosesc mai multe variante tehnologice, astfel că sărarea se poate face la cald (fără răcirea cu ajutorul gheții, metoda practică în zonele reci), la rece (peștele este răcit la 0-5 [°C] cu ajutorul gheții) sau după congelarea peștelui.

Prin congelarea peștelui sunt împiedicate procesele de alterare a straturilor profunde de carne la peștele mare, dar mai ales la peștele gras unde sărarea este lentă.

Se practică trei metode de sărare a peștelui: sărare uscată, sărare umedă și sărare mixtă.

Sărarea uscată presupune ca peștele, întreg sau spintecat, să fie tăvălit prin sare și pus în butoaie sub formă de rânduri, peste care se presară suplimentar sare. Ca urmare a presiunii osmotice, sarea extrage o cantitate de apă din pește și formează o saramură cu ea. Metoda se aplică la peștele slab sau mediu îngrășat, dar mai ales la peștele mărunț precum hamsia.

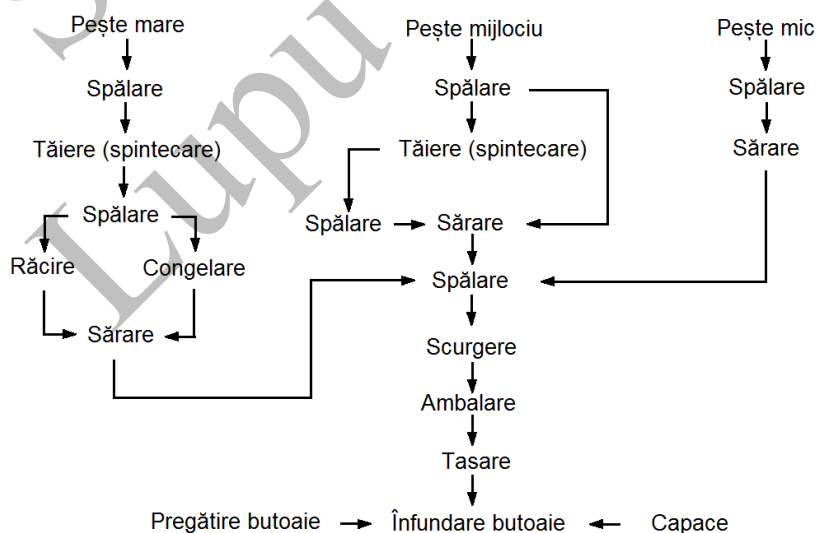


Fig. 3.20. Schema tehnologică de conservare a peștelui cu sare

Sărarea umedă se folosește la peștele întreg sau spintecat și care este destinat aproape în exclusivitate uscării sau afumării. Ca principal dezavantaj este faptul că, în contact cu saramura, o parte din apa conținută de pește este extrasă și astfel scade concentrația saramurii.

Sărarea mixtă presupune sărarea uscată a peștelui și introducerea lui în butoaie peste care se toarnă saramură. Este metoda prin care saramura își păstrează concentrația inițială, iar procesul de sărare începe imediat.

În funcție de masa lor, peștii sunt mari dacă au peste 2 [kg], mijlocii dacă au masa cuprinsă între 0,5-2 [kg] și mici dacă au masa mai mică de 0,5 [kg].

O operație extrem de importantă este spintecarea, prin care se îndepărtează o parte din organele interne ale peștelui, dar se mărește și suprafața de contact a acestuia cu sarea.

Din punct de vedere al metodei de tăiere, peștele sărat se împarte în: trunchi nedespicat (specific peștelui mic și mijlociu), trunchi spintecat (cu curățirea cavității abdominale), batog (se separă partea abdominală de spate), despicat parțial pe spate, despicat cu sau fără îndepărtarea capului, tăiat în bucăți (specific peștilor mari) și fileuri.

Un sortiment specific sunt scrumbiile, care, în funcție de anotimp sunt slabe sau grase. Din punct de vedere al gradului de sărare acestea pot fi: slab sărate (6-10 % sare), mediu sărate (10-14 % sare) și puternic sărate (peste 14 % sare).

Scrumbiile se eviscerează și li se smulg branhiile, după care se sărează la rece. În căzi se toarnă o cantitate de saramură pe care se pun straturi de scrumbie, în alternanță cu sare și gheață mărunțită, 23-25 % sare față de masa de pește și 10-15 % gheață. Procesul de sărare durează circa 20 de zile, după care, scrumbiile se scot din căzi, se spală cu o soluție de sare de 15-16 % și se pun la scurgere și zvântare timp de 24 [h]. Ambalarea scrumbiilor se face în butoaie de 30 [kg] după așezarea și presarea lor, înainte de înfundare fiind turnată o saramură concentrată.

Peștele mic se sărează uscat timp de 48 [h] cu 20-25 % sare față de masa peștelui, în final fiind spălat cu o saramură de 20 %. La sărarea umedă se folosește saramură 20 % timp de 10-22 [h], spălarea finală fiind cu saramură 16 %.

Peștele de apă dulce de talie mare se supune conservării prin sărare după ce este tăiat în bucăți. Tăvălite prin sare (consumul de sare fiind de 25-28 % din masa peștelui), bucățile de pește sunt așezate în căzi și lăsate la sărat timp de 9-12 zile, după care sunt spălate cu saramură de 24 %. Pentru o sărare medie se folosește 16-20 % sare față de masa peștelui și durata de sărare de 3-5 zile, iar pentru sărare ușoară 10-15 % sare și durata de sărare de 2-3 zile.

În practică, se mai întâlnește și sărarea cu condimente a peștelui, pentru aceasta fiind folosite specii precum sardele, hering, stavrid și scrumbie mărunță. Metoda de sărare este la rece sau congelată și se sărează peștele până la un conținut de sare de 4-6 %. Pentru spălare, peștele se introduce în saramură după care se pune la zvântare. Ambalarea se face în butoaie de 50-100 litri, unde peștele se așează în straturi alternative cu condimente (amestecuri de zahăr, enibahar, coriandru, scorțișoară, piper negru, dafin, în proporții diverse). După presare se toarnă o saramură în care sunt cuprinse condimentele de mai sus și se închid butoaiele, menținute un timp la temperatura de -6...-12 [°C].

În urma tratării cu sare, produsele ambalate și nu numai, suferă modificări în procesul de maturare. Astfel, peștele își pierde gustul de crud, culoarea, mirosul, scade consistența cărnii care devine mai moale și mai suculentă, capătă gustul de pește sărat.

Maturarea, ca proces, asigură hidroliza parțială a lipidelor și protidelor din carne, sub acțiunea enzimelor aflate în țesuturile musculare, precum și a celor produse de către microorganismele. Procesul de maturare a peștelui sărat depinde de specie și de temperatura de păstrare și are o durată de 2-6 luni.

3.3. Conservarea cărnii prin tratamente termice

Prelucrarea termică a cărnii este folosită atât ca metodă de conservare, cât și ca fază pregătitoare, fiind realizată prin fierberea cu apă sau abur, prăjire, coacere și frigere.

Conservarea prin fierbere. Pentru majoritatea produselor din carne fierberea este una dintre operațiile obligatorii și contribuie la reducerea numărului de microorganismele, la creșterea digestibilității prin înmuierea texturii, fiind puse în valoare aroma și gustul specific.

Prin fierbere, carnea pierde în greutate între 25-35 %, aici fiind incluse apă, substanțe proteice, grăsimi și săruri minerale, pierderile scăzând cu mărirea bucăților de carne.

Conservarea prin prăjire. Prăjirea contribuie, prin îmbibarea cu grăsimi la 140-160 [°C], la creșterea valorii nutritive a cărnii. Operația se poate face în ulei sau în untură, transformările pe care le suferă carnea fiind dependente de temperatura și durata de prăjire. Cele mai importante modificări le cunosc grăsimile, fiind datorate oxidării termice a acizilor grași, cu formarea de produși volatili și substanțe polimerizate. Prin prăjire, o parte din apă se evaporă și întrucât absorbția de grăsime este limitată, produsul se contractă modificându-și densitatea.

Conservarea prin coacere și frigere. Diferența dintre cele două procedee și prăjire constă în nivelul pierderilor (grăsimi, proteine, săruri minerale, vitamine). Coacerea și frigerea cărnii determină pierderi medii de cca 12 % în proteine și 24 % în grăsime, în funcție de felul cărnii și regimul termic, fiind mai mici la frigere comparativ cu prăjirea sau coacerea.

Conservarea prin afumare. Ca și metodă de conservare, afumarea se folosește la produsele din carne și pește. Carnea în carcasă nu se pretează la conservarea cu fum deoarece necesită un timp îndelungat ca fumul să își poată face efectul asupra cărnii în profunzimea sa.

Fumul este un aerosol format dintr-un amestec de aer și produși de ardere incompletă a lemnului, compoziția sa chimică fiind dependentă de natura combustibilului și condițiile de ardere. Fumul rezultat prin arderea combustibililor este purificat în vederea eliminării particulelor solide care îl însoțesc, pentru aceasta, fiind utilizate mai multe procedee, după care este trimis în camerele de afumare.

Dintre toți compușii chimici ai fumului cea mai importantă acțiune asupra produselor o au în special fenolii și aldehidele aromatice și ciclice, precum și acidul acetic.

Principalele proprietăți ale fumului sunt:

- *acțiune antiseptică* – se manifestă la suprafața produsului datorită acțiunii bactericide a fenolilor, aldehydelor și acizilor;
- *acțiune antioxidantă* – datorată fenolilor cu temperatură de fierbere ridicată, în care se găsesc grupe ale eterilor metilici ai pirogalolului;
- *proprietăți aromatice* – ca urmare a acțiunii reciproce dintre compușii fumului cu aminoacizi și zahăr;
- *proprietăți colorante* – culoarea produsului afumat este principalul indice prin care se apreciază gradul de afumare și depinde de proprietățile fizico-chimice ale mediului de afumat.

Metodele de afumare a cărnii se clasifică după mediul în care se face afumarea, după temperatura fumului și durata afumării.

În funcție de mediul în care se desfășoară afumarea se deosebesc două metode: afumarea în curent de fum și afumarea cu preparate lichide.

După nivelul temperaturii și duratei de afumare se deosebesc: afumarea cu fum cald sau hițuirea (se folosește fum la 60-100 [°C] timp de 0,5-3 [h]), afumarea cu fum (se folosește fum la temperatura de 25-35 [°C], timp de 12-18 [h]) și afumarea cu fum rece (se folosește fum la temperatura de 10-18 [°C], timp de 5-10 zile sau mai mult).

Din punct de vedere constructiv, afumătorile sunt staționare, cu deplasarea produselor pe orizontală sau pe verticală.

Compoziția fumului depinde de tipul de lemn (se folosesc esențe tari precum fag, stejar, frasin), umiditatea lemnului sau a rumegușului de lemn, temperatura de formare a fumului și aportul de aer, literatura de specialitate oferind informații cu privire la influența fiecărui factor și valorile recomandate.

Fumul obținut în afumătorile clasice sau generatoarele de fum conțin și elemente nedorite precum cenușă, funingine, rumeguș nears, gudroane, acestea se depun atât pe tubulatura de admisie, cât și pe produsele supuse afumării. De aceea este necesară purificarea fumului înainte de a fi introdus în camera de afumare.

Peștele este cel mai des conservat cu ajutorul fumului, afumarea fiind realizată în două variante: la rece și la cald. Peștele afumat la cald are un conținut mai scăzut de sare, carnea este suculentă ca urmare a cantității ridicate de apă, în timp ce peștele afumat la rece este mai sărat, și mai dens, ca urmare a scăderii conținutului de apă din produs. Afumarea la rece se realizează după o schemă tehnologică precum cea din figura 3.21. Materia primă o poate constitui atât peștele proaspăt, cât și cel conservat prin sărare. Peștele mic se afumă întreg, în timp ce peștele mare se despică pe burtă batog, pe spate, și mai rar trunchi desfăcut.

Sărarea este o operație pregătitoare, aceasta se face până la un conținut în sare de 8-12 %, valoare la care constituie materia primă pentru afumare la rece.

În timpul sărării are loc o pierdere de greutate și acest lucru este compensat de către operația de desărare, când se produce o hidratare a cărnii peștelui. Desărarea se poate face în apă staționară sau în mișcare, în saramură slabă sau mixt.

Durata operației de desărare trebuie să țină cont de mărimea peștelui, gradul de sărare, conținutul în grăsimi al peștelui, temperatura soluției de desărare, modul de spintecare și raportul între pește și soluția de desărare.

Odată astfel pregătit, peștele se agață în mai multe moduri, în funcție de instalația de afumare și mărimea peștilor. Peștele foarte mare se atârână pe cârlige, peștele mare și mijlociu se înșiră pe sfoară, iar peștele mic se înșiră pe sârmă sau vergele metalice.

După agățare, peștele este supus zvântării, în vederea eliminării apei de la suprafață și acest lucru se face cu aer la 24-30 [°C] și umiditate de 30-60 %.

Operația de bază este afumarea, ea se produce cu fum sub 40 [°C] (de regulă la cca 25 [°C]) timp de maxim cinci zile. Durata de afumare depinde de specia de pește, mărimea lui, conținutul în apă și grăsimi și este de 48 [h] pentru stavrid și scrumbie, respectiv 40-48 [h] pentru celelalte specii de pește.

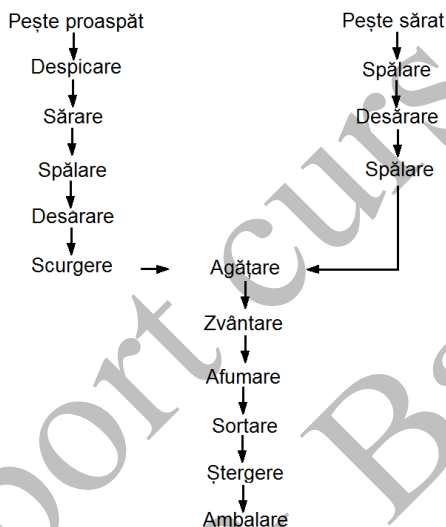


Fig. 3.21. Schema tehnologică de afumare la rece a peștelui

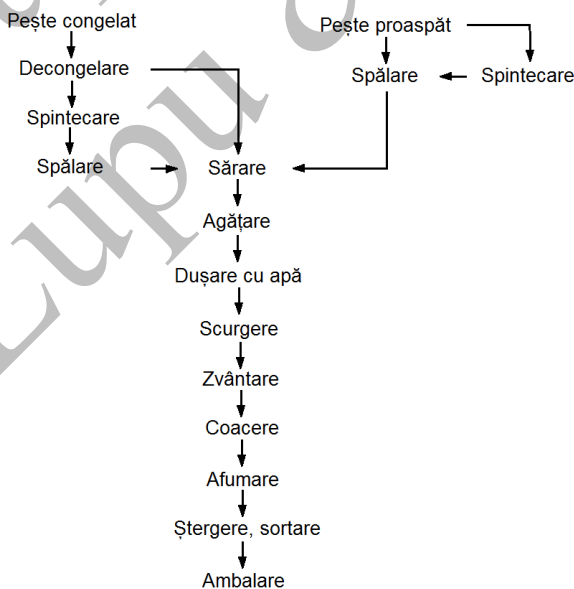


Fig. 3.22. Schema tehnologică de afumare la cald a peștelui

Pentru afumarea la cald (figura 3.22.), se folosește peștele proaspăt și congelat, peștele oceanic fiind cel mai pretabil la o astfel de metodă de afumare.

Spintecarea este o operație facultativă și ea se practică doar la peștii mari, sub formă de burtă batog, trunchi despicat și mai rar trunchi desfăcut.

Pentru îmbunătățirea gustului, se face sărarea peștelui cu saramură, astfel că, în final procentul de sare din pește să fie de 2 %.

Agățarea peștelui se poate realiza prin mai multe metode, în funcție de mărimea peștelui: prin legarea cu ac de lemn, prin coaserea peștelui, prin legarea peștilor mari, prin înșirarea pe vergele a peștilor mici, prin prinderea în cuie sau cârlige a peștilor mari și mijlocii.

După spălarea excesului de sare de la exterior, peștele este supus zvântării cu aer la temperatura de 75-80 [°C], operație care realizează o deshidratare a straturilor exterioare și pregătirea în vederea depunerilor particulelor de fum, precum și la coagularea proteinelor în vederea limitării apei evaporate prin afumare. Abaterea de la valorile de temperatură determină fie o deshidratare insuficientă (sub temperatura optimă), fie o răsfierbere a țesuturilor (peste temperatura optimă).

Ca tratament termic, se poate aplica coacerea fără afumare, situație în care peștele se poate consuma ca atare sau se face o coacere și o afumare propriu-zisă. La majoritatea speciilor, coacerea se face timp de 0,5-1,5 [h] cu aer cald la 120-140 [°C]. Un caz aparte îl constituie scrumbiile și stavridul, acestea se coc la temperaturi mai scăzute, cuprinse între 80-100 [°C].

Afumarea se face cu fum cald timp de 1-2,5 [h], la temperaturi de 100-120 [°C] la majoritatea speciilor, cu excepția scrumbiei și stavridului la care temperatura de afumare este de 80-100 [°C].

După afumare, peștele este supus răcirii pentru a opri acțiunea fumului cald asupra peștelui, dar și pentru a reduce pierderile în greutate ca efect al evaporării apei, se realizează în camere cu aer rece la 10-12 [°C].

După ștergerea de resturile de fum și depunerile de scrum, peștele este sortat și ambalat, durata de păstrare la temperatura de -2...0 [°C] fiind de maxim 72 [h].

IV. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA INDUSTRIALĂ A CĂRNII

4.1. Mașini și instalații pentru mărunțirea, sărarea și maturarea cărnii

Mărunțirea cărnii este realizată cu ajutorul unor mecanisme de tăiere formate din site și cuțite. În funcție de mărimea particulelor rezultate, mărunțirea poate fi grosieră sau fină.

Mărunțirea grosieră se obține prin tocarea cărnii, slăninii și organelor cu mașini de tocat, numite și volfuri. Principiul de lucru este identic cu cel al mașinilor de tocat de uz casnic, carnea fiind presată treptat de către un melc ce asigură înaintarea continuă a materialului în zona de prelucrare, unde este tăiată cu cuțite rotative. În funcție de modul de preluare a cărnii din buncărul de alimentare, volfurile sunt de tipul cu preluare directă, respectiv cu preluare de către una sau două spire de alimentare.

Spirele de alimentare au turația de lucru de 10-15 [rot/min], în timp ce melcul de presare are turația cuprinsă între 100-200 [rot/min] la volfuri cu viteză mică, între 200-300 [rot/min] la volfurile cu viteză medie și peste 300 [rot/min] la volfurile rapide.

Mașina de tocat carne din figura 4.1. este alcătuită din cuva 3, unde este adusă carnea, melcul de alimentare 6, melcul de presare 5 și mecanismul de tăiere 4. Acționarea se face cu ajutorul unui motor electric 1 și a reductorului 2, prin intermediul căruia se asigură viteze de rotație diferite pentru cei doi melci.

Mașina poate realiza productivități de până la 3000-4000 [kg/h].

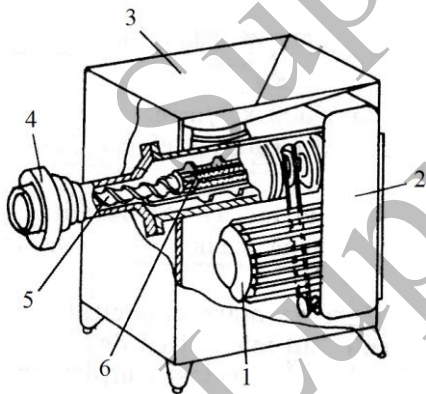


Fig. 4.1. Mașina de tocat carne tip MATOCA

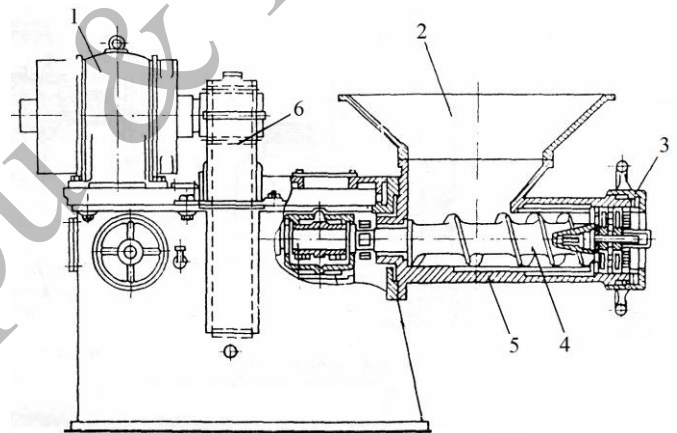


Fig. 4.2. Mașină de tocat carne: 1- motor electric; 2- reductor; 3- mecanism de tăiere; 4- melc; 5- cilindru

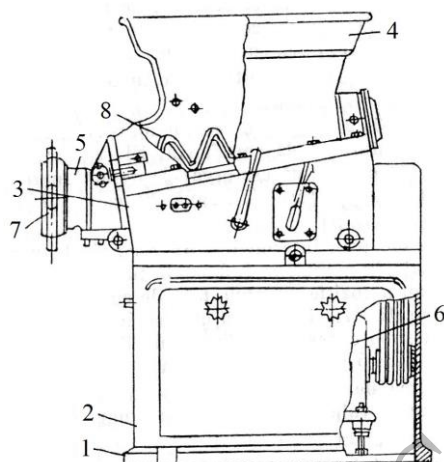


Fig. 4.3. Mașina de tocat carne TMTC

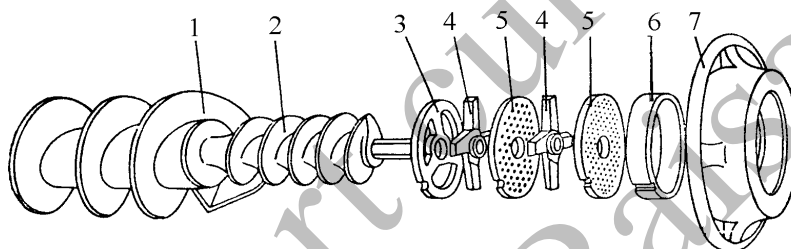


Fig. 4.4. Schema de montare a sitelor și cuțitelor la mecanismul de tocare: 1- melc alimentare; 2- melc presare; 3- vorshneider; 4- cuțite; 5- site; 6- inel strângere; 7- piuliță de strângere

Mașina de tocat carne din figura 4.2. este de tip staționară, fiind prevăzută cu un postament pe care sunt amplasate elementele componente ale mașinii.

În figura 4.3. este prezentată mașina de tocat carne model TMTC, prevăzută cu un postament 1, carcasa inferioară unde este amplasat motorul electric 6 și transmisia, carcasa superioară 3 unde se găsesc amplasate pâlnia de alimentare 4 cu capacitatea de 200 [l], doi melci 8 care se rotesc în sens contrar, mecanismul de tăiere 5 și șaiba de strângere 7. Uneori, mașina este echipată cu un mecanism de ridicare hidraulic și de basculare, care răstoarnă carnea dintr-o cuvă direct în pâlnia de alimentare. Mecanismul de tăiere este partea principală a volfului, fiind un ansamblu alcătuit din site cu orificii diverse și cuțite, așezate într-o anumită ordine (figura 4.4.). Mărimea tocăturii depinde de mărimea orificiilor sitelor și care au valori de la 2-25 [mm], dispunerea lor în mecanismul de tăiere fiind de la mare la mic, orificiile ultimei site caracterizând gradul de mărunțire.

Productivitatea mașinilor de tocat carne depinde de calitatea materiei prime, mărimea orificiilor sitelor și turația melcului de lucru. Dacă se ține cont de mecanismul de tăiere și dimensiunea melcului de lucru, productivitatea se poate determina cu relația:

a) în funcție de mecanismul de tăiere:

$$Q_0 = \frac{60 \cdot \alpha \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot D_s^2}{4} (k_1 \cdot \varphi_1 + k_2 \cdot \varphi_2 + \dots + k_z \cdot \varphi_z)}{S_1} = \alpha \cdot \frac{S_0}{S_1}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.1.)$$

unde: S_0 – capacitatea de tăiere a mecanismului de tăiere, în $[m^2/h]$;

α – coeficient de tăiere a mecanismului de tăiere;

n – turația cuțitelor, în $[rot/min]$;

D_s – diametrul sitei, în $[m]$;

$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_z$ – coeficient de folosire a suprafeței orificiilor sitei la trecerea produsului;

k_1, k_2, \dots, k_z – numărul de tășuri ale cuțitelor;

S_1 – suprafața de tăiere obținută la mărunțirea unui kilogram de produs, în $[m^2/kg]$.

Coeficientul de folosire a suprafeței orificiilor, φ , depinde de numărul de orificii ale sitei, n_a , și diametrul orificiilor, d_s :

$$\varphi = \frac{n_a \cdot d_s^2}{D_s^2} \quad (4.2.)$$

b) în funcție de diametrul melcului de lucru:

$$Q_0 = 60 \cdot \alpha_m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p_m \cdot n \cdot \rho, \left[\frac{kg}{h} \right] \quad (4.3.)$$

unde: α_m – coeficient de încărcare a melcului ($\alpha_m = 0,25 \dots 0,35$);

D – diametrul exterior al melcului, în $[m]$;

d – diametrul axului melcului, în $[m]$;

p_m – pasul melcului, în $[m]$;

n – turația melcului, în $[rot/min]$;

ρ – densitatea materialului, în $[kg/m^3]$.

Puterea necesară acționării mașinii de tocat carne (volfului) se calculează cu:

$$P = \frac{1}{\eta} \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \quad (4.4.)$$

Puterea necesară pentru mărunțirea cărnii supusă prelucrării, P_1 , se calculează cu:

$$P_1 = \frac{a \cdot S_1 \cdot Q_0}{3600 \cdot 1000}, [kW] \quad (4.5.)$$

unde: a – consumul specific de energie la mărunțirea cărnii, în $[J/m^2]$;

Puterea necesară învingerii frecărilor ce au loc la mecanismul de tăiere, P_2 , se calculează cu:

$$P_2 = \frac{\mu \cdot p \cdot b \cdot k \cdot z \cdot \omega}{1000} \cdot (D_c^2 - d_c^2), [kW] \quad (4.6.)$$

unde: μ – coeficientul de frecare la mișcarea cuțitului pe sită;

p – presiunea specifică ce ia naștere între cuțit și sită, în $[N/m^2]$;

b – lungimea de contact a părții tăietoare a cuțitului cu sita, în $[m]$;

k – numărul de tășuri pe cuțit;

z – numărul de ansambluri tăietoare din mecanismul de tăiere;

ω – viteza unghiulară a cuțitului, în $[s^{-1}]$;

D_c – diametrul exterior al cuțitului, în $[m]$;

d_c – diametrul părții cuțitului care se fixează pe ax (până la începerea tășului), în $[m]$.

Puterea necesară pentru punerea în mișcare a melcului, P_3 , se calculează cu:

$$P_3 = p_0 \cdot \frac{\pi \cdot D_s^2}{4} \cdot \frac{w \cdot (1 + \alpha)}{1000} = \frac{p_0 \cdot Q_0 \cdot (1 + \alpha)}{3600 \cdot 1000}, [kW] \quad (4.7.)$$

unde: p_0 – presiunea de împingere a cărnii de către melc prin toate sitele mecanismului de tăiere, în $[\text{N}/\text{m}^2]$;

w – viteza de mișcare a încărcăturii, în $[\text{m}/\text{s}]$;

α – coeficient ce arată pierderile de energie prin frecarea încărcăturii la mișcarea ei în cilindrul de lucru.

Puterea consumată pentru aducerea de către melc a cărnii în cilindrul de lucru, P_4 , se calculează cu relația:

$$P_4 = \frac{k_0 \cdot \gamma \cdot Q_0 \cdot L}{1000 \cdot 3600}, [\text{kW}] \quad (4.8.)$$

unde: k_0 – coeficientul de rezistență la transportul încărcăturii de către melcul de alimentare ($k_0 = 4 \dots 8$);

γ – greutatea specifică a încărcăturii, în $[\text{N}/\text{m}^3]$;

L – lungimea spirelor melcului, în $[\text{m}]$.

Mărunțirea fină a cărnii se realizează cu ajutorul unor mașini și utilaje de tip cutere, mașini de mărunțit cu discuri, microcutere, mori coloidale etc.

Cuterele sunt mașini pentru mărunțirea fină a cărnii, în vederea obținerii bradului sau a compoziției pentru unele preparate din carne. Ca și mod de lucru, acestea sunt asemănătoare, diferența fiind făcută de modul de descărcare a tocăturii, de faptul că unele cutere lucrează sub vid sau sunt prevăzute cu manta de răcire, respectiv de încălzire.

Cuterul (figura 4.5.) este alcătuit, în principiu, dintr-o cuvă deschisă 1, axul orizontal 2 cu cuțitele tip seceră 3, acoperite cu capacul 5. Cuțitele sunt curățate cu ajutorul unei perii 4 și se pot roti cu turații între 1500-2000 $[\text{rot}/\text{min}]$. Prin intermediul șicanei 6 materialul supus mărunțirii este împins sub cuțite. Cuvă este fixată pe axul 7, care, în funcție de construcție, se poate roti cu până la 20 $[\text{rot}/\text{min}]$. În funcție de finețea pastei de carne ce urmează a fi obținută, numărul de cuțite variază între 6 și 9, finețea crescând cu numărul de cuțite.

Cuterele se diferențiază prin modul de descărcare (figura 4.6.). La descărcarea manuală (figura 4.6.a.), materialul mărunțit se evacuează manual într-o cuvă sau cărucior, și transportată la următoarea fază tehnologică. Unele cutere sunt prevăzute cu braț articulat și taler de descărcare (figura 4.6.b.), în timp ce altele au în construcție un sistem de descărcare centrală (figura 4.6.c.).

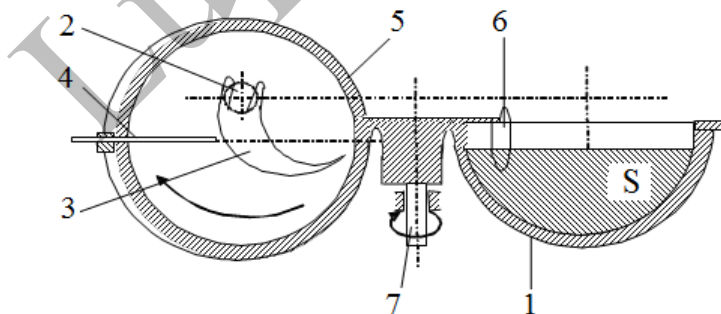


Fig. 4.5. Schema de principiu a unui cutter

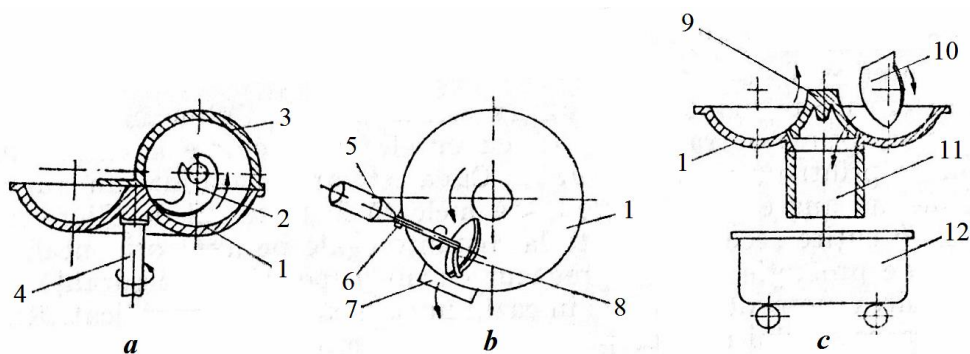


Fig. 4.6. Scheme de descărcare a cuterelor: a- descărcare manuală: 1- cuvă; 2- cuțite; 3- capac; 4- ax rotire cuvă; b- descărcare cu braț articulat și taler: 5- motor acționare; 6- braț articulat; 7- jgheab evacuare; 8- taler rotativ; c- cu descărcare centrală: 9- clopot ridicare-coborâre; 10- împingător pastă; 11- cilindru de cădere; 12- vas colectare

Productivitatea cuterului se poate determina cu ajutorul relației:

$$Q_0 = \frac{60 \cdot \alpha \cdot V \cdot \rho}{\tau} = \frac{60 \cdot \alpha \cdot V \cdot \rho}{\tau_1 + \tau_2}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.9)$$

unde: α – coeficientul de umplere a cuvei ($\alpha = 0,6 \dots 0,65$);

τ_1 – timpul de mărunțire propriu-zis, în [min];

τ_2 – timpul de încărcare și descărcare a materialului, în [min];

ρ – densitatea materialului, în [kg/m^3];

V – volumul cuvei, în [m^3].

$$V = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot S_x \quad (4.10.)$$

unde: R – raza de rotație a centrului de greutate a segmentului cu ajutorul căreia se formează cuva, în [m];

S_x – suprafața segmentului prin a căruia rotație în jurul axului vertical se formează cuva, în [m^2].

Timpii de încărcare și descărcare a materialului în și din cuter depind de construcția acestuia, timpul efectiv de mărunțire putând fi calculat cu relația:

$$\tau_1 = \frac{M \cdot S_1}{\varphi_0 \cdot S_0} = \frac{M \cdot S_1}{\varphi_0 \cdot S \cdot z \cdot n} \quad (4.11.)$$

unde: S_1 – suprafața obținută la mărunțirea a 1 kg produs, în [m^2/kg];

S_0 – capacitatea de tăiere a mecanismului, în [m^2/min];

S – suprafața stratului de tocătură mărunțită de un singur cuțit la o singură rotație a cuvei, în [m^2];

φ_0 – coeficient de folosire a mecanismului de tăiere;

z – numărul de cuțite ale mecanismului de tăiere;

n – turația cuțitelor, în [rot/min].

Masa încărcăturii din cuva cuterului, M , în [m^3], se determină cu relația:

$$M = \alpha \cdot V \cdot \rho \quad (4.12.)$$

Puterea necesară acționării cutterului se poate determina cu ajutorul relației:

$$P = \frac{a}{60 \cdot 1000} \cdot \frac{S_c \cdot z \cdot n \cdot \eta_a}{\eta \cdot \eta_1}, \text{ [kW]} \quad (4.13.)$$

unde: a – consumul specific de energie pentru mărunțirea stratului de carne de către un cuțit, la o singură rotație a acestuia ($a = 2,0 \dots 2,4$), în $[\text{kJ}/\text{m}^2]$;

η – randamentul transmisiei de la motor la axul cuțitelor;

η_a – coeficient de rezervă de putere ($\eta_a > 1$);

η_1 – coeficientul pierderii de energie la rotirea talerului în cuva cutterului ($\eta_1 = 0,9$);

S_c – suprafața secțiunii stratului de carne adus sub cuțite, în $[\text{m}^2]$ și care pentru cutter se calculează cu relația:

$$S_c = \alpha \cdot S_x = \frac{V_i}{2 \cdot \pi \cdot R} \quad (4.14.)$$

unde: V_i – volumul încărcăturii, în $[\text{m}^3]$.

Mașinile de mărunțit cu discuri (figura 4.7.) realizează o mărunțire fină a cărnii și au ca organe de lucru discuri tăietoare cu turație mare.

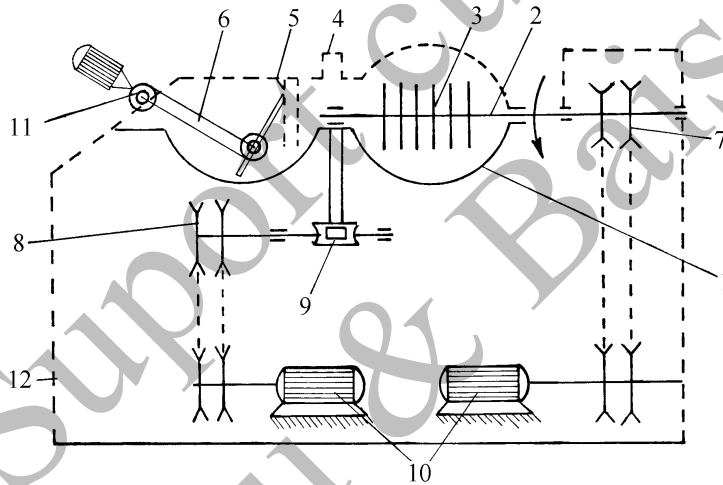


Fig. 4.7. Schema cutterului cu organe de tăiere de tip cuțite disc: 1- cuvă rotativă; 2- ax antrenare cuțite; 3- cuțite disc; 4- capac; 5- șicană; 6- braț cu taler pentru descărcare; 7- roți de curea pentru antrenarea axului cu cuțite; 8- roți de curea pentru antrenarea cuvei; 9- roată melcată; 10- motoare electrice; 11- articulație braț; 12- carcasă cutter

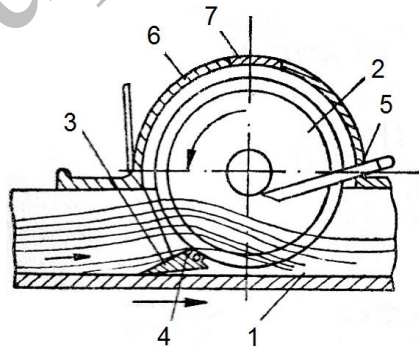


Fig. 4.8. Schema de lucru a cutterului rapid cu discuri

Modul de lucru al cuterului rapid cu discuri este prezentat în figura 4.8. Astfel, în cuva rotativă 1 se aduce carnea sub discurile tăietoare 2, aceasta primind o direcție radială. Ca efect al rotației cuvei, materialul trece prin partea din spate a plăcii 3, se răstoarnă peste ea și ajunge în spațiul dintre marginile tăietoare ale cuțitelor și suprafața 4 a plăci, prevăzută cu elemente din lemn sau materiale plastice, unde are loc tăierea propriu-zisă. Ca și la cuterele normale, curățirea cuțitelor disc se face cu dinții pieptenului 5, fixat pe capacul rabatabil 6, în care, pentru ascuțirea cuțitelor este prevăzută o ușă glisantă 7.

Productivitatea cuterului cu cuțite tip disc se poate calcula cu ajutorul relației:

$$Q_0 = \frac{60 \cdot M}{\tau}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.15.)$$

În relația de mai sus M este masa încărcăturii și se determină cu relația (4.12.), iar τ este durata totală a operației ($\tau = 6 \dots 7$ [min]).

Capacitatea de tăiere a cuterului ce poate calcula ținând cont de faptul că fiecare cuțit, la o singură rotire a cuvei taie o cantitate de carne cu suprafața:

$$s_1 = 2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot h, \left[\text{m}^2 \right] \quad (4.16.)$$

Pentru un număr de z cuțite la o singură rotație a cuvei se taie suprafața:

$$s = s_1 + s_2 + \dots + s_z = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot (r_1 + r_2 + \dots + r_z) = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot z \cdot r_c \quad (4.17.)$$

unde: h – adâncimea stratului de compoziție care se găsește în cuvă, în [m];

r_c – raza de așezare a cuțitului mijlociu, în [m].

Mărimea lui h se determină din relația:

$$M = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \cdot \rho \Rightarrow h = \frac{4 \cdot M}{\pi \cdot D^2 \cdot \rho} \quad (4.18.)$$

Capacitatea de tăiere a mecanismului de tăiere, S_0 , pentru n rotații ale cuvei se determină cu relația:

$$S_0 = s \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot z \cdot r_c \cdot n = \frac{8 \cdot M}{D^2 \cdot \rho} \cdot z \cdot r_c \cdot n, \left[\frac{\text{m}^2}{\text{min}} \right] \quad (4.19.)$$

unde: D – diametrul cuvei, în [m].

În cazul în care mecanismul de tăiere al cuterului este de tip freză, atunci, capacitatea de tăiere se determină cu relația:

$$S_{0f} = 60 \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot z \cdot n, \left[\text{m}^2/\text{h} \right] \quad (4.20.)$$

unde: n – turația frezei, în [rot/min];

l – lungimea de lucru a frezei, în [m];

z – numărul de dinți de pe freză.

Productivitatea mașinii de mărunțit cu cuțite disc sau cu freză se poate determina în funcție de capacitatea de tăiere:

$$Q_0 = \varphi \cdot \frac{S_0}{S_1}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.21.)$$

unde: S_1 – suprafața obținută la mărunțirea unui kg de materie primă, în [m²/kg];

φ – coeficient de utilizare a mecanismului de tăiere.

Puterea necesară acționării se determină cu relația:

$$P = \frac{a \cdot 8 \cdot M \cdot z \cdot n \cdot r_c \cdot \eta_a}{60 \cdot 1000 \cdot D^2 \cdot \rho \cdot \eta}, [\text{kW}] \quad (4.22.)$$

În acest caz, consumul specific de energie este $a = 17 [\text{kJ/m}^2]$.

Mașinile de mărunțit cu cuțite și site, numite microcutere, sunt folosite la mărunțirea fină și uniformă a cărnii, în vederea obținerii unei compoziții omogene și stabile.

Din punct de vedere constructiv, microcuterile se realizează în diferite variante și care, după poziția axului cu cuțite sunt de tip cu cuțite verticale și cu cuțite orizontale. Microcuterile orizontale solicită sisteme speciale de alimentare cu materie primă, în timp ce microcuterile verticale se pot alimenta prin căderea liberă a materialului de la volfuri sau mașini de amestecat.

În figura 4.9. este prezentată schema unui microcutter model TMFC. Materialul de mărunțit se aduce în pâlnia de alimentare 1, de unde, prin cădere liberă în cilindrul 2 ajunge la cuțitul rotativ cu trei aripi 4. Cuțitul taie și împinge materialul prin orificiile sitei 3 și prin inelul de ghidare 5 ajunge la aruncătorul de pastă 6, de unde acesta este aruncat prin racordul 7, fixat la mașină prin piulița de strângere 8.

Pentru a putea realiza diverse grade de mărunțire, mașina este echipată cu un set de site cu orificii între 1,5 și 16 [mm]. În același timp, mașina are posibilitatea de a regla poziția cuțitului față de suprafața sitei în funcție de consistența materiei prime folosite și de gradul de mărunțire dorit (distanța dintre cuțit și sită nu trebuie să depășească 1 [mm]).

Productivitatea microcutterului depinde de capacitatea de tăiere a mecanismului de mărunțire și se determină cu relația (4.21.).

Morile coloidale sunt folosite la mărunțirea fină a cărnii și care au la bază fenomenul creării unor oscilații elastice de înaltă frecvență. Acest fapt provoacă fenomenul de dezintegrare a materialului supus prelucrării în particule coloidale, de unde derivă și denumirea de mori coloidale.

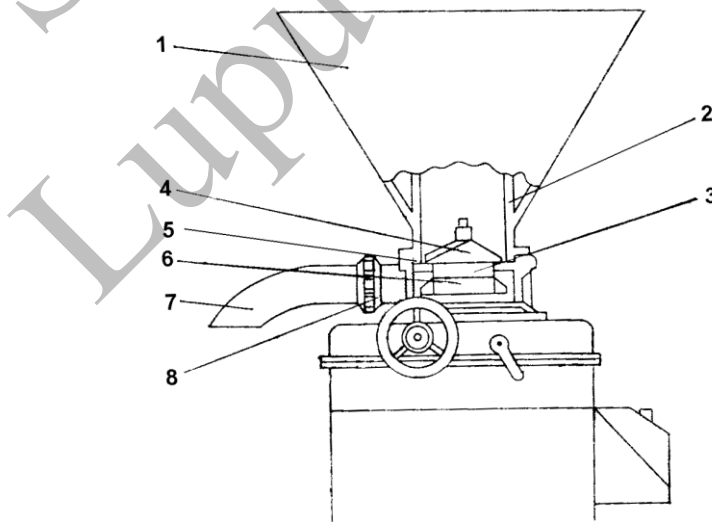


Fig. 4.9. Schema mașinii de mărunțit cu cuțit și sită model TMFC

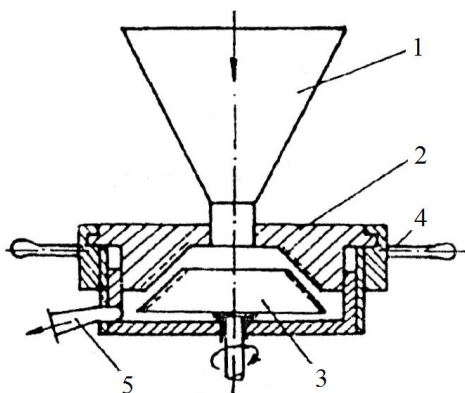


Fig. 4.10. Schema capului de măcinare al morii coloidale Molacol

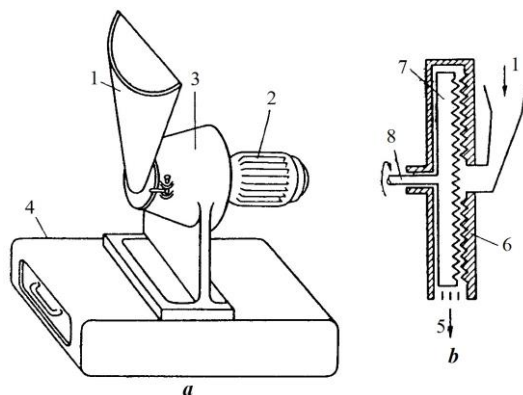


Fig. 4.11. Moara pentru măcinat condimente

Din punct de vedere constructiv, capul de mărunțire (figura 4.10.) este alcătuit din pâlnia de alimentare 1, statorul 2, rotorul 3, piulița de reglaj 4 și gura de evacuare 5. Atât rotorul, cât și statorul sunt prevăzute cu dantură tronconică, distanța dintre ele fiind reglabilă cu ajutorul piuliței. Rotorul se rotește cu 3000 [rot/min], la un interstițiu minim de 0,05 [mm] între rotor și stator se obține o mărunțire la dimensiunea de 30 [μm].

În rețetele de fabricație din industria cărnii, un rol important îl au condimentele și care, pentru o bună distribuție în masa de produs, trebuie mărunțite cât mai bine.

Moara pentru măcinat condimente (figura 4.11.a.) este alcătuită din pâlnia de alimentare 1, mecanismul de măcinare 3, motorul electric de acționare 2 și cutia colectoare pentru materialul măcinat 4.

Mecanismul de măcinare (figura 4.11.b.) este compus din statorul 6, rotorul 7 antrenat în mișcare de rotație de axul 8 și gura de evacuare a măcinișului 5. Ca și în cazul morii coloidale, atât statorul, cât și rotorul sunt prevăzute cu danturi pentru măcinare, distanța dintre ele fiind reglată în funcție de mărimea măcinișului dorit.

Sărarea cărnii la fabricarea preparatelor și conservelor din carne se poate realiza pe cale uscată sau umedă și se aplică atât la carnea pentru specialități, cât și la carnea mărunțită, simultan cu maturarea (la brad și șrot).

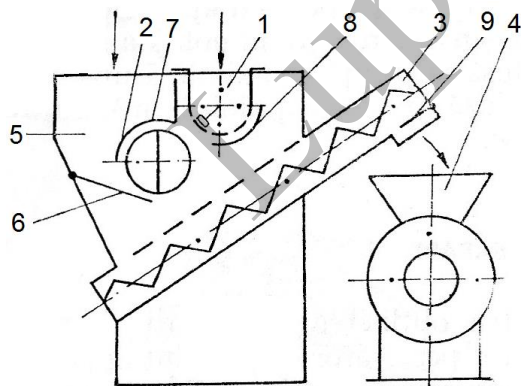


Fig. 4.12. Schema unui utilaj pentru sărarea uscată a cărnii

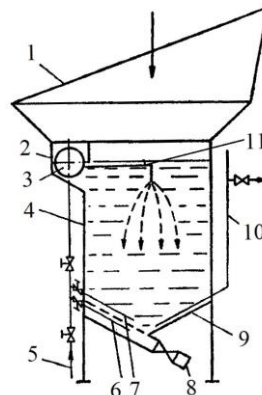


Fig. 4.13. Schema de principiu a unui percolator

Sărarea uscată a cărnii se realizează, de regulă, înainte de tocare, cu ajutorul unui utilaj precum cel din figura 4.12. Carnea și amestecul de sărare se introduc în buncărul utilajului 5 prin intermediul dozatoarelor 1, respectiv 2, prevăzute cu clapetele 7 și 8. Bucățile de carne și amestecul de sărare sunt trecute la malaxorul cu melc 3, cantitatea fiind reglată cu clapeta 6. La capătul malaxorului se află o clapetă 9 care comandă pornirea sau oprirea mașinii de tocat 5. Sărarea uscată se mai poate realiza la pregătirea compoziției mezelurilor, prin amestecarea cu componentele rețetei de fabricație în malaxoare. Amestecul de sărare folosit la sărarea umedă, numită saramură, se poate obține în instalații în care dizolvarea este completă și soluția rezultată este limpede.

În figura 4.13. este prezentată schema de principiu a unui percolator cu funcționare continuă pentru obținerea saramurii saturate. Din buncărul 1 sarea ajunge în rezervorul 4, prevăzut la partea inferioară cu un fund dublu conic. Pentru dizolvarea amestecului de sărare se aduce apă prin conducta 5 și care este distribuită prin dispozitivul 11 în interiorul rezervorului. Pentru menținerea constantă a nivelului saramurii se folosește regulatorul 3. Pentru îndepărtarea sării care se depune pe fundul rezervorului se introduce apă prin conductele 6 și 7. Saramura trece prin stratul de sare și se saturează până când atinge valoarea maximă, se purifică prin străbaterea stratului de sare depus pe fundul rezervorului, trece în zona pereților dubli ai fundului și este evacuată prin conducta 10. Descărcarea instalației de percolare se face prin deschiderea robinetului de evacuare 8.

Instalația de obținere a saramurii din figura 4.14. este alcătuită dintr-un tanc de dizolvare 5 unde are loc recircularea saramurii, concomitent cu agitarea cu ajutorul unui dispozitiv mecanic de agitare antrenat de motorul electric 11. Amestecul de sărare este introdus în pâlnia de alimentare 1 de unde, cu ajutorul apei trimisă de pompa 3, prin intermediul ventilului 2 ajunge în conducta 4 și de aici în tancul de dizolvare. Apa pentru obținerea saramurii este adusă în tanc prin conducta 6. Recircularea saramurii se face de către pompă prin racordul 9 și conducta 4, ventilele 2 având rolul de a selecta traseul lichidului refulat de pompă. Saramura din tancul de dizolvare este evacuată prin conducta 7 și racordul 8, iar saramura din instalație prin conducta 10. Pentru o mai bună evacuare a saramurii prin racordul 8, tancul de dizolvare este de formă tronconică la partea inferioară. De asemenea, instalația este prevăzută cu o manta pentru răcirea saramurii și termoizolație față de mediul exterior, iar uneori și cu un tanc tampon pentru depozitarea temporară a saramurii.

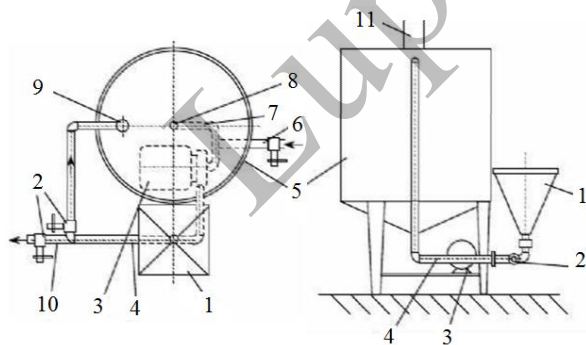


Fig. 4.14. Schema instalației de obținere a saramurii

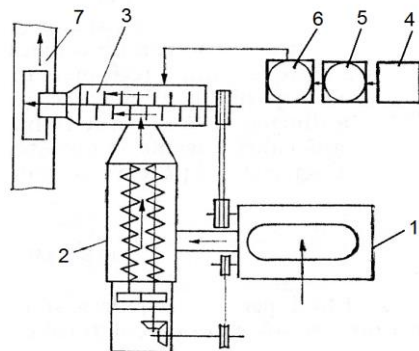


Fig. 4.15. Schema unui agregat pentru sărarea umedă a cărnii

Sărarea umedă a cărnii este mai des întâlnită, deoarece permite o mai bună distribuire a amestecului de sărare în masa de carne. La produsele de tip mezeluri sărarea umedă se face în malaxoare cu carnea mărunțită, după care, aceasta este dusă la maturare. Pentru specialitățile din carne se practică injectarea saramurii în masa de carne, după care, aceasta este supusă unor operații de masare pentru uniformizarea distribuției.

Agregatul pentru sărarea umedă a cărnii (figura 4.15.) este alcătuit din mașina de tocat 1, unde carnea este mărunțită și trimisă către un dozator cu doi melci 2 și apoi în malaxorul cu palete 3. De la percolatorul 4 saramura ajunge în rezervorul tampon 5 și prin intermediul dozatorului 6 este distribuită în același malaxor unde are loc amestecarea compoziției, iar cu ajutorul transportorului 7 este evacuată spre instalația de maturare.

Injectarea saramurii este o operație care se realizează pe mașini speciale, principiul de lucru fiind prezentat în figura 4.16. Bucățile de carne 9 sunt așezate pe banda transportoare 5, unde, capul de lucru 2, prevăzut cu acele injectoare 4, coboară și pătrund în masa de carne, unde injectează saramura, întreg ansamblul fiind protejat de către carcasa 3. Alimentarea capului de lucru cu saramură se face pe la racordul 1. Carnea injectată este evacuată în căruciorul 6, în timp ce saramura neinjectată se scurge în rezervorul 7, dispus în interiorul carcasei 8.

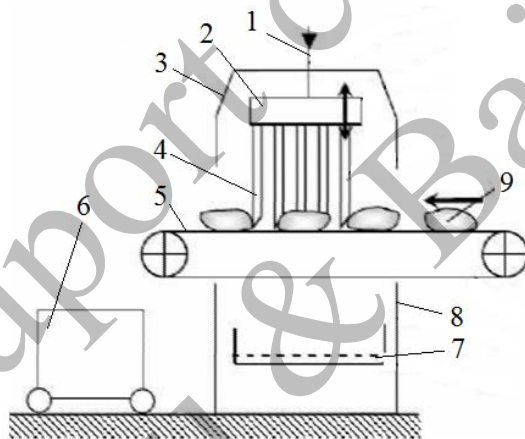


Fig. 4.16. *Schema de principiu a mașinii de injectat*

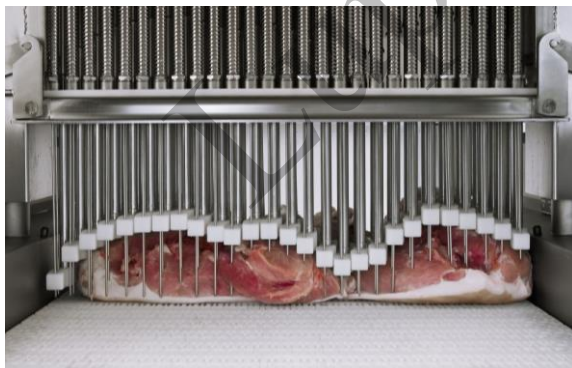


Fig. 4.17. *Dispozitivul de injectat cu ace*



Fig. 4.18. *Construcția acelor pentru injectat*

Mașinile de injectat cu ace au echipamentul de injectare precum cel din figura 4.17. În funcție de specia de unde provine carnea, de vâscozitatea saramurii și de tipul cărnii (cu os sau fără os), forma și dimensiunile acelor diferă (figura 4.18.).

Numărul de ace depinde de productivitatea instalației, diametrul acestora variind între 2-5 [mm]. Acele au prevăzute în vârf și/sau pe lateral orificii pe unde iese saramura, formând în interiorul cărnii cavități cu saramură și care ulterior va trebui să difuzeze în zonele limitrofe, aceasta fiind metoda clasică de injectare cu saramură. Aceste mașini lucrează la presiuni ale saramurii de până la 4 [bar] și reprezintă majoritatea mașinilor utilizate în producție.

În practică, mai există și metoda tip spay și care este caracterizată prin faptul că saramura iese din ace sub formă de micropicături, viteza de injectare fiind mult mai mare decât la metoda clasică (presiunea de injectare depășește 6 [bar]). Avantajul metodei constă într-o mai bună pătrundere a saramurii și în straturi mai adânci, reducerea posibilității de formare a acumulărilor de saramură și în final o mai bună dispersare ulterioară în masa de carne.

O mare parte a mașinilor de injectat sunt prevăzute cu echipamente de tenderizare (frăgezire) a cărnii, operație menită să îmbunătățească textura și frăgezimea, să favorizeze dispersia saramurii în timpul masării, să mărească capacitatea de reținere a apei, dar să și întrerupă membrana conjunctivă de la suprafața cărnii, cu efecte benefice prelucrării ulterioare.

Din punct de vedere constructiv, mașinile de tenderizat pot fi de tip cu ace, respectiv cu role duble cu dinți (figura 4.19.c.) și cuțite (figura 4.19.a. și figura 4.19.b.).

Mașinile de tenderizat cu ace sunt asemănătoare constructiv cu cele de injectat, cu deosebirea că au acele pline cu diametrul între 1-10 [mm], acțiunea fiind realizată pe o singură față a produsului (necesită întoarcerea bucății de carne și pe cealaltă față). Metoda se aplică de regulă la bucățile mari de carne.

Mașinile de tenderizat cu role duble asigură trecerea bucăților de carne printre cele două role, astfel că tenderizarea se face pe ambele fețe la o singură trecere. Rolele cu dinți sunt folosite la tenderizarea cărnii injectată cu un procent mai scăzut de saramură, dinții păstrând aspectul exterior nemodificat, în timp ce rolele cu cuțite se folosesc la tenderizarea cărnii injectată cu un procent ridicat de saramură.

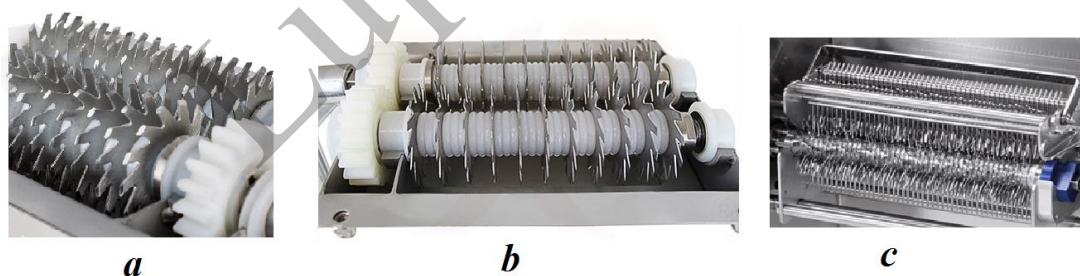


Fig. 4.19. Organele de lucru ale mașinilor de tenderizat

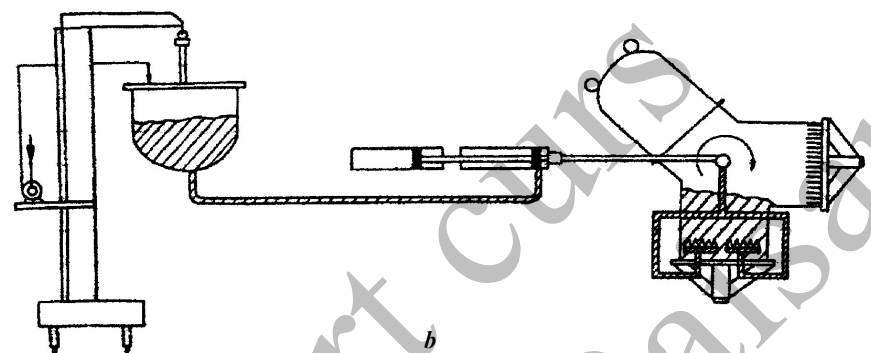
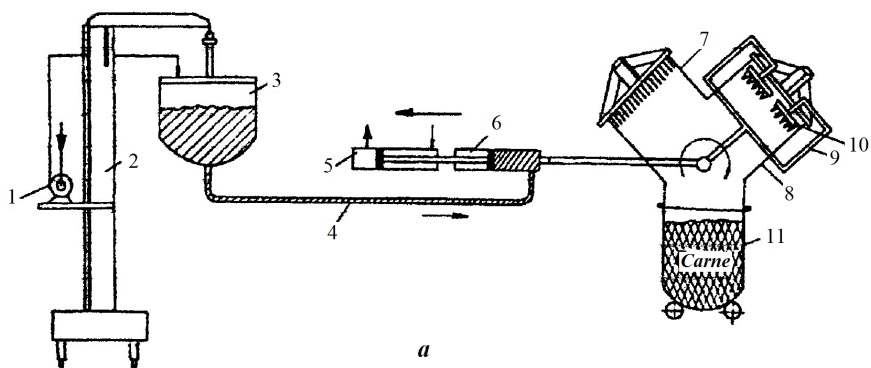


Fig. 4.20. Schema de principiu a unei mașini de injectat și tenderizat cu ace: 1- pompă; 2- ridicător de cuvă; 3- cuvă cu saramură; 4- conductă; 5- piston; 6- cilindru dozare saramură; 7- dispozitivul de masare cu ace; 8- dispozitivul de injectare; 9- conductă saramură; 10- capul cu ace de injectare; 11- cuva cu carne

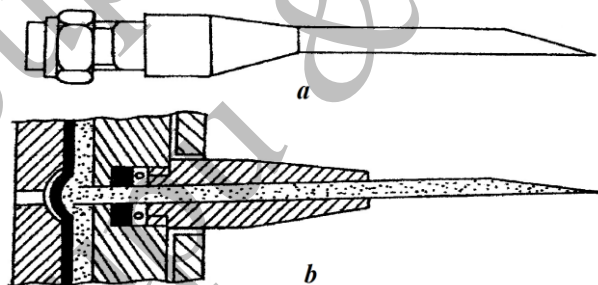


Fig. 4.21. Ace: a- pentru tenderizat; b- pentru injectat

În figura 4.20. este prezentată schema de principiu a unei mașini combinate care execută injectarea și tenderizarea cu ace, a căror construcție este arătată în figura 4.21.

Pentru dispersarea saramurii injectate în întreaga masă, bucățile de carne sunt supuse unor operații mecanice de masare și tamblerezare, în timp ce compoziția pentru obținerea salamurilor, conservelor și semiconservelor se supune operației de malaxare.

Masarea este acțiunea mecanică ce constă în frecarea bucăților de carne între ele, cu pereții utilajului de masat și paletelor acestuia aflate în mișcare de rotație. Mașinile de masat sunt asemănătoare constructiv cu malaxoarele și după poziția axului de rotație ele pot fi cu ax vertical sau cu ax orizontal.

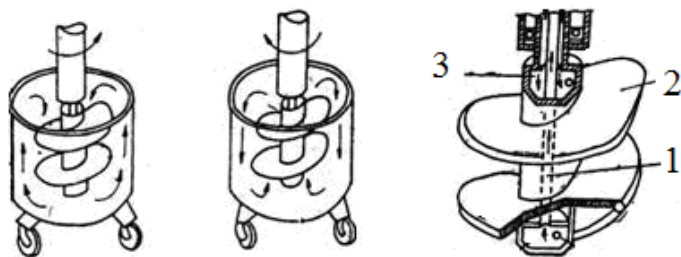


Fig. 4.22. *Schema de principiu a mașinii de masat cu ax vertical*

Mașina de masat cu ax vertical (figura 4.22.) are ca organ de lucru un ax central, alcătuit din două tuburi concentrice 1 și 3 prin care circulă saramură pentru răcire, și spira elicoidală 2, ansamblul lucrând într-o cuvă cu poziție reglabilă. La rotirea axului central, în sensul acelor de ceasornic, bucățile de carne sunt antrenate de spiră, ridicate pe la partea centrală și împinse către pereții cuvei, coborând prin frecare intensă cu peretele acesteia. La rotirea în sens invers acelor de ceasornic, carnea este împinsă către fundul cuvei de către spiră și apoi în sus pe lângă pereții cuvei. Se produce o frecare intensă a cărnii injectate în interiorul mașinii, fapt ce determină o migrație a sării din zona injectată în toată masa de carne.

Tamblerizarea este o operație de masare mecanică a cărnii cu intensitate mai mare, bucățile de carne fiind ridicate la partea superioară a mașinii și lăsate să cadă de la o înălțime maximă de 0,8-0,9 [m]. Acest lucru determină o degradare mai accentuată a fibrei musculare, extracție și solubilizare mult mai bună a proteinelor, dar duce la apariția spumei în exsudat, din această cauză este necesară vacuumarea spațiului de lucru. Utilajele poartă denumirea de tumbler și din punct de vedere constructiv sunt de tip tambur rotativ, respectiv tambur cu rostogolire cap la cap.

Pentru masarea cărnii se pot folosi și amestecătoare cu cuvă fixă și brațe care se rotesc cu viteze mici (figura 4.23.), astfel că bucățile de carne nu sunt ridicate și lăsate să cadă. De obicei, odată cu masarea, în astfel de amestecătoare se face și maturarea cărnii după un ciclu de lucru care are prevăzute și perioade de repaus.

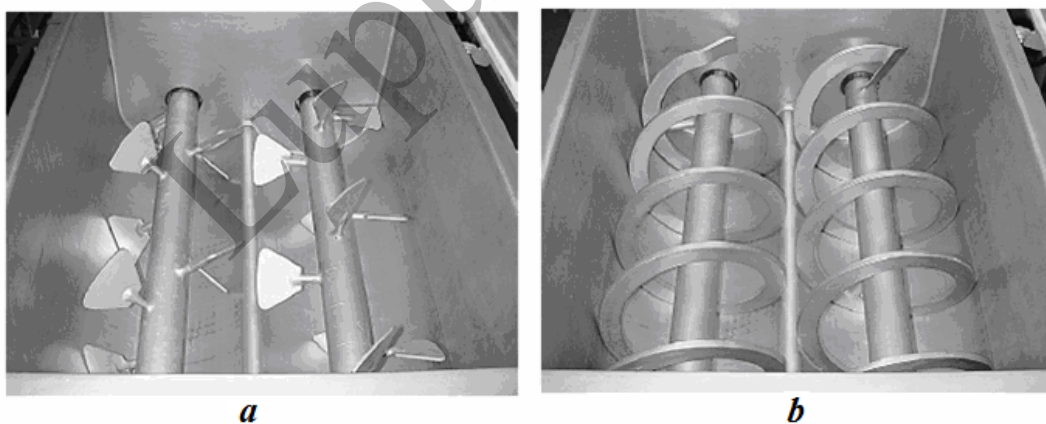


Fig. 4.23. *Organe de lucru ale amestecătoarelor folosite și la masarea cărnii: a- cu brațe orizontale și palete; b- cu spirale orizontale*

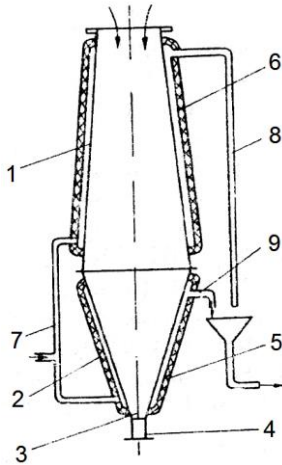


Fig. 4.24. Schema maturatorului fix: 1- troncon superior; 2- troncon inferior; 3- ștuț; 4- clapetă; 5,6- manta; 7- conductă alimentare; 8,9- conducte evacuare

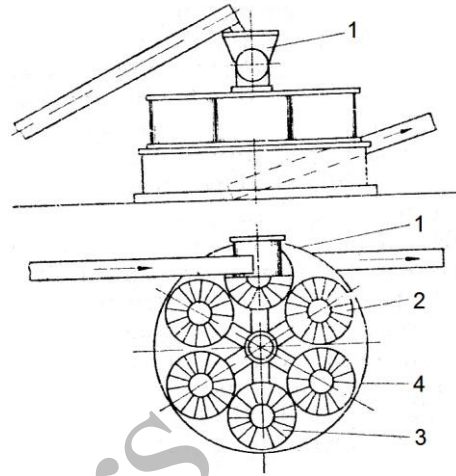


Fig. 4.25. Schema maturatorului rotativ; 1- dozator; 2- rezervor cilindric; 3- secțiuni; 4- platformă rotativă

Dacă bucățile de carne se pot matura odată cu masarea, pentru bradt și șrot maturarea se face fie în tăvi sau recipiente de până la 280 litri, fie în instalații speciale de mare capacitate. Acestea pot fi de tip maturator fix (fig. 4.24.), respectiv maturator rotativ (figura 4.25.).

În primul caz, maturatorul are o formă bi-tronconică, de mare capacitate, unde, carnea mărunțită este lăsată la maturat, durata fiind în funcție de sortiment și direcția de producție. Pereții maturatorului sunt prevăzuți cu manta de răcire prin care circulă saramură la -10 [°C] (alimentarea se face prin conducta 7, iar evacuarea prin conductele 8 și 9), iar după maturare, materialul este evacuat prin ștuțul 3 prevăzut cu clapeta 4.

Maturatorul rotativ este prevăzut cu o platformă rotativă pe care sunt dispuse șase rezervoare cilindrice cu capacitatea de 800 litri fiecare, la rândul lor rezervoarele fiind împărțite în 16 secțiuni. Prin rotirea platoului, fiecare rezervor este adus în dreptul dozatorului unde are loc umplerea cu material tocat. Rotația platoului se face după un program, iar la finalul acestuia se descarcă produsul maturat.

4.2. Mașini și instalații pentru amestecare și umplere membrane

În vederea pregătirii compoziției pentru diverse categorii de preparate din carne (preparate pasteurizate, afumate la cald-pasteurizate, afumate la rece-uscate etc.), amestecarea cărnii se face cu elementele prevăzute de către rețeta de fabricație, în funcție de destinație: pentru prospături (parizer, crenvurști, cârnați polonezi), respectiv pentru preparate care necesită bradt, șrot și slănină. Operația de amestecare se face în utilaje specifice sau universale și poartă denumirea de malaxoare, amestecarea și omogenizarea compoziției fiind realizată prin intermediul organelor active ale malaxorului. Durata și intensitatea malaxării depind de materiile prime, temperatura și conținutul în apă, scopul final fiind acela de a obține coeziunea optimă a compoziției.

Trebuie menționat faptul că temperatura compoziției în timpul malaxării trebuie menținută la valori scăzute pentru a putea obține o pastă corespunzătoare din punct de vedere calitativ. Din punct de vedere constructiv, malaxoarele pentru carne pot fi cu cuvă fixă sau cu cuvă transportabilă, prevăzute sau nu cu instalații de vid.

Malaxorul cu cuvă fixă verticală (figura 4.26.) este alimentat pe la partea superioară prin deschiderea capacului 6. După închiderea și zăvorârea acestuia, prin acționarea brațului 2 are loc amestecarea și omogenizarea compoziției, durata și intensitatea fiind dependente de destinația acesteia. La finalul malaxării se deschide capacul și cu ajutorul pârghiei 5 se face bascularea și descărcarea cuvei.

Malaxorul cu cuvă cilindrică fixă orizontală (figura 4.27.) poate avea organele de lucru de tip elicoidale sau speciale, procesul de lucru fiind realizat cu doi melci de amestecare.

Alimentarea cuvei malaxorului 2 se face pe la partea superioară prin deschiderea capacului 3, în timp ce evacuarea se face prin deschiderea capacului frontal 4. Pe șasiul 1 sunt montate ventilul de descărcare a vidului 5 și tabloul de comandă 6.

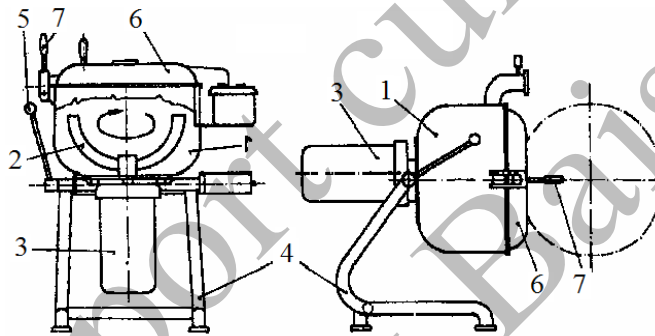


Fig. 4.26. Schema unui malaxor cu cuvă fixă verticală: 1- cuvă; 2- braț malaxare; 3- mecanism antrenare braț; 4- cadru; 5- pârghie manevrare cuvă; 6- capac cuvă; 7- mecanism zăvorâre

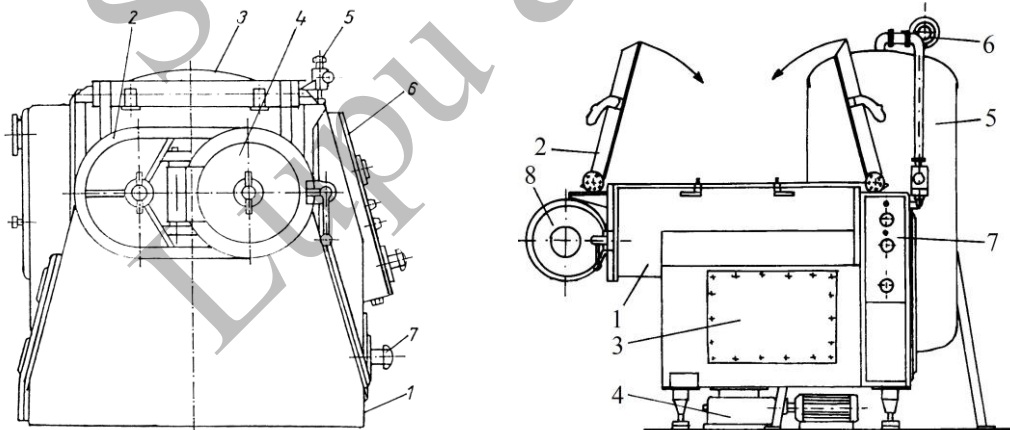


Fig. 4.27. Schema malaxorului orizontal

Fig. 4.28. Schema malaxorului cu cuvă orizontală fixă tip Macavid: 1- cuvă; 2- capac; 3- ușă vizitare; 4- reductor; 5- rezervor vid; 6- pompă vid; 7- panou electric; 8- capac evacuare

Malaxorul din figura 4.28. realizează încărcarea pe la partea superioară, prin ridicarea capacelor 2, în timp ce evacuarea se face pe la partea frontală prin capacul 8. Și această mașină este conectată la o instalație de vid, deosebirea față de prima constând în faptul că, cuva este alcătuită din două semicuve ce comunică între ele la cele două capete, astfel că, fiecare melc amestecător se rotește într-o semicuvă (figura 4.29.b.). Din punct de vedere constructiv, malaxorul este prevăzut cu doi melci amestecători ce lucrează într-o cuvă comună (figura 4.29.a.), materialul supus malaxării este transportat de către un melc într-un sens și în celălalt sens de către cel de-al doilea melc.

Malaxoarele cu cuvă transportabilă sunt alcătuite dintr-o cuvă montată pe un cărucior deplasabil. Brațul amestecătorului este de tip rabatabil: se ridică pentru aducerea și evacuarea căruciorului și se coboară pentru a realiza operația de amestecare. Cuvă este antrenată în mișcare de rotație, contribuind astfel la intensificarea amestecării compoziției. Sunt utilaje care lucrează în flux discontinuu, capacitatea cuvei variind în funcție de producător și de domeniul de lucru.

În figura 4.30 este prezentată schema unui malaxor cu cuvă transportabilă de formă semisferică. Manual, căruciorul 3 cu cuva 2 se aduc pe placa de fixare 5, poziția sa fiind determinată de limitatorul 6. Acest lucru permite realizarea angrenării pinionului 8 cu coroana dințată 7 fixată pe cuvă și rotirea cuvei. Brațul de malaxare 9 și arborele de antrenare 10 sunt acționate de la un motor electric, cu posibilitatea de basculare din poziția de repaus în poziția de lucru.

Malaxorul din figura 4.31. are cuva de formă cilindrică mobilă, în timp ce brațul de amestecare este fix fiind alcătuit din lama 7 ce urmărește profilul cuvei și formează o zonă cilindrică de malaxare, în timp ce pentru materialul din centrul cuvei este amplasată o colivie formată din discul 8 și lamelele 9, care se rotesc liber pe ax. Ridicarea și coborârea coliviei, respectiv a lamei fixe se face cu ajutorul unui mecanism de tip melc-roată melcată 11.

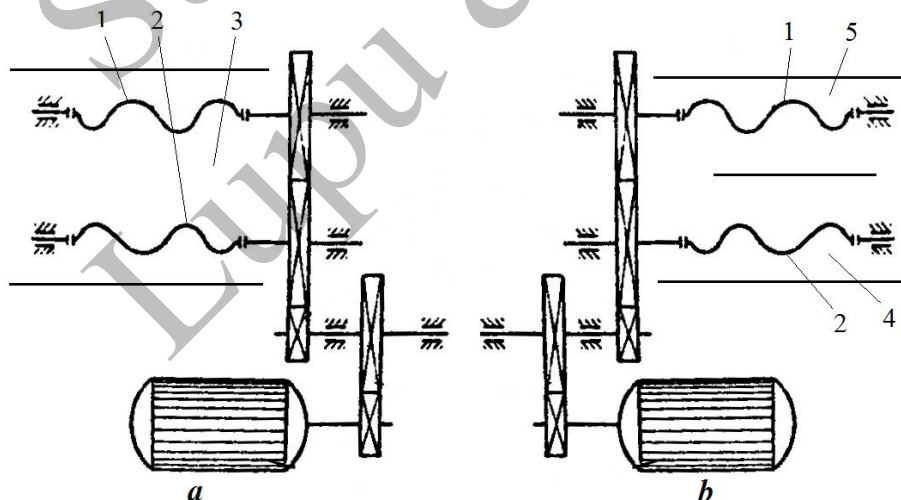


Fig. 4.29. Schema cinematică de acționare a malaxoarelor cu cuvă orizontală: a- cu doi melci și o singură cuvă; b- cu doi melci și două semicuve: 1,2- brațe amestecare; 3- cuvă; 4,5- semicuve

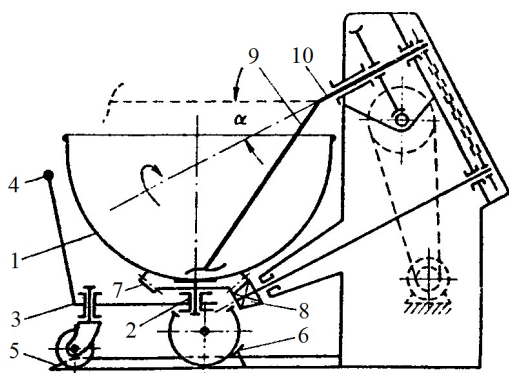


Fig. 4.30. Schema malaxorului cu cuvă transportabilă: 1- cuvă; 2- ax radial; 3- cărucior; 4- mâner; 5- placă fixare; 6- limitator; 7- coroană dințată; 8- pinion; 9- braț malaxare; 10- arbore antrenare

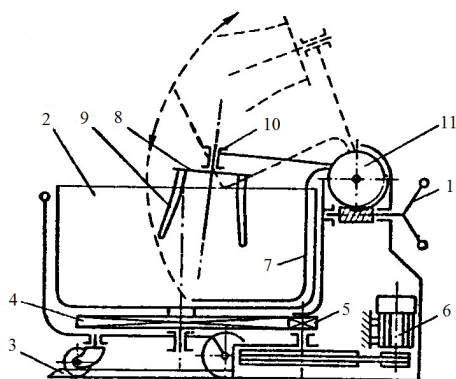


Fig. 4.31. Schema malaxorului cu cuvă transportabilă; 1- manivelă; 2- cuvă; 3- placă fixare; 4- coroană dințată; 5- pinion; 6- electromotor; 7- braț fix; 8- disc; 9- lamele; 10- lagăr; 11- grup antrenare melc-roată melcată

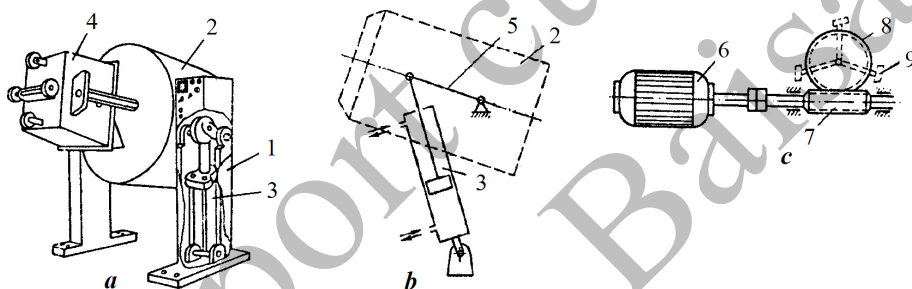


Fig. 4.32. Schema malaxorului tip Cimber: a- schema de ansamblu; b- schema de basculare a cuvei; c- schema de acționare a brațului de amestecare: 1- cadru; 2- cuvă; 3- cilindru basculare; 4- cuvă transportabilă; 5- pârghie; 6- electromotor; 7- melc; 8- roată melcată; 9- palete amestecător

În figura 4.32. este prezentată schema unui malaxor folosit în cadrul secțiilor de semiconserva, fiind alcătuit dintr-o cuvă de malaxare, prevăzută cu ghidaje de dirijare a materialului, un mecanism hidraulic de basculare a cuvei și o instalație de vid. Căruciorul cu materialul pentru malaxat se aduce sub gura cuvei, se fixează de aceasta printr-o garnitură de etanșare, se conectează la instalația de vid și se basculează ansamblul cărucior-cuvă până în poziția de descărcare a materialului în cuva malaxorului. Se pune în mișcare brațul de lucru prin intermediul unui mecanism de tip melc-roată melcată și după terminarea lucrului se oprește motorul electric, se readuce cuva la poziția inițială, situație în care, compoziția trece din nou în cărucior, se anulează vidul și în final se desprinde căruciorul de cuvă.

Calculul malaxoarelor urmărește stabilirea productivității și a necesarului de putere pentru funcționarea lor.

Productivitatea malaxoarelor cu funcționare discontinuă se calculează cu relația:

$$Q = \frac{60 \cdot M}{\tau_1 + \tau_2}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.23.)$$

unde: M – masa materialului încărcat în cuvă, în [kg];

τ_1 – timpul efectiv de malaxare, în [min];

τ_2 – timpul auxiliar (încărcare, descărcare etc.), în [min].

Productivitatea malaxoarelor cu funcționare continuă, pentru deplasarea materialului în lungul axei cu viteza v_0 și secțiunea transversală a stratului de material s , se poate determina cu relația:

$$Q = 3600 \cdot v_0 \cdot s \cdot \rho = 3600 \cdot v_0 \cdot q, \text{ [kg/h]} \quad (4.24.)$$

unde: q – masa produsului pe metru liniar de jgheab, în [kg/m];

ρ – densitatea materialului supus malaxării;

s – suprafața secțiunii transversale a stratului de material din malaxor ($s = q/\rho = S \cdot \varphi$), în [m²];

φ – coeficient de umplere cu produs a cuvei malaxorului;

S – suprafața secțiunii transversale a cuvei sau jgheabului malaxorului, în [m²].

Cunoscând productivitatea malaxorului se poate determina viteza de deplasare a produsului în lungul axului:

$$v_0 = \frac{Q}{3600 \cdot s \cdot \rho} = \frac{Q}{3600 \cdot q}, \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad (4.25.)$$

În practică, viteza de deplasare a materialului la malaxoarele cu palete elicoidale nu este constantă, respectiv la malaxoarele cu palete plane și elicoidale este intermitentă.

În vederea stabilirii volumului cuvei malaxorului, V , se ține cont de productivitatea acestuia, tipul constructiv, durata procesului de lucru și coeficientul de umplere.

Pentru malaxoarele cu funcționare discontinuă, capacitatea cuvei va fi:

$$V = \frac{M}{\varphi \cdot \rho} = \frac{Q_0 \cdot \tau_1 \cdot \left(1 + \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)}{60 \cdot \varphi \cdot \rho}, \text{ [m}^3\text{]} \quad (4.26.)$$

Pentru malaxoarele cu funcționare continuă, capacitatea cuvei va fi:

$$V = \frac{Q_0 \cdot \tau_0}{60 \cdot \varphi \cdot \rho} = \frac{v_0 \cdot q}{60 \cdot \varphi \cdot \rho}, \text{ [m}^3\text{]} \quad (4.27.)$$

Puterea necesară pentru malaxare depinde de forța de rezistență opusă paletelor de amestecare de către material și care depinde de caracteristicile fizice și structurale ale materialului supus malaxării. Pentru o viteză de rotație a organelor de amestecare de 0,3-1,5 [m/s], forța de rezistență a mediului, F , se poate determina cu relația:

$$F = A \cdot \sigma = A \cdot (\sigma_0 + a \cdot v), \text{ [N]} \quad (4.28.)$$

unde: A – proiecția suprafeței paletelor malaxorului perpendicular pe F , în [m²];

σ – rezistența totală opusă de material, în [N/m²];

a – constantă ce depinde de destinația compoziției;

σ_0 – rezistența inițială opusă de material, în [N/m²].

Pentru amestecarea compozițiilor destinate prospăturilor $\sigma_0 = 4...6$ [kN/m²] și $a = 4600...4800$.

Pentru amestecarea ccompoziției destinate produselor semiafumate $\sigma_0 = 1,2...1,3$ [kN/m²] și $a = 7800$.

Pregătirea compoziției se realizează prin legarea într-o linie de fabricație a diverselor utilaje și care realizează și transportul în flux continuu a acesteia. În funcție de destinație, liniile tehnologice pot fi: pentru pregătirea compoziției destinate prospăturilor, pentru prospături cu slănină în cuburi, pentru salamuri semiafumate, pentru produse dietetice etc.

Compoziția omogenă obținută cu ajutorul acestor linii tehnologice este transportată la mașinile de umplut, numite șprițuri, în mod continuu cu ajutorul unor transportoare cu bandă, cu șnec, cu pompe de carne și furtun din cauciuc, tub PVC sau conductă din material inoxidabil, respectiv discontinuu cu ajutorul cărucioarelor cu cuvă, caz în care șprițul este prevăzut cu un dispozitiv de ridicare și răsturnare a cuvei.

Umplerea membranelor cu compoziția obținută anterior este un proces de deformare plastică, acesta se produce prin împingerea compoziției prin țeava de evacuare a șprițului.

Pentru a se produce deformarea plastică este necesar ca forța de deplasare a compoziției să atingă o anumită valoare dependentă de structura compoziției și de condițiile în care are loc deformarea. Totdeauna curgerea compoziției va avea loc pe calea de rezistență minimă, proces care începe după ce tensiunea la deplasare depășește o anumită limită.

Din punct de vedere funcțional, șprițurile sunt cu funcționare discontinuă, respectiv cu funcționare continuă.

Mașinile de umplut cu funcționare discontinuă sunt realizate sub forma unui cilindru închis etanș cu un capac și un piston care împinge compoziția prin țeava de umplere, acționarea pistonului fiind de tip mecanic, hidraulic sau pneumatic.

Mașinile de umplut cu funcționare continuă sunt echipate cu instalație de vid pentru evacuarea aerului din compoziție și ușurarea umplerii prin crearea unei diferențe de presiune cu mediul exterior, iar din punct de vedere al organelor de lucru pot fi: cu melc, cu șurub, cu roți dințate, cu palete excentrice sau cu umplere centrifugală.

În figura 4.33. sunt prezentate diferite tipuri constructive ale organelor de lucru de la șprițurile de umplere, întâlnite în industria cărnii.

Din categoria mașinilor de umplut cu funcționare discontinuă, cel mai reprezentativ este șprițul hidraulic (figura 4.34.).

Șprițul hidraulic este alcătuit din cilindrul cu umplură 8 și cilindrul de presare 4. Cilindrul cu umplură este închis cu un capac mobil 7, pe unde se face alimentarea cu compoziția de lucru. Pistonul de comprimare a compoziției 9 este legat prin tija 3 de pistonul cilindrului hidraulic 5, a cărui mișcare în jos și în sus este realizată prin intermediul uleiului pompat în una din cele două camere ale cilindrului de presare. Regimul de ridicare, coborâre și oprire se face prin intermediul unei manivelei 11, aceasta comandă poziția distribuitorului de ulei 12. Compoziția supusă presării este evacuată lateral prin robinetul cu două căi 2.

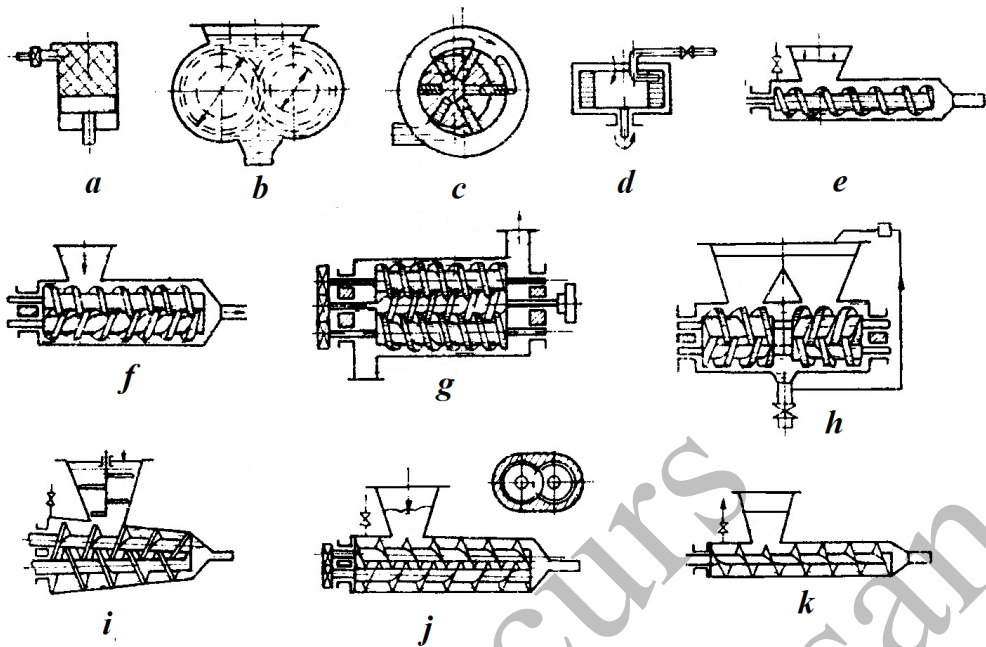


Fig. 4.33. Tipuri de organe de lucru ale șprîțurilor de umplere: a- hidraulic; b- cu roți dințate; c- cu rotor cu palete excentrice; d- centrifugal; e- cu un șurub fără vid; f- cu două șuruburi fără vid; g- cu trei șuruburi fără vid; h- cu două șuruburi și vid; i- cu două tuburi conice și vid; j- cu doi melci și vid; h- cu un singur melc și vid

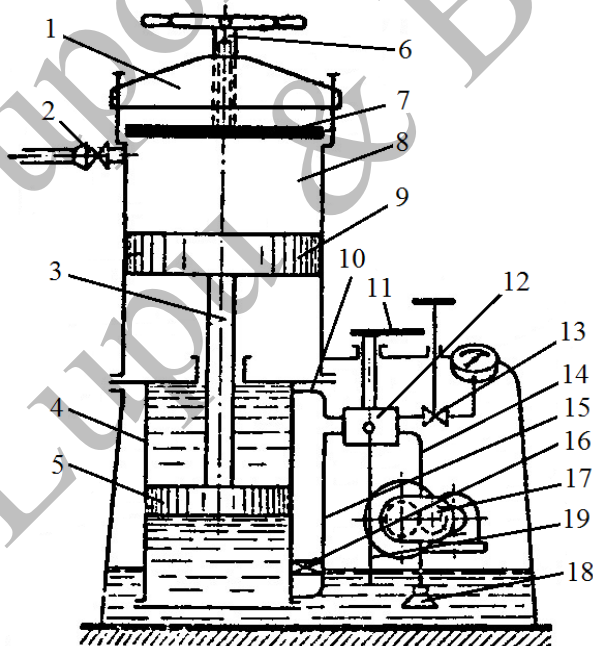


Fig. 4.34. Schema mașinii de umplut hidraulică: 1- traversă; 2- robinet cu două căi; 3- tijă; 4- cilindru presare; 5,9- pistoane; 6- șurub cu manivelă; 7- capac mobil; 8- cilindru cu umplutură; 10,14,15- conducte; 11- manivelă; 12- distribuitor; 13- supapă cu arc; 16- supapă de siguranță; 17- electropompă; 18- sorb cu filtru; 19- conductă scurgere

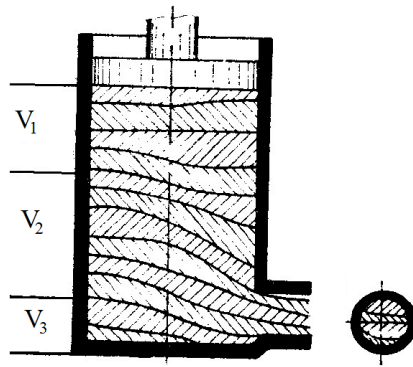


Fig. 4.35. Modul de evacuare a compoziției

Din punct de vedere al modului de evacuare a compoziției, aceasta este repartizată pe trei volume (figura 4.35.): volumul V_3 sau volumul spațiului mort nu participă la faza de curgere a compoziției; volumul V_2 este volumul care se scurge prin orificiul de evacuare; volumul V_1 sau volumul static nu participă la curgere dar constituie masa de transfer a presiunii pistonului către acele straturi de material care curg prin orificiul de evacuare.

În cazul șprîțurilor cu piston se determină presiunea de șprîțuire, p , cu relația:

$$p = \beta \cdot (K_1 + K_0 \cdot \ln v) \cdot \ln \left(\frac{D}{d} \right)^2, \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] \quad (4.29.)$$

unde: β – coeficient ce depinde de forma capacului (pentru capac plan $\beta = 1$, iar pentru capac conic $\beta = 0,8 \dots 0,85$);

D – diametrul cilindrului de umplere, în [m];

d – diametrul conductei de evacuare, în [m];

v – viteza de curgere a compoziției prin conducta de evacuare, în [m/s];

K_1 – presiunea ce corespunde rezistenței la curgere a compoziției prin conducta de evacuare la o viteză de curgere de 1 [m/s], în [N/m^2];

K_0 – coeficient ce corespunde creșterii de presiune la mărirea vitezei de curgere de 2,718 ori ($e = 2,718$ fiind baza logaritmului natural), în [N/m^2].

Dacă se cunoaște presiunea de șprîțuire (atât la șprîțurile hidraulice, cât și la cele pneumatice) și diametrele D și d , se poate calcula viteza de curgere a compoziției prin conducta de evacuare:

$$\ln v = \frac{1}{K_0} \cdot \left[\frac{p}{\ln \left(\frac{D}{d} \right)^2} - K_1 \right] \quad (4.30.)$$

Productivitatea șprîțului hidraulic se determină cu relația:

$$Q = \frac{3600 \cdot M}{\tau}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.31.)$$

unde: M – masa compoziției care se încarcă în cilindru de umplere;

τ – durata ciclului de lucru pentru o încărcătură.

Masa de compoziție ce intră într-o încărcătură se determină cu relația:

$$M = V \cdot \rho \cdot \varphi, \text{ [kg]} \quad (4.32.)$$

unde: V – volumul cilindrului de umplere, în $[\text{m}^3]$;

ρ – densitatea compoziției, în $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

φ – coeficientul de umplere a cilindrului șprițului (pentru încărcarea manuală = 1 și pentru încărcarea mecanică = 0,5...0,8).

Durata unui ciclu de lucru pentru o încărcătură este suma tuturor timpilor de lucru și se determină cu relația:

$$\tau = \sum_{i=1}^7 \tau_i, \text{ [s]} \quad (4.33.)$$

Cei șapte timpi care alcătuiesc durata unui ciclu de lucru sunt: durata deschiderii capacului (τ_1), durata de coborâre a pistonului (τ_2), durata de încărcare cu compoziție (τ_3), durata închiderii capacului (τ_4), durata îmbrăcării membranei pe conducta de evacuare (τ_5), durata de șprițuire efectivă (τ_6) și durata de deservire tehnică (τ_7).

Durata de umplere a cilindrului șprițului se poate determina cu relația:

$$\tau_3 = \frac{M}{\varphi \cdot q} \quad (4.34.)$$

unde: q – productivitatea încărcării, în $[\text{kg}/\text{s}]$ (la încărcarea manuală = 2...3 $[\text{kg}/\text{s}]$ și la încărcarea mecanică = 20...40 $[\text{kg}/\text{s}]$).

Durata de șprițuire efectivă se poate determina cu relația:

$$\tau_6 = \frac{V}{S \cdot Z \cdot v} \quad (4.35.)$$

unde: S – suprafața secțiunii conductei de evacuare, în $[\text{m}^2]$;

Z – numărul de conducte de evacuare.

Puterea necesară pentru acționarea șprițului hidraulic se poate determina cu:

$$P = \frac{p \cdot S \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ [kW]} \quad (4.36.)$$

unde: p – presiunea maximă de evacuare a compoziției prin conducta de evacuare (umplere), în $[\text{N}/\text{cm}^2]$;

η – randamentul transmisiei de la motor la piston.

Mașinile de umplut cu funcționare continuă sunt cele mai utilizate în practică, datorită avantajelor pe care le prezintă în raport cu cele cu funcționare discontinuă. De regulă, acestea sunt prevăzute cu instalații de vid pentru eliminarea aerului din zona de umplere.

Mașina de umplut cu instalație de vid (figura 4.36.) este alcătuită dintr-o cuvă de alimentare 3, de unde compoziția este preluată de către doi melci 2 și trimisă sub presiune în țeava de umplere 7. Instalația de vid asigură eliminarea aerului din compoziția trimisă spre țeava de umplere, prin depresiunea creată, împingând și materialul către cei doi melci. Acționarea mașinii este comandată de către operator prin intermediul unei pedale de acționare 11 ce pune în mișcare cei doi melci de umplere, precum și pompa de vid 9. Singurele opriri scurte ale mașinii sunt legate de așezarea tubului port-membrană pe țeava de umplere.

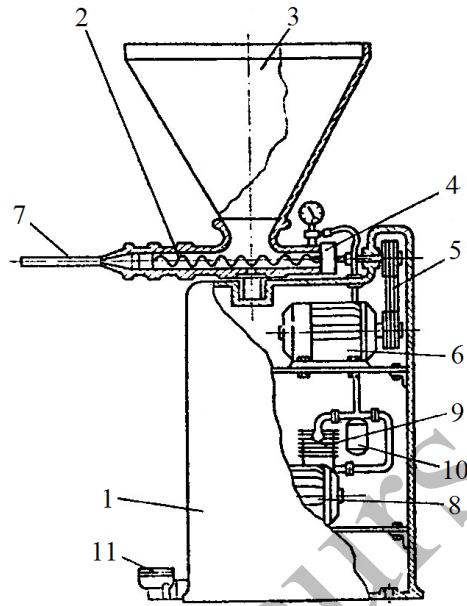


Fig. 4.36. Schema mașinii de umplut cu un melc și instalație de vid: 1-cadru; 2- melc umplere; 3- gura de alimentare; 4- reductor; 5- roți de curea; 6- motor transmisie; 7- țeavă de umplere; 8- motor pompă vid; 9- pompă vid; 10- separator de lichid; 11- pedală acționare.

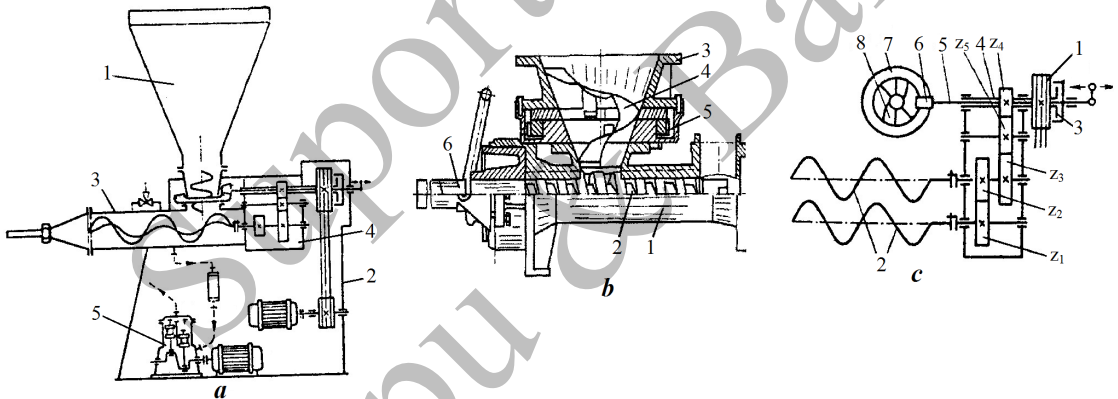


Fig. 4.37. Schema mașinii de umplut cu melci și instalație de vid tip Contivac: a- schema mașinii: 1- gură de alimentare; 2- cadru; 3- dispozitiv de umplere; 4- reductor; 5- pompă de vid; b- dispozitiv de umplere: 1- carcasă; 2- melc umplere; 3- gură de alimentare; 4- melc alimentare; 5- roată melcată; 6- țeavă de umplere; c- schema cinematică: 1- roată de curea; 2- melci umplere; 3- cuplaj electromagnetic; 4- ax tubular; 5- ax antrenare; 6- melc; 7- roată melcată; 8- melc alimentare; Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 - roți dințate.

Mașina de umplut din figura 4.37. este prevăzută și cu un melc elicoidal (antrenat în mișcare printr-un angrenaj de tip melc-roată melcată) care face alimentarea cu material a celor doi melci de umplere, îmbunătățind calitatea lucrului. Cuplarea și decuplarea melcilor de umplere se face prin intermediul unui sistem de pârghii ce acționează asupra unui cuplaj electromagnetic, cu rol de ambreiaj.

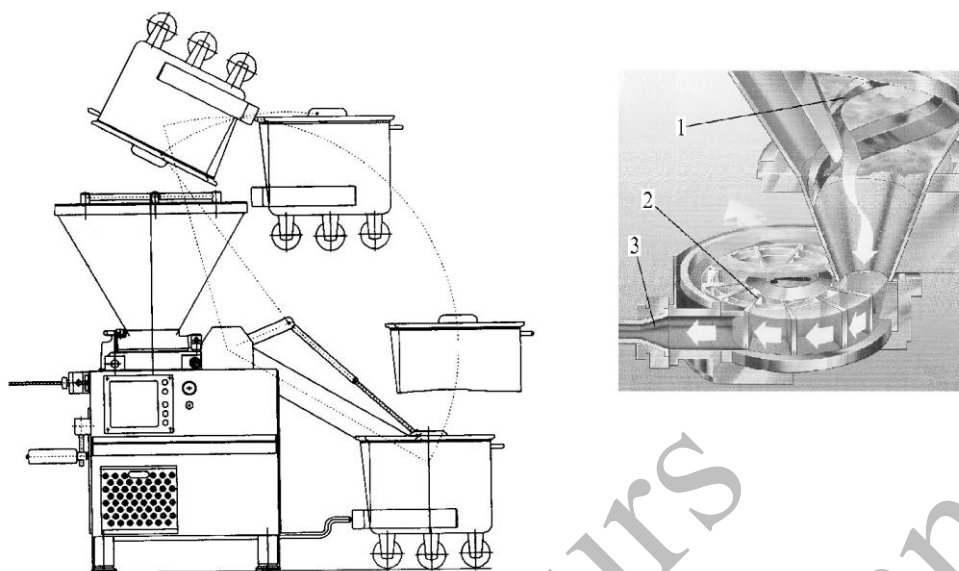


Fig. 4.38. Mașina de umplut cu palete excentrice: 1- melc alimentare; 2- palete dispuse excentric; 3- țevă de umplere

Mașina de umplut din figura 4.38. este cu palete excentrice. Dispozitivul de umplere este prevăzut cu un melc de alimentare și un rotor cu palete dispus excentric față de carcasă, funcționând practic, ca o pompă cu palete radiale, zona de lucru fiind conectată la o instalație de vid.

Productivitatea mașinilor de umplut cu melci și vid se poate determina cu ajutorul relației:

$$Q = Z \cdot \varphi_0 \cdot (Q_1 - Q_2), \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (4.37.)$$

unde: Z – numărul de melci sau șuruburi;

φ_0 – coeficient ce ține cont de scăderea productivității ca efect al frecării compoziției de melc sau șurub;

Q_1 – productivitatea maximă a melcilor sau șuruburilor, în $[\text{m}^3/\text{s}]$;

Q_2 – scăderea productivității ca efect al întoarcerii unei cantități de material, în $[\text{m}^3/\text{s}]$.

Cele două productivități din relația de mai sus, se pot calcula folosind relațiile:

$$Q_1 = K \cdot K_1 \cdot n_1 \cdot \alpha \quad \text{și} \quad Q_2 = \frac{K_2 \cdot p \cdot \beta}{\eta} \quad (4.38.)$$

Termenii α și β din relațiile de mai sus au expresia:

$$\alpha = 0,5 \cdot \pi \cdot D \cdot h \cdot (t - n_c \cdot l) \cdot \cos^2 \varphi, \quad [\text{m}^3] \quad (4.39.)$$

$$\beta = \frac{\pi \cdot D \cdot h^3 \cdot \sin \varphi}{12 \cdot L}, \quad [\text{m}^3] \quad (4.40.)$$

unde: K – coeficient cu valori între 0,5...0,7;

K_1 – coeficient cu valori între 0,6...0,8;

n_1 – turația melcilor sau șuruburilor de umplere, în $[\text{rot}/\text{s}]$;

p – presiunea de evacuare a compoziției, în $[\text{N}/\text{m}^2]$;

η – vâscozitatea compoziției, în $[\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2]$;

D – diametrul exterior al melcului sau șurubului, în [m];
 h – înălțimea (adâncimea) melcului sau șurubului, în [m];
 t – mărimea medie a pasului tăietor al melcului sau șurubului pe toată lungimea, în [m];
 l – grosimea medie a spiralei melcului sau șurubului măsurat la creastă, în [m];
 φ – unghiul de înclinare a spirei melcului sau șurubului, în grade;
 n_c – numărul de începuturi ale melcului sau șurubului.

Dacă se ține cont de expresiile formulate anterior, atunci productivitatea mașinilor de umplut cu melci și vid va avea forma:

$$Q = \pi \cdot D \cdot h \cdot Z \cdot \varphi_0 \cdot [0,5 \cdot K_1 \cdot K \cdot n_1 \cdot (t - n_0 \cdot l)] \cdot \cos^2 \varphi - \frac{K_2 \cdot p \cdot h^2 \cdot \sin^2 \varphi}{12 \cdot L \cdot \eta} \quad (4.41.)$$

Productivitatea mașinilor de umplut cu un singur melc se poate calcula cu relația:

$$Q = \frac{15 \cdot \pi}{\cos \varphi} \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot K \cdot n \cdot \varepsilon \cdot \rho, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.42.)$$

unde: D – diametrul exterior al melcului, în [m];
 d – diametrul interior al melcului, în [m];
 s – pasul melcului, în [m];
 ε – coeficient de încărcare, are valori între 0,5...0,6;
 n – turația melcului, în [rot/min];
 ρ – densitatea compoziției, în [kg/m³];
 K – coeficient cu valoarea de 1,075.

Puterea necesară pentru acționarea șprituului cu melci sau șuruburi se poate determina cu relația:

$$P = \frac{Q \cdot p \cdot \eta_a}{1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, [\text{kW}] \quad (4.43.)$$

unde: p – presiunea maximă de evacuare a compoziției, în [N/m²];
 η_a – coeficient de rezervă a puterii;
 η_1 – randamentul transmisiei de la motor la melci sau șuruburi;
 η_2 – randamentul melcilor sau șuruburilor, are valori între 0,5...0,7.

După introducerea compoziției în membrană, pentru formarea batoanelor se procedează la legarea acestora, metoda folosită fiind dependentă de diametrul membranei sau de masa batoanelor. În funcție de produs se folosesc dispozitive de legare și de clipsare.

4.3. Utilaje și instalații pentru tratamentul termic a produselor din carne

După umplere și legare, preparatele din carne se supun unui tratament termic specific fiecărui sortiment în parte sau grupei de sortimente.

În funcție de sortimente, tratamentele termice pot fi: de fierbere sau pasteurizare, de afumare la cald sau hițuire, de afumare caldă-pasteurizare-afumare rece, afumare caldă-pasteurizare-afumare rece-uscare, afumare rece, parametrii tehnici fiind specifici sortimentului și rețetei de fabricație.

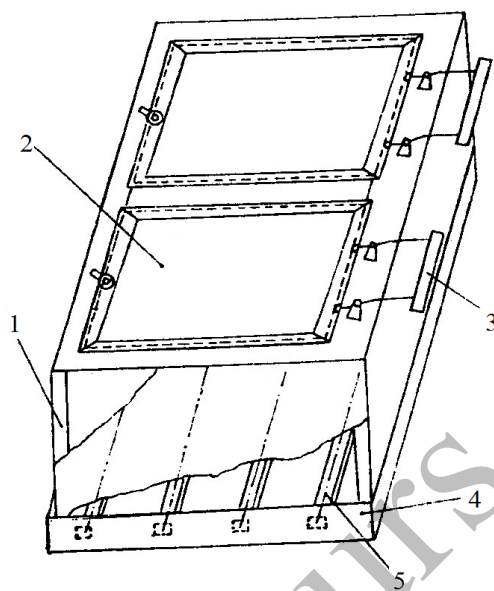


Fig. 4.39. Schema cazanului de fierbere paralelipedic cu manta: 1- corp cazan; 2- capace; 3- contragreutăți; 4- manta încălzire; 5- țevi cu agent termic

Pasteurizarea preparatelor din carne se poate realiza în utilaje specializate sau în instalații de afumare-pasteurizare, cele din urmă fiind mai utilizate în practică.

Utilajele de fierbere cu funcționare discontinuă sunt realizate sub formă de cazane paralelipedice sau cazan duplex.

Cazanul de fierbere din figura 4.39. este de tip paralelipedic, de regulă cu manta exterioară și capace pentru introducerea și scoaterea produselor supuse tratamentului termic.

Ciclul de lucru al cazanului presupune introducerea apei în cazan, încălzirea ei la temperatura de lucru (72-75 [°C]), încărcarea cu produse și menținerea temperaturii la valoarea de lucru până se ajunge la minim 68 [°C] în centrul termic al produselor și evacuarea produselor. Apa din cazan poate fi folosită pentru mai multe șarje consecutiv, după un anumit număr de cicluri ea fiind evacuată și înlocuită cu apă proaspătă.

Cazanul tip duplex (figura 4.40.) este format dintr-un corp 1, prevăzut cu o manta exterioară pentru încălzirea cu abur a apei din cazan 5. După umplerea cu apă se introduce abur în manta până temperatura acesteia ajunge la valoarea impusă de operația tehnologică. Se introduc produsele în apa fierbinte și se mențin până la obținerea efectului termic, după care se scot și se trimit la următoarea etapă din fluxul de fabricație.

Condensul din cazan și cel din manta se evacuează prin intermediul a două racorduri 6 și 7, în timp ce apa din cazan se evacuează prin bascularea sa, cu ajutorul unui angrenaj melc-roată melcată 8.

Cele două utilaje de fierbere pot fi folosite și la blanșarea cărnii, respectiv la pasteurizare, pentru aceasta fiind necesar alegerea temperaturii și a duratei de menținere adecvate.

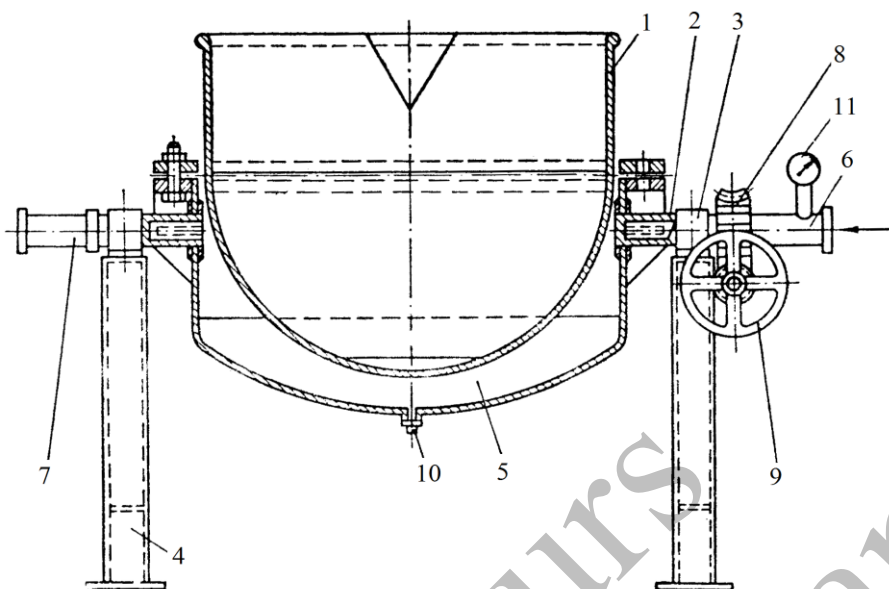


Fig. 4.40. Schema cazanului duplex de fierbere; 1- corp cazan; 2- ax; 3- lagăr; 4- picioare susținere; 5- manta pentru încălzire; 6- racord admisie abur; 7- racord evacuare condens; 8- roată melcată; 9- melc cu acționare manuală; 10- racord evacuare

Volumul cazanului de fierbere este determinat de volumul dislocuit de masa de produs introdusă în cazan V_p și de volumul apei din acesta V_a . Ținând cont de faptul că doar 70-75 % din volumul interior al cazanului este util, capacitatea cazanului de fierbere se determină cu relația:

$$V = \frac{V_p + V_a}{0,8}, [\text{m}^3] \quad (4.44.)$$

Pentru determinarea lui V_p se ține cont de densitatea ρ_s ca medie ponderată a densității tuturor componentelor produsului în $[\text{kg}/\text{m}^3]$, și de cantitatea de produs introdusă în cazan la o șarjă m_s [kg], astfel că, volumul dislocuit va fi:

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} \quad (4.45.)$$

Consumul de căldură la funcționarea cazanului se determină din bilanțul termic al acestuia:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, [\text{kJ}] \quad (4.46.)$$

unde: Q_1 – căldura consumată pentru încălzirea pereților cazanului;

Q_2 – căldura pierdută în mediul ambiant;

Q_3 – căldura necesară încălzirii produsului.

Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea pereților se determină cu relația:

$$Q = M_c \cdot c_c \cdot (t_2 - t_1), [\text{kJ}] \quad (4.47.)$$

unde: M_c – masa cazanului executat din tablă, în [kg];

c_c – căldura specifică a metalului din care este executat cazanul, în $[\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}]$;

t_2, t_1 – temperatura finală și inițială a materialului, în [grd].

Cantitatea de căldură pierdută în mediul ambient se determină cu relația:

$$Q_2 = F_1 \cdot K_1 \cdot \Delta t_1 + F_2 \cdot K_2 \cdot \Delta t_2, \text{ [kJ]} \quad (4.48.)$$

unde: $F_1 \cdot K_1 \cdot \Delta t_1$ – căldura care se pierde prin mantaua cazanului de fierbere, în [kJ];

$F_2 \cdot K_2 \cdot \Delta t_2$ – căldura care se pierde în aer prin suprafața liberă a lichidului, în [kJ];

F_1, F_2 – suprafața mantalei, respectiv a suprafeței libere a apei în cazanul de fierbere, în [m²];

Δt_1 – diferența dintre temperatura aburului de încălzire și temperatura apei de fierbere;

Δt_2 – diferența dintre temperatura apei de fierbere și temperatura mediului ambient;

K_2 – coeficientul de transfer de căldură la suprafața liberă a lichidului.

Coeficientul de transfer de căldură al mantalei cazanului (realizată din tablă metalică și fibră de sticlă termoizolantă) este dat de relația:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_c} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_i}}, \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}} \right] \quad (4.49.)$$

unde: δ_1 – grosimea stratului de fibră de sticlă termoizolantă, în [m];

δ_2 – grosimea tablei din oțel, în [m];

λ_1 – conductivitatea termică a fibrei de sticlă, în [W/m·°C];

λ_2 – conductivitatea termică a tablei de oțel, în [W/m·°C];

α_i – coeficientul de transfer de căldură a aburului pe suprafața peretelui mantalei la o presiune a aburului de 4 atm. ($\alpha_i = 12,775$ [W/m·°C]).

Consumul de căldură necesar încălzirii produsului și a apei din cazan se determină cu relația:

$$Q_3 = (m_p \cdot c_p + m_a \cdot c_a) \cdot (t_2 - t_1), \text{ [kJ]} \quad (4.50.)$$

unde: m_p – masa produsului introdus în cazanul de fierbere, în [kg];

m_a – cantitatea de apă din cazan, în [kg];

c_p – căldura specifică a produsului, în [kJ/kg·°C];

c_a – căldura specifică a apei la 20 [°C], în [kJ/kg·°C].

Acest necesar de căldură trebuie asigurat prin introducerea agentului termic sub formă de apă la 120 [°C]. În aceste condiții se poate stabili debitul de agent termic capabil să asigure necesarul de căldură, acesta se determină cu relația:

$$L_0 = \frac{Q}{c_a \cdot (t_2' - t_1')}, \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (4.51.)$$

unde: t_2' – temperatura agentului la intrarea în cazan, 120 [°C];

t_1' – temperatura agentului la ieșirea din manta, în [°C];

c_a – căldura specifică a apei la 120 [°C], $c_a = 2,207$ [kJ/kg·°C].

O instalație de fierbere cu funcționare continuă este prezentată în figura 4.41. Ea poate realiza fierberea și opărirea la temperaturi ale apei de 80-90 [°C], durata fiind reglabilă între 20-90 [min].

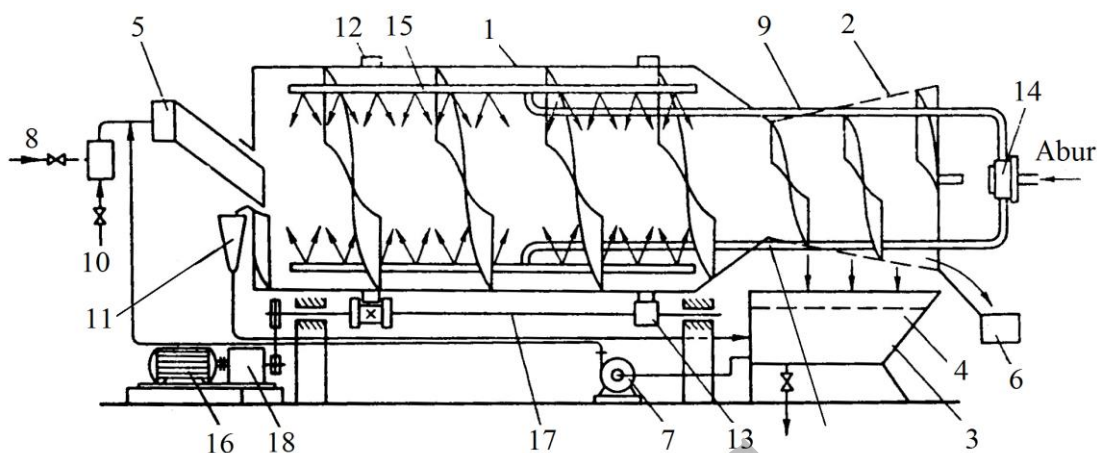


Fig. 4.41. Schema instalației de fierbere cu funcționare continuă: 1- tambur cilindric; 2- sită tronconică; 3- rezervor; 4- sită; 5- pâlnie; 6- dispozitiv de transport; 7- pompă; 8- racord; 9- țevă; 10- racord abur; 11- preaplin; 12- bandaje; 13- role; 14- distribuitor rotativ; 15- țevi barbotare; 16- electromotor; 17- ax role; 18- reductor

Instalația de fierbere este alcătuită dintr-un tambur cilindric 1, prevăzut la interior cu spirale întrerupte la mijlocul tamburului, având rolul de a deplasa carnea și apa din interior, dar și de a compartimenta traseul cu grade diferite de tratare termică. Alimentarea se face continuu prin pâlnia 5, iar ieșirea din tambur pe sita tronconică 2, ce separă carnea fiartă de supa rezultată la fierbere și de aici este preluată de către un dispozitiv de transport 6. Tamburul se rotește lent prin intermediul unor bandaje 12 și care se sprijină pe role antrenate 13, mecanismul de acționare asigurând turații în limite destul de largi. Înainte de a fi introdusă în fierbător, apa proaspătă de la racordul 8 este încălzită prin barbotare cu abur introdus prin racordul 10, menținerea temperaturii constante în interiorul tamburului fiind asigurată prin barbotare cu abur prin conductele 9 și 15, aflate în legătură cu distribuitorul 14. Supa de carne acumulată în rezervorul 3 poate fi recirculată cu pompa 7 de câteva ori, după care este scoasă din instalație și poate urma două direcții: folosirea ca supă la unele conserve și preparate din carne sau deversarea la canal.

Afumarea este o operație de conservare propriu-zisă (vezi capitolul 3.3.) sau de îmbunătățire a calității produselor prin depunerea de aerosoli pe suprafața lor, pătrunderea în interiorul acestora și favorizarea unor procese de maturare, fenomene însoțite de o deshidratare.

Generarea fumului se desfășoară în instalații prin încălzire directă sau cu generator de fum separat. În ultima perioadă s-au extrins generatoarele de fum prin fluidizarea rumegușului cu aer cald sau chiar cu abur.

La generatoarele de fum fluidizatoare se face prin distilarea uscată a rumegușului prin intermediul unui curent de aer cald. În acest mod se asigură extragerea aproape totală a substanțelor volatile din rumeguș (figura 4.42.). Procesul de volatilizare se face pentru rumeguș mărunțit cu umiditatea de până la 20 [%], aerul cald insuflat în zona de lucru nedepășind temperatura de 400 [°C].

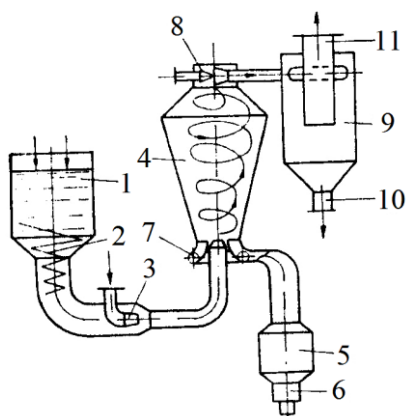


Fig. 4.42. Generator de fum fluidizator

Din buncărul de rumeguș 1 prevăzut cu șneclul de alimentare 2, rumegușul este adus (antrenat în mișcare de aer prin conducta 3) în generatorul de fum 4. Ventilatorul 6 aspiră aerul necesar fluidizării, îl trece prin caloriferul 5, de unde, încălzit la 400 [°C], este introdus în generatorul de fum prin conductele 7. Amestecul aer-fum este evacuat cu ejectorul 8 și trimis în cicloul de curățire 9. Aici are loc separarea impurităților mecanice antrenate în timpul lucrului, acestea sunt evacuate prin conducta 10, fumul purificat fiind trimis prin conducta 11 în agregatul de afumare.

Fumul este un aerosol format dintr-un amestec de aer și produși de ardere incompletă a lemnului, compoziția sa chimică fiind dependentă de natura combustibilului și condițiile de ardere. Fumul rezultat prin arderea combustibililor este purificat în vederea eliminării particulelor solide care îl însoțesc, pentru aceasta fiind utilizate mai multe procedee (figura 4.43.).

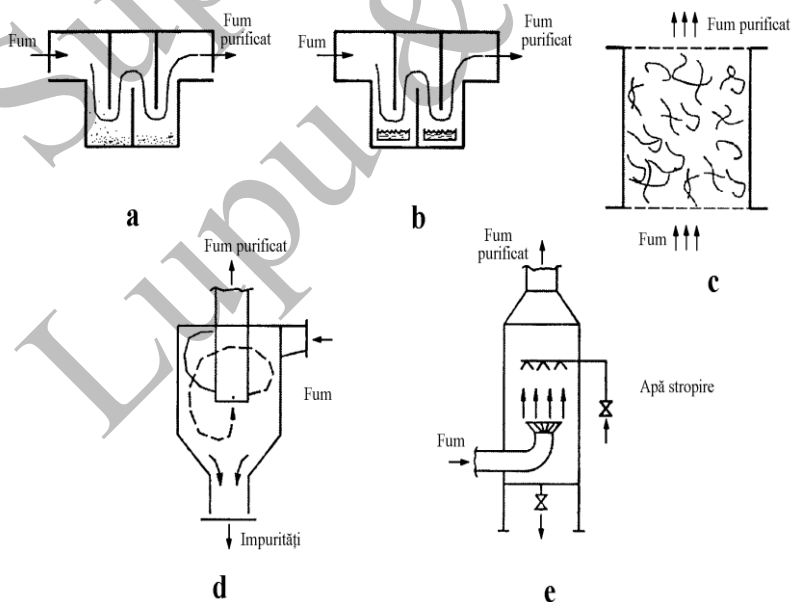


Fig. 4.43. Metode de purificare a fumului: a- decantare uscată; b- decantare umedă; c- cicloul de separare; d- coloană de spălare; e- filtru cu span metalic.

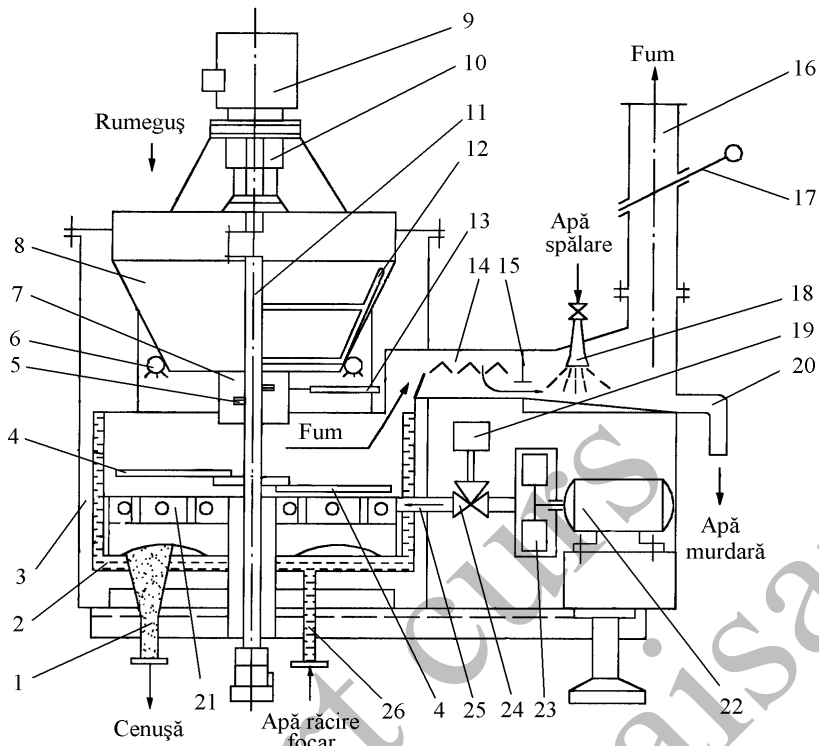


Fig. 4.44. Schema generatorului de fum ATMOS: 1- gură evacuare cenușă; 2- focar; 3- corp generator; 4- palete amestecare; 5- palete alimentare focar; 6- duze cu apă de umezire; 7- tub dirijare rumeguș; 8- buncăr rumeguș; 9- motor antrenare ax agitator; 10- reductor; 11- ax agitare; 12- paletă afânare rumeguș; 13- sertar dozator; 14- cameră purificare fum; 15- perete despărțitor; 16- conductă evacuare fum; 17- șibăr dozare fum; 18- duză spălare fum; 19- releu comandă; 20- evacuare apă murdară; 21- colier injecție aer; 22- motor electric; 23- ventilator; 24- robinet dozare aer; 25- conductă admisie aer; 26- conductă apă răcire focar.

În figura 4.44. este prezentată o instalație de ardere a rumegușului de lemn pentru producerea de fum tehnologic. Rumegușul este trimis în camera de ardere (focar) dozat de un dispozitiv de reglaj al debitului, unde are loc arderea lentă, condițiile de ardere fiind fără flacără mare (rumegușul este umezit iar focarul este prevăzut cu sistem de răcire), fumul rezultat fiind spălat cu apă pulverizată și trimis către celulele de afumare.

La acest generator de fum se practică piroliza incompletă a unei părți din rumeguș, cealaltă parte fiind arsă complet pentru a genera căldura necesară încălzirii rumegușului la temperatura de piroliză incompletă. În acest tip de generator de fum, produsele arderii complete și incomplete se amestecă între ele.

Cantitatea de rumeguș, M , care se arde complet pentru a obține căldura necesară pentru un kilogram de rumeguș, ce trebuie supus procesului de piroliză incompletă, se determină cu relația:

$$M = \frac{q}{(Q_p^i - I) \cdot \eta}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right] \quad (4.52.)$$

unde: q – consumul specific de căldură necesar pirolizei incomplete a rumegușului, în vederea obținerii fumului și care depinde de umiditatea rumegușului și temperatura de generare a fumului ($q = 400...500$ [kcal/kg] sau $1675...2093$ [kJ/kg]);

Q_p^i – puterea calorică inferioară a rumegușului, în [kcal/kg];

I – conținutul caloric al produselor rezultate din arderea completă a rumegușului, în [kcal/kg];

η – randamentul sau coeficientul de utilizare a căldurii.

Puterea calorică inferioară a rumegușului poate fi determinată cu relația lui Mendeleev și care ține cont de conținutul în procente al rumegușului în oxigen (O), hidrogen (H), carbon (C) și apă (W):

$$Q_p^i = 81C + 300H - 26O - 6 \cdot (W + 9H), \quad [\text{kcal/kg}] \quad (4.53.)$$

În timpul arderii nu toată cantitatea de carbon din combustibil arde, o parte din acesta fiind eliminată împreună cu cenușa sau fiind antrenată în fum, motiv pentru care, relația de mai sus trebuie corectată prin micșorarea cantității de carbon (trebuie scăzută cantitatea de carbon neardată).

Conținutul caloric al gazelor de ardere se poate determina cu ajutorul relației:

$$I = (\alpha \cdot L_0 + 1) \cdot [0,24 \cdot t_1 + 0,001 \cdot d \cdot (595 + 0,47 \cdot t_1)], \quad [\text{kcal/kg}] \quad (4.54.)$$

unde: α – coeficientul de exces de aer (1,0...3,5);

L_0 – cantitatea teoretică de aer proaspăt necesară pentru arderea completă a unui kilogram de rumeguș, în [kg aer uscat/kg rumeguș];

t_1 – temperatura amestecului care părăsește zona de generare a fumului, în [°C];

d – conținutul în umiditate al produselor de ardere completă a 1 kg de rumeguș, în [g/kg] aer uscat.

Pentru arderea completă a unui kilogram de rumeguș, este necesară o cantitate teoretică de aer:

$$L_0 = 0,115C + 0,345H - 0,043O \quad (4.55.)$$

În urma arderii rumegușului, vaporii de apă supraîncălziți ajung în gazele rezultate, acești vapori provenind din două surse: o sursă o constituie aerul introdus de către o suflantă pentru a menține arderea, iar a doua sursă o constituie umiditatea rumegușului.

Aerul necesar întreținerii arderii este caracterizat prin entalpia I_0 și umiditatea relativă φ_0 . Din diagrame se poate lua valoarea umidității d_0 pentru temperatura aerului t_0 la umiditatea relativă φ_0 . Cu aceste date, umiditatea produselor de ardere a rumegușului se poate determina cu ajutorul relației:

$$d = d_0 + 10 \cdot \frac{q \cdot H \cdot W}{L_0 + 1}, \quad \left[\frac{\text{g}}{\text{kg}} \text{ aer uscat} \right] \quad (4.56.)$$

În aceste condiții se poate determina practic cantitatea de rumeguș, M , și care, în general, este de 0,4 [kg/kg] rumeguș care produce fum, respectiv cantitatea reală de aer necesară arderii complete a unui kilogram de rumeguș:

$$L_0' = \alpha \cdot L_0 \cdot M, \quad \left[\frac{\text{kg aer uscat}}{\text{kg rumeguș generator de fum}} \right] \quad (4.57.)$$

unde α – coeficient ce ține cont de condițiile de ardere, $\alpha = 1,0...3,5$.

În urma pirolizei unui kilogram de rumeguș rezultă o cantitate de amestec L_p , ce părăsește zona de lucru a generatorului de fum, cantitate ce se poate determina cu relația:

$$L_p = V_p + L_0 \cdot (1 + 0,001 \cdot d) + M, \text{ [kg/kg rumeguș generator de fum]} \quad (4.58.)$$

În relația de mai sus, V_p este cantitatea de substanțe ce compun fumul rezultat prin piroliza unui [kg/kg] rumeguș generator de fum. Dacă piroliza este completă, această cantitate reprezintă 85 % din cantitatea de rumeguș uscat. Deoarece la obținerea fumului piroliza este incompletă, cantitatea de substanțe ce alcătuiesc fumul reprezintă numai 60 % față de piroliza completă. Ținând cont de cele prezentate rezultă, în cazul pirolizei incomplete, pentru V_p o valoare de 0,51 [kg/kg] rumeguș. Trebuie avut în vedere că substanțele de afumare reprezintă 20 % din masa rumegușului uscat.

Odată cu obținerea fumului în urma pirolizei incomplete a rumegușului, cantitatea de vapori de apă ce părăsesc zona de generare a fumului se calculează cu:

$$W_1 = W_{0r} + 0,001 \cdot d \cdot (L_0 + M), \text{ [kg/kg rumeguș generator de fum]} \quad (4.59.)$$

unde: W_{0r} – conținutul în umiditate a unui kg de rumeguș.

Dacă nu se iau în calcul vaporii de apă, atunci cantitatea de amestec aer-fum ce părăsește zona de generare a fumului se poate determina cu relația:

$$L' = L_p + W_1 = L_p + W_{0r} + 0,001 \cdot d \cdot (L_0 + M), \text{ [kg/kg rumeguș]} \quad (4.60.)$$

Amestecul aer-fum ce părăsește zona generatorului de fum va avea umiditatea d_1 :

$$d_1 = 1000 \cdot \frac{W_1}{L'} = 1000 \cdot \frac{W_{0r} + 0,001 \cdot d \cdot (L_0 + M)}{L_p + W_{0r} + 0,001 \cdot d \cdot (L_0 + M)}, \left[\frac{\text{g}}{\text{kg}} \text{ aer uscat} \right] \quad (4.61.)$$

Amestecul părăsește zona de generare a fumului cu temperatura t_1 , în [°C], și va avea conținutul caloric:

$$I_1 = 0,24 \cdot t_1 + 0,001 \cdot (595 + 0,47 \cdot t_1) \cdot d_1, \text{ [kcal/kg aer uscat]} \quad (4.62.)$$

În condițiile în care arzătorul generatorului de fum este răcit (pereții focarului sunt răciți cu apă), amestecul aer-fum rezultat are parametrii de mai sus și este evacuat către agregatul de afumare la aceiași parametri (L_p , t_1 , d_1 , I_1), temperatura amestecului fiind de 45-50 [°C]. Acest amestec este trecut printr-un agregat de condiționare unde este răcit sau încălzit cu aer proaspăt, în funcție de tipul afumării, după care este introdus în celulele de afumare.

Dacă amestecul aer-fum este răcit cu aer proaspăt până la temperatura t_c specifică procesului de afumare, atunci cantitatea de aer proaspăt cu umiditatea d_0 , în [kg aer proaspăt/kg amestec aer-fum], necesară răcirii va fi:

$$L_0'' = \frac{d_1 - d_c}{d_c - d_0} \quad (4.63.)$$

În relația de mai sus, d_c este umiditatea amestecului aer-fum ce părăsește generatorul de fum și se ia din diagrama $I-d$ corespunzător temperaturii t_c .

Cantitatea de amestec aer-fum ce părăsește generatorul de fum L_t , în [kg aer uscat/kg rumeguș generator de fum], fără vaporii de apă, se determină cu relația:

$$L_t = L' \cdot (L_0'' + 1) = [L_p + W_{0r} + 0,001 \cdot d \cdot (L_0 + M)] \cdot \left(\frac{d_1 - d_c}{d_c - d_0} + 1 \right) \quad (4.64.)$$

Ventilatorul ce preia amestecul aer-fum din generatorul de fum trebuie să asigure un debit:

$$V = V_t \cdot B_0 = V'_0 \cdot B, \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.65.)$$

În relația de mai sus, V_t este volumul amestecului ce părăsește generatorul de fum, în $[\text{m}^3/\text{kg}$ rumeguș generator de fum], și are expresia:

$$V_t = v_0 \cdot L_t = v_0 \cdot [L_p + W_{or} + 0,001 \cdot d \cdot (L'_0 + M)] \cdot \left(\frac{d_1 - d_c}{d_c - d_0} + 1 \right) \quad (4.66.)$$

unde: v_0 – volumul specific al unui kilogram de aer uscat la temperatura t_c , în $[\text{m}^3/\text{kg}]$;

V'_0 – volumul amestecului ce părăsește generatorul de fum cu parametrii L_c , t_c și d_c , ținând cont de cantitatea totală de rumeguș consumată, și are expresia:

$$V'_0 = \frac{V_t}{1+M} = \frac{v_0 \cdot [L_p + W_{or} + 0,001 \cdot d \cdot (L'_0 + M)] \cdot \left(\frac{d_1 - d_c}{d_c - d_0} + 1 \right)}{1+M} \quad (4.67.)$$

În relațiile de mai sus, B_0 este consumul de rumeguș generator de fum, în $[\text{kg}/\text{h}]$, iar B este consumul total de rumeguș în generator, în $[\text{kg}/\text{h}]$.

Consumul total de rumeguș se poate determina din relațiile de mai sus și are forma:

$$B = B_0 \cdot (1+M) = B_0 \cdot \left(1 + \frac{q}{(Q_p^i - I) \cdot \eta} \right) \quad (4.68.)$$

Același consum de rumeguș se mai poate determina și cu ajutorul relației:

$$B = b \cdot W_{ter}, \quad [\text{kg}/\text{h}] \quad (4.69)$$

În relația de mai sus: b – consumul specific de rumeguș pentru a obține fumul necesar unei tone de produs, în $[\text{kg}/\text{t}]$ și W_{ter} – productivitatea termoagregatului, în $[\text{t}/\text{h}]$.

În figura 4.45. este prezentată schema unei instalații de afumare la care generatorul de fum este situat în afara sa.

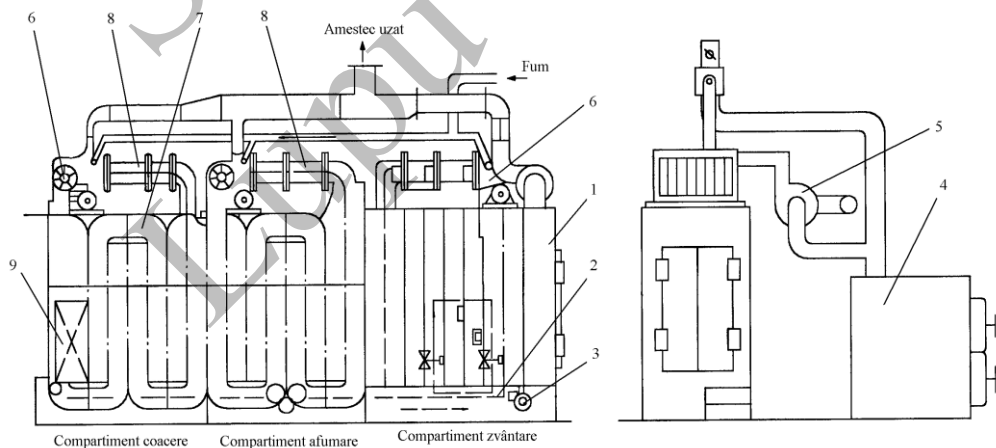


Fig. 4.45. Schema tunelului de afumare Petruosek: 1- carcasa metalică cu pereți dubli; 2- transportor inferior; 3- motor acționare cu variator de turație; 4- generator de fum independent; 5- ventilator refluxare fum; 6- ventilator admisie agent de afumare; 7- tăblii ghidare cărucioare cu produse; 8- schimbătoare de căldură cu abur; 9- cărucioare cu rastel pentru produse.

Instalația de afumare tip Petruosek este alcătuită din trei compartimente în care se realizează coacerea, afumarea și zvântarea produselor, fumul necesar fiind produs într-un generator de fum separat. Capacitatea de lucru este de 550-600 [kg/h], durata unui ciclu de lucru fiind de 30-40 [min].

În tehnologiile de obținere a preparatelor din carne se folosesc instalații care realizează zvântarea, afumarea și pasteurizarea acestora, toate operațiile fiind realizate de către aceeași instalație.

Instalațiile de afumare cu generator de fum centralizat produc un fum cu aceleași proprietăți, compoziție și densitate, pentru toate camerele sau boxele de afumare. Una dintre cele mai răspândite instalații este cea tip Atmos (figura 4.46.), ea fiind echipată și pentru fierberea produselor, prin injecția directă a aburului, respectiv răcirea cu apă.

Aceste afumători sunt realizate sub formă de boxe izolate termic, în care se introduc cărucioare sau rasteluri cu produsele ce se supun afumării. Fumul obținut în afara boxei este amestecat cu aer cald și introdus prin ambele laturi ale tavanului, fiind apoi aspirat de către un ventilator plasat pe mijlocul tavanului. Se asigură în acest fel circulația fumului printre produsele dispuse în rastel, intensificând depunerea componentelor fumului pe suprafața cărnii.

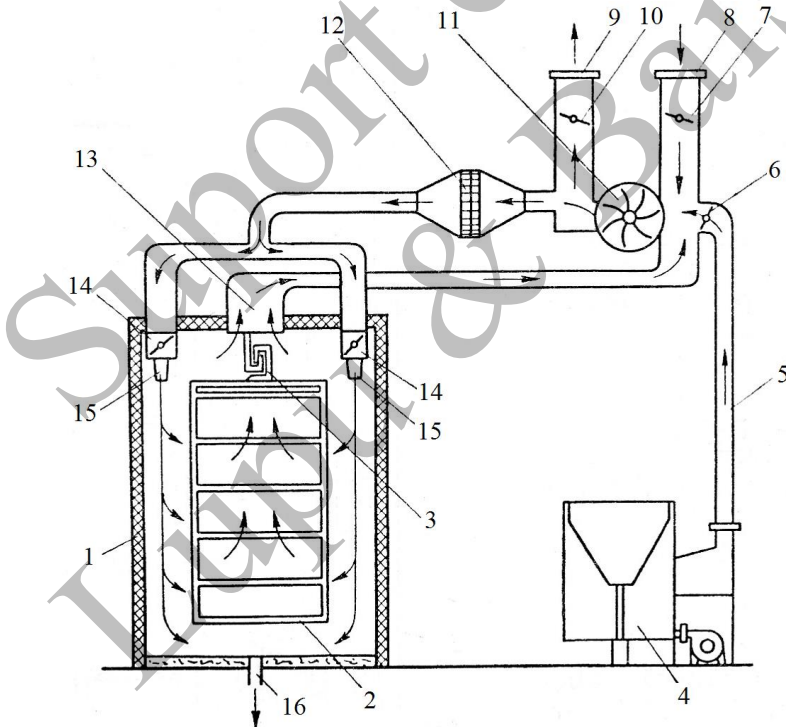


Fig. 4.46. Schema instalației de afumare și fierbere tip Atmos; 1- celulă izolată termic; 2- cărucior produse; 3- linie aeriană; 4- generator de fum; 5- canal admisie fum; 6- clapetă admisie; 7- canal admisie aer; 8- clapetă admisie aer; 9- canal evacuare amestec aer-fum; 10- clapetă evacuare amestec; 11- ventilator de recirculare; 12- schimbător de căldură; 13- gură evacuare; 14- clapetă; 15- duză; 16- conductă evacuare apă de răcire și de spălare

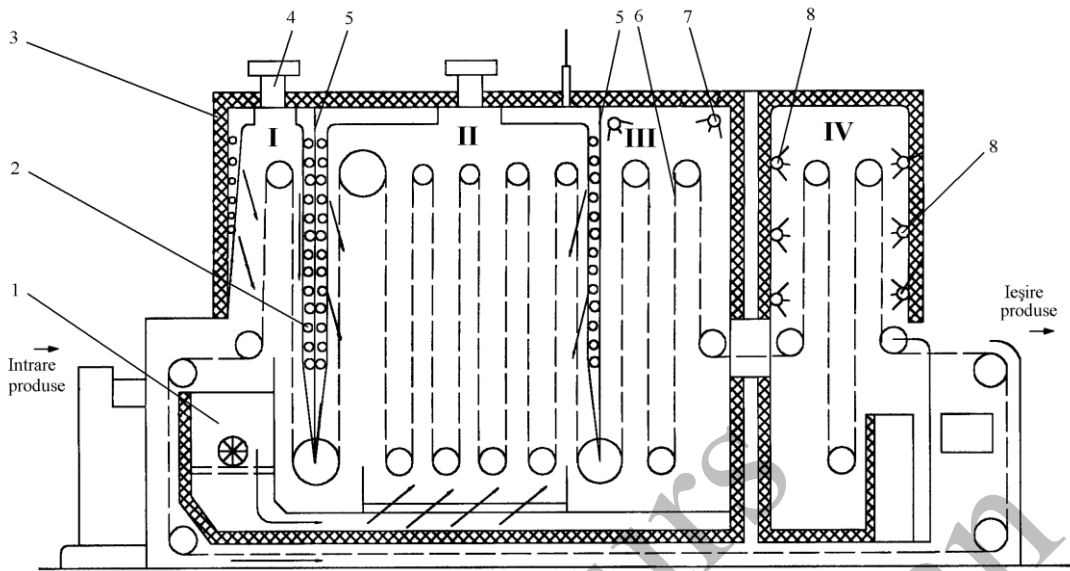


Fig. 4.47. Schema tehnologică a instalației de afumare și fierbere tip Elenici: 1- generator de fum independent; 2- radiatoare electrice; 3- pereți metalici dubli cu izolație termică; 4- ventilatoare reciclare agent termic uzat; 5- perete separare cameră fierbere; 6- transportor cu lanț; 7- duze admisie abur; 8- dușuri răcire cu apă pulverizată.

Instalația de afumare și fierbere tip Elenici (figura 4.47.) realizează o productivitate de 800 [kg/h], cu afumare de până la 100-120 [°C] și fierbere la 85-90 [°C], presiunea aburului fiind de 0,2 [at]. Produsele sunt trecute succesiv prin cele patru compartimente unde are loc: preîncălzirea cu aer în compartimentul I, afumarea cu fum în compartimentul II, fierberea cu abur în compartimentul III și răcirea cu apă pulverizată în compartimentul IV.

Pentru calculul tehnologic al instalațiilor de afumare la cald, indiferent de tipul celei de afumare trebuie cunoscute numărul de rame ce intră în celulă, numărul de celule de fumare și durata totală a procesului:

- numărul de rame se determină cu relația:

$$n_1 = \sum \frac{M}{g} \quad (4.70.)$$

unde: M – masa fiecărui sortiment, în [kg];

g – încărcarea specifică a unei rame, în [kg/ramă].

- numărul de celule de afumare se determină cu relația:

$$m = \frac{1}{\tau_c \cdot n_2 \cdot K} \cdot \sum \tau_i \cdot \frac{M}{g} \quad (4.71.)$$

unde: τ_c – durata unui schimb de lucru, în [min];

n_2 – numărul de rame ce se introduce simultan în celula de afumare;

K – numărul de schimburi.

- durata totală a procesului se determină cu relația:

$$\tau = \sum \tau_i \cdot \frac{M}{g} = \sum (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) \cdot \frac{M}{g} \quad (4.72.)$$

unde: τ_1 – durata zvântării, în [min/ramă];

τ_2 – durata afumării calde, în [min/ramă];

τ_3 – durata manipulării ramelor, în [min/ramă].

În cazul unei instalații de afumat cu focar consumul total de căldură se determină din relația bilanțului termic:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ [kJ]} \quad (4.73.)$$

Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea sistemului de așezare a produselor și pentru sistemul cel mai utilizat, de tip cărucioare metalice pe care se așează bețele cu produse, se determină cu relația:

$$Q_1 = (M_f \cdot c_f + M_l \cdot c_l) \cdot (t_2 - t_1), \text{ [kJ]} \quad (4.74.)$$

unde: M_f și M_l – masa cărucioarelor metalice care se introduc în camera de afumare (aproximativ 40-50 [kg/buc]), respectiv masa bețelor de lemn pe care se dispun produsele supuse afumării (aproximativ 0,25 [kg/buc]);

c_f și c_l – căldura specifică a oțelului, respectiv a lemnului, în [kJ/kg·grd];

t_2 și t_1 – temperatura finală, respectiv temperatura inițială a ramelor și bețelor, în [grd];

Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea zidăriei și a părților metalice ale instalației de afumare, Q_2 , (de exemplu ușile metalice) și se determină cu relația:

$$Q_2 = M_m \cdot c_m \cdot (t_2 - t_1) + M_z \cdot c_z \cdot (t_2 - t_1), \text{ [kJ]} \quad (4.75.)$$

unde: M_m și M_z – masa părții metalice, respective de zidărie a construcției afumătorii, în [kg];

c_m și c_z – căldura specifică a metalului, respective a zidăriei, în [kJ/kg·grd];

t_2 și t_1 – temperatura finală, respectiv temperatura inițială a zidăriei, în [grd].

Cantitatea de căldură cedată mediului ambiant, Q_3 , prin intermediul suprafeței pereților, a tavanului (plafonului) și a pardoselii, în funcție de coeficientul total de transmitere a căldurii K , în [kJ/m²·h·grd], suprafețele F [m²] și diferențele de temperatură Δt [grd], cu ajutorul relației:

$$Q_3 = (K_1 \cdot F_1 \cdot \Delta t_1 + K_2 \cdot F_2 \cdot \Delta t_2 + K_3 \cdot F_3 \cdot \Delta t_3) \cdot \tau, \text{ [kJ]} \quad (4.76.)$$

În relația de mai sus, indicele 1 se referă la pereți, indicele 2 la plafon și indicele 3 la pardoseală.

Cantitatea de căldură necesară încălzirii produsului supus afumării, Q_4 , și în calcule se ține cont de faptul că avem o pierdere de umiditate și o topire parțială a grăsimii, evaluate la un procent de cca. 10 %. Cu aceste precizări, relația de calcul este:

$$Q_4 = q \cdot M_a, \text{ [kJ]} \quad (4.77.)$$

unde: q – consumul specific de căldură, în [kJ/kg];

M_a – cantitatea de produse din instalația de afumare, în [kg].

Consumul specific de căldură depinde de mai mulți parametri, relația de calcul fiind:

$$q = W_a \cdot [c_a \cdot (t_f - t_i) + 0,01 \cdot a_0 \cdot r] + g_g \cdot [c_l \cdot (t_f - t_i) + 0,01 \cdot a_1 \cdot r_1 + c_2 \cdot (t_f - t_i)] + c_{su} \cdot (1 - W_a - g_g) \cdot (t_f - t_i) \quad (4.78.)$$

unde: W_a este cantitatea de apă din produs, în [kg/kg] produs;

t_f – temperatura finală din interiorul produsului, în [grd];

t_i – temperatura inițială a produsului, în [grd];

t_t – temperatura de topire a grăsimii, în [grd];
 c_a – căldura specifică a apei, în [kJ/kg·grd];
 a_0 – partea de apă care se evaporă în timpul procesului de lucru, în %;
 r – căldura de vaporizare a apei la temperatura finală, în [kJ/kg];
 g_g – cantitatea de grăsime din produs, în [kg/kg] produs;
 c_1 – căldura specifică a grăsimii înainte de topire, în [kJ/kg·grd];
 a_1 – procentul de grăsime care se topește, în %;
 r_1 – căldura latentă de topire a grăsimii, în [kJ/kg];
 c_2 – căldura specifică a grăsimii după topire, în [kJ/kg·grd];
 c_{su} – căldura specifică a substanței uscate din produs, în [kJ/kg·grd].

Plecând de la cantitatea de căldură necesară pentru instalația de afumare, Q , se poate determina consumul de combustibil, B , (în [kg] la combustibilii solizi sau în [m³·N] la combustibili gazoși):

$$B = \frac{Q}{Q_p^i + q_{comb} + q_{aer} - q_p} \quad (4.79)$$

unde: q_{comb} – căldura fizică a combustibilului ce intră în focar și se determină în funcție de căldura specifică și temperatura combustibilului:

$$q_{comb} = c_{comb} \cdot t_{comb} \cdot [\text{kJ/kg}] \quad (4.80.)$$

q_{aer} – căldura fizică a aerului care intră pentru arderea combustibilului și care depinde de căldura specifică, temperatura de intrare a aerului, respectiv de consumul de aer pentru arderea unui [kg] de combustibil sau 1 [m³·N] de gaz, L_d [kg/kg] sau [kg/ m³·N]:

$$q_{aer} = L_d \cdot c_{aer} \cdot t_{aer} \quad (4.81.)$$

q_p – suma pierderilor de căldură prin intermediul gazelor de ardere ce ies prin coș, q_g , pierderile de căldură ca urmare a arderii chimice incomplete, q_{ch} , respectiv arderii mecanice incomplete, q_m , și care au expresiile:

$$q_g = V_g \cdot c_g \cdot t_g \quad (4.82.)$$

$$q_{ch} = 56,9 \cdot C_c \cdot \frac{CO}{CO_2 + CO} \quad (4.83.)$$

$$q_m = 81 \cdot A_p \cdot \frac{y}{100 - y} \quad (4.84)$$

unde: V_g – cantitatea de gaze de ardere ce părăsește celula de afumare, în [m³·N/kg] combustibil sau [m³·N/m³·N] combustibil;

c_g – căldura specifică medie a gazelor de ardere la t_g , în [kJ/ m³·N·grd];

t_g – temperatura gazelor ce părăsesc camera de afumare, în [grd];

C_c – conținutul în carbon al combustibilului, în %, din care se scad carbonul nears din cenușă și carbonul nears aflat în suspensie în curentul de gaze de ardere;

CO , CO_2 – conținutul procentual de monoxid și dioxid de carbon din gazele de ardere;

A_p – conținutul în cenușă al combustibilului, în %;

y – procentul de carbon nears din cenușă raportat la masa cenușii uscate.

Deoarece la instalațiile de afumare se utilizează drept combustibil lemn+rumeguș sau gaz+rumeguș, într-un raport în [kg/kg], q_{rum} fiind căldura fizică a rumegușului, atunci consumul de combustibil real are expresia:

$$B_{real} = \frac{Q}{\sum Q_p^i \cdot n + q_{comb} + q_{rum} - q_p} \quad (4.85.)$$

În cazul afumării cu aer cald, pentru a arde complet un kilogram de combustibil este necesară o cantitate de aer ce depinde de procentele de carbon oxigen și hidrogen:

$$L'_0 = 0,115 \cdot C + 0,345 \cdot H - 0,043 \cdot O \quad (4.86.)$$

În urma procesului de ardere, rezultă gaze uscate, G_{usc} , și vapori de apă, G_{vap} , în [kg/kg] combustibil, care se determină cu relațiile:

$$G_{usc} = (1 + L'_0) - \frac{9 \cdot H + W + A}{100} \quad (4.87.)$$

$$G_{vap} = \frac{d_0 \cdot L'_0}{1000} + \frac{9 \cdot H + W}{100} \quad (4.88.)$$

unde: A – procentul de cenușă în gazele uscate;

d_0 – umiditatea aerului proaspăt introdus pentru arderea combustibilului, în [g/kg] aer uscat.

Ca urmare a faptului că gazele rezultate în urma arderii combustibilului au o temperatură ridicată, t_g , acestea se amestecă cu aer proaspăt pentru a fi răcite la temperatura t_1 . Pentru realizarea acestui amestec este necesară o cantitate de aer care se determină cu relația:

$$L''_0 = \frac{c_g \cdot t_g - c_1 \cdot t_1}{c_1 \cdot t_1 - c_0 \cdot t_0} \quad (4.89.)$$

unde: c_g – căldura specifică a gazelor de ardere umede rezultate în focar la temperatura t_g ;

c_1 – căldura specifică a amestecului dintre gazele de ardere și aer proaspăt la temperatura t_1 ;

c_0 – căldura specifică a aerului proaspăt la temperatura de intrare t_0 .

Ținând cont de conținutul în umiditate d_0 a aerului proaspăt la temperatura t_0 și de conținutul în umiditate d_g al gazelor de ardere la temperatura t_g , umiditatea amestecului realizat, în [g vap. H₂O/kg amestec uscat], ce intră în camera de afumare a produselor, se poate determina cu relația:

$$d_{am} = \frac{d_g \cdot G_{usc} + d_0 \cdot L''_0}{G_{usc} + L''_0} \quad (4.90.)$$

La ieșirea din camera de afumare, amestecul de gaze are o umiditate mai mare deoarece se încălzește cu umiditatea rezultată prin evaporare în timpul procesului de lucru:

$$d_1 = d_{am} + \frac{1000 \cdot W_{evap}}{\rho \cdot V} = \frac{d_g \cdot G_{usc} + d_0 \cdot L''_0}{G_{usc} + L''_0} + \frac{1000 \cdot W_{evap}}{\rho \cdot V} \quad (4.91.)$$

unde: W_{evap} – cantitatea de apă evaporată din produse, în [kg];

ρ – densitatea amestecului, în [kg/m³];

V – volumul de amestec uzat ce iese din instalația de afumare, în [m³].

La obținerea unor preparate din carne este necesară asigurarea unui fum rece, specific desfășurării unor procese tehnologice de maturare (salamuri crude afumate) ce folosesc instalații de afumare la care fumul rezultat prin arderea rumegușului este purificat și răcit la temperatura tehnologică, după care este introdus în camerele de afumare. Pe lângă răcire, fumul este supus și condiționării parametrilor acestuia sub aspectul umidității relative, a densității fumului, a vitezei de circulație a amestecului aer-fum etc.

În figura 4.48. este prezentată schema unei instalații de afumare de tip turn, utilizată pentru afumarea cu fum rece, destinată preparatelor semiafumate și afumăturilor.

Afumătoarea este realizată sub forma unei construcții pe verticală, în interiorul căreia se deplasează un elevator cu cabine. În interiorul cabinelor se introduce un rastel cu carnea supusă afumării și care trece prin toate zonele turnului. Fumul este obținut prin arderea rumegușului într-un cuptor cu vatră și grătar. Pentru afumarea cu fum rece, instalația este prevăzută cu o baterie pentru răcirea fumului.

Atunci când turnul este încărcat cu produse se pune în funcțiune generatorul de fum și instalația mecanică de transport. Odată cu pătrunderea fumului în interiorul turnului se pornește exhaustorul și prin intermediul unor clapete de admisie a aerului se reglează cantitatea și densitatea fumului. După terminarea afumării se oprește generatorul de fum și se face o aerisire bună a turnului, după care sunt evacuate cărucioarele cu rame pentru produse. Turnul de afumare se poate utiliza din nou după unele măsuri de întreținere.

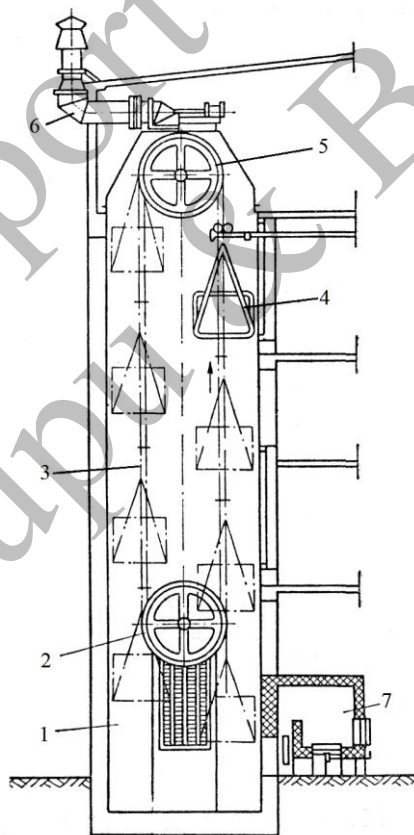


Fig. 4.48. Turn de afumare la rece: 1- turn afumare; 2- cap de întindere; 4- cărucioare cu rame pentru produse; 5- mecanism de acțiune; 6- exhaustor; 7- generator de fum

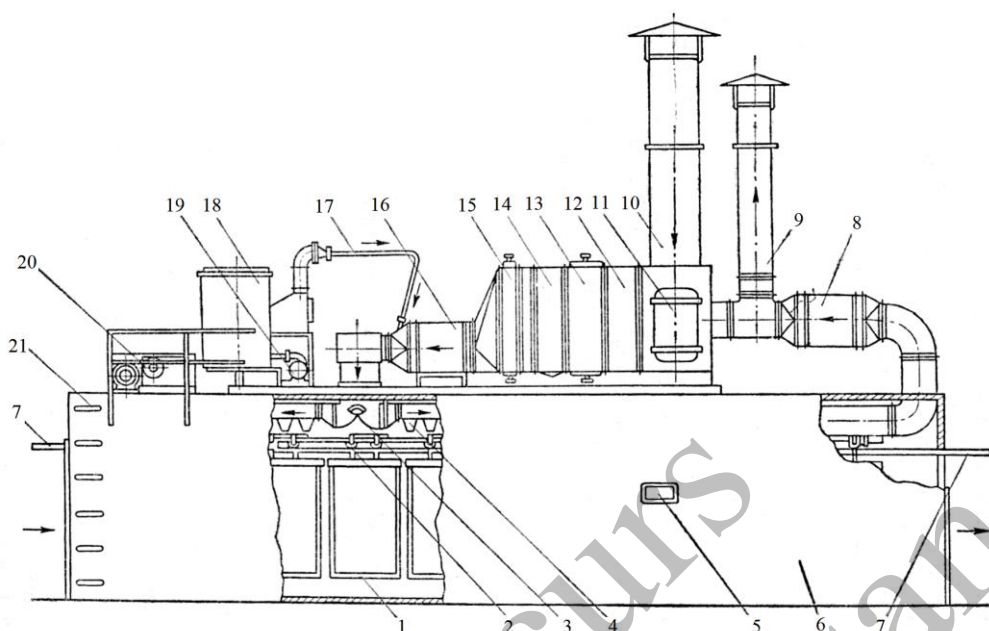


Fig. 4.49. Schema tunelului de afumare la rece: 1- cărucior; 2- conveier de încărcare-descărcare; 3- clapetă reglare amestec fum-aer; 4- duze; 5- vizor; 6- corp tunel; 7- linie aeriană; 8- conductă pentru amestec aer-fum; 9- coș evacuare amestec aer-fum; 10- canal admisie aer proaspăt; 11- ușă de vizitare; 12- filtru aer; 13- baterii de răcire; 14- separator picături; 15- baterie încălzire; 16- ventilator axial; 17- racord admisie fum; 18- generator de fum; 19- ventilator centrifugal; 20- grup acționare; 21- scară

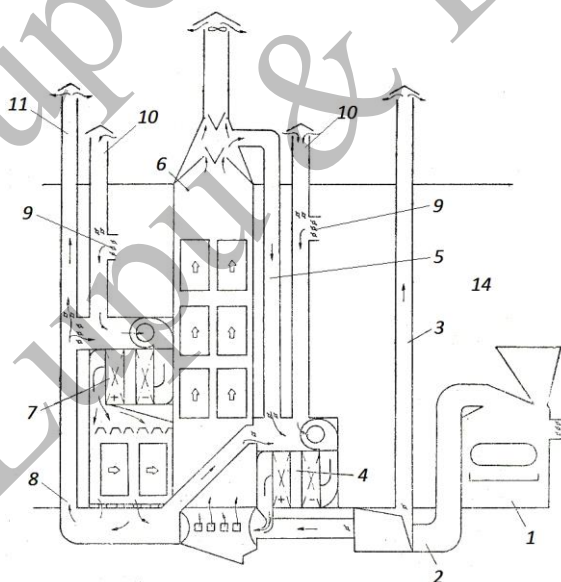


Fig. 4.50. Schema unei instalații de afumare la rece și condiționare (zvântarea produselor) de tip turn dublu: 1- generator de fum; 2- canal de fum; 3- conductă evacuare fum; 4- agregat de condiționat aerul pentru afumare la rece; 5- canal recirculare; 6- turn de afumare; 7- agregat de condiționat aerul pentru zvântare; 8- canal pentru amestec uzat de la zvântare; 9- jaluzele admisie aer atmosferic; 10- admisie aer proaspăt; 11- evacuare aer uzat

Pentru afumarea cu fum rece se poate folosi tunelul de afumare a cărei schemă este prezentată în figura 4.49. Acesta este destinat afumării preparatelor din carne prin condiționarea parametrilor tehnologici ai amestecului aer-fum precum temperatura, umiditatea relativă, densitatea fumului, viteza de circulație a amestecului aer-fum.

Tunelul este format dintr-o construcție izolată termic, prin care se deplasează un conveier cu produsele supuse afumării, la cele două capete fiind închis cu uși speciale prevăzute cu sisteme de etanșare. Instalația are prevăzut un generator de fum, o instalație de condiționare de unde fumul este trimis în camera de amestec cu aer proaspăt și de aici în spațiul de lucru, cu recircularea amestecului de aer-fum în proporție de 85-90 %. Agregatele de condiționare necesare tunelurilor de afumare la rece sunt amplasate deasupra acestora, împreună cu generatoarele de fum.

În practică, se folosesc instalații de afumare și condiționare a produselor din carne, care sunt supuse operațiilor de zvântare sau preuscare, respectiv afumare la rece. Pentru aceasta, ele sunt prevăzute cu agregate de condiționare a aerului pentru zona de zvântare și de condiționare a amestecului aer-fum pentru zona de afumare la rece (fig. 4.50.)

Agregatele de condiționare a aerului lucrează cu amestec de aer uzat (recirculat) și aer proaspăt din atmosferă. Agregatele de condiționare a amestecului aer-fum folosesc aer recirculat din zona de zvântare sau de afumare, cu aer proaspăt, succesiunea teoretică a diverselor faze de lucru, pentru cele două agregate, fiind trasate pe diagrame de tipul $i - x$.

Pentru a asigura condițiile optime de desfășurare a proceselor tehnologice, aceste instalații de afumare sunt prevăzute cu sisteme automatizate de condiționare a parametrilor tehnologici, schema unui astfel de sistem fiind prezentat în figura 4.51.

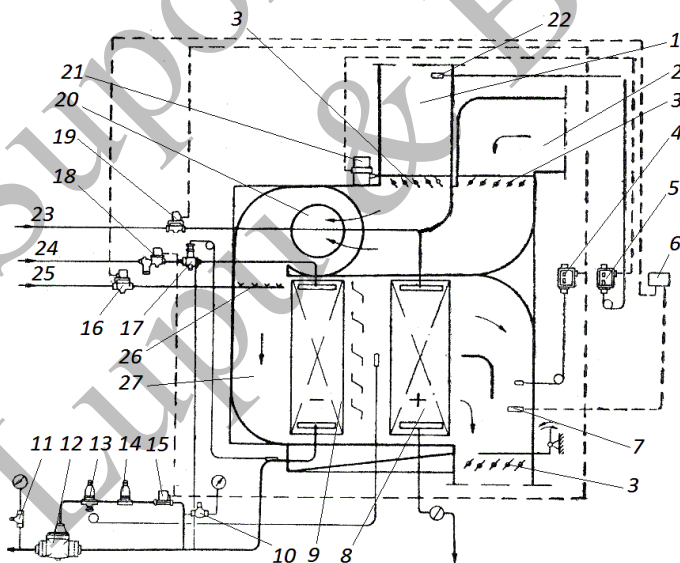


Fig. 4.51. Schema unui sistem automatizat de condiționare: 1- admisie aer proaspăt; 2- aer recirculat; 3- clapete de reglare; 4- termostat cu trei poziții; 5- termostat comandă motor clapete; 6- higrostat; 7- senzor higrostat; 8- baterie încălzire; 9- baterie răcire; 10,11- ventil; 12- valvă principală; 13- valvă cu comandă termostatică; 14- valvă cu comandă presostatică; 15- valvă cu comandă electromagnetă; 16,18,19- robinet electromagnetic; 17- reductor termostatic de presiune; 20- ventilator; 21- motor acționare clapete aer; 22- senzor aer proaspăt; 23- admisie vapori încălzire; 24- admisie agent frigorific; 25- admisie abur; 26- duze umidificare aer; 27- cameră umidificare

Aerul proaspăt și cel recirculat sunt aspirați de către ventilator, debitul lor fiind reglat de către clapetele acționate prin intermediul unui motor a cărui comandă este dată de către termostat. În raport cu temperatura aerului proaspăt, prin intermediul clapetelor se reglează raportul aer proaspăt-aer recirculat. Amestecul de aer este refulat de către ventilator și trimis în camera de umidificare unde, în funcție de starea lui se face umidificarea (prin pulverizarea de abur) sau dezumidificarea prin condensarea parțială a apei pe elementele bateriei de răcire, comanda fiind dată de către un higrostat a cărui element sensibil este plasat în conducta de evacuare a amestecului de aer.

Admisia agentului frigorific în bateria de răcire a amestecului de aer este comandată și reglată prin intermediul unui reductor termostatic de presiune. Înaintea acestuia este montat un robinet electromagnet cu trei poziții și una neutră, având posibilitatea să comande, prin intermediul unor robineti electromagnetici, circuitul de răcire sau circuitul de încălzire, în funcție de semnalul primit de la senzorul plasat în conducta de evacuare a amestecului de aer. Comanda bateriei de încălzire se face tot în sistem automat, prin reglarea debitului de vapori de încălzire în funcție de temperatura amestecului de aer din conducta de evacuare.

Prin reglarea raportului amestecului de aer, a temperaturii și umidității acestuia în mod continuu, se asigură realizarea unor parametri optimi pentru instalația de afumare la rece. Aerul astfel condiționat se amestecă cu fumul la introducerea în turnul de afumare, fapt ce permite protejarea instalației de condiționare de eventualele depuneri de zgură și gudroane din fum.

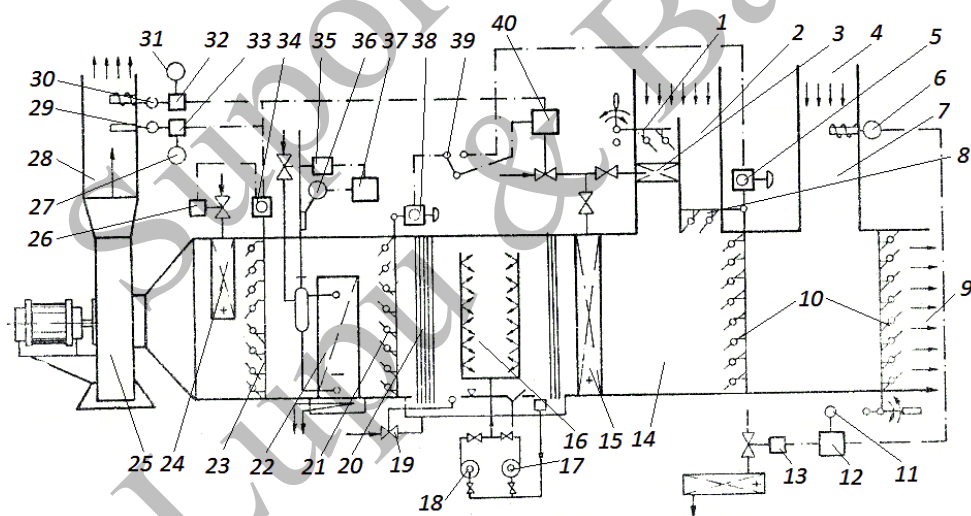


Fig. 4.52. Schema unei instalații de condiționare pentru camerele de uscare-maturare la fabricarea salamurilor crude maturate: 1- jaluzele admisie aer proaspăt; 2- canal admisie aer proaspăt; 3- baterie preîncălzire; 4- admisie aer recirculat; 5,34,38- servomotor acționare jaluzele; 6,29,30,36- traductor temperatură; 7- canal aspirație aer uzat; 8,10,21,23- registru jaluzele; 9- evacuare aer uzat în atmosferă; 11,27,31- potențiomtru; 12,32,33,37- regulator; 13,26,35,40- ventil electromagnet; 14- cameră amestec; 15- preîncălzitor; 16- cameră umidificare; 17,18- pompă recirculare; 19- robinet admisie apă proaspătă; 20- separator picături; 22- răcitor aer; 24- postîncălzitor; 25- ventilator aspirație; 28- canal evacuare aer condiționat spre camerele de maturare; 39- comutator regim iarnă-vară

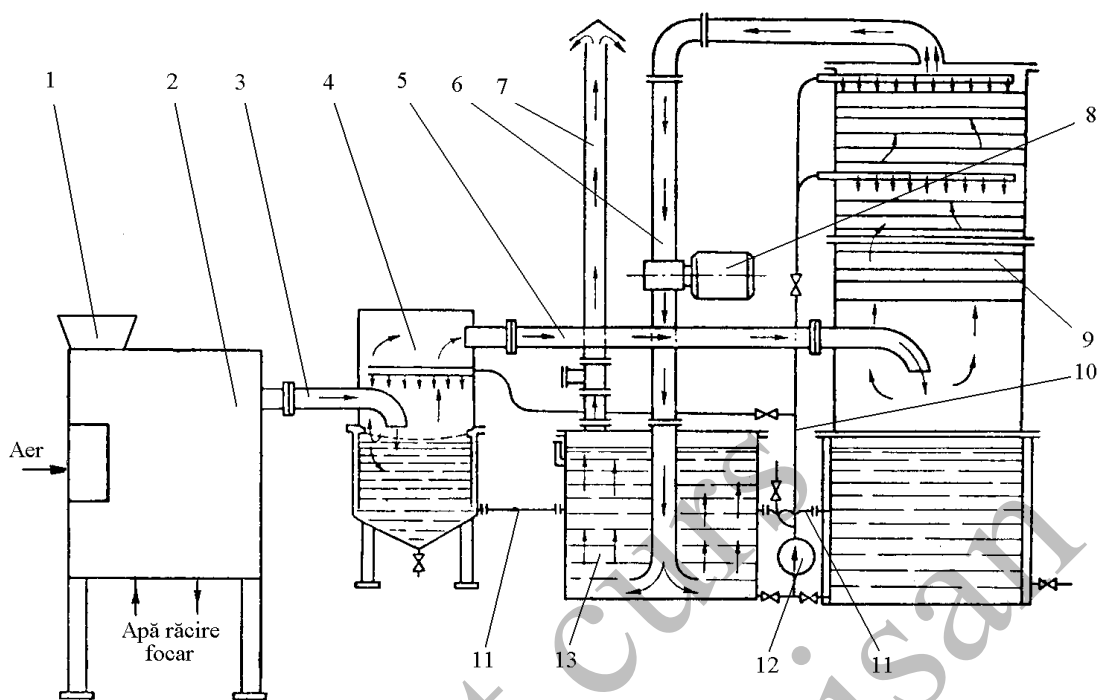


Fig. 4.53. Schema instalației de obținere a lichidelor de afumare: 1- coș alimentare cu rumeguș; 2- focar, 3- conductă fum; 4- cameră de spălare fum; 5,6- conductă transport fum; 7- coș evacuare fum spălat; 8- electroventilator; 9- coloană absorbție; 10- conductă recirculare apă; 11- conducte de legătură; 12- pompă recirculare; 13- cameră barbotare

Fumul rezultat din arderea rumegușului (figura 4.53.) este trimis în camera de spălare unde, prin pulverizarea apei, sunt antrenate și dizolvate componentele utile din fum. Fumul spălat conține încă o parte consistentă de principii utile, de aceea este trecut într-o a doua cameră de absorbție, prevăzută cu rame metalice și stropită cu apă recirculată din camera de spălare. Pentru a reține toate componentele fumului, acesta este trecut sub presiune și barbotează apa din camera de barbotare, după care este evacuat în atmosferă. Pentru a reduce consumul de apă și implicit costurile cu concentrarea lichidului de afumare, apa se recirculă din cele trei camere de lucru, până la atingerea unei anumite concentrații în compuși ai fumului, moment în care procesul se oprește iar lichidul rezultat se filtrează și se concentrează în instalații speciale.

O altă metodă de afumare a cărnii o constituie afumarea în câmp electric de înaltă tensiune, numită și afumare electrostatică (figura 4.54.).

Particulele de fum sunt încărcate electric prin ionizare, folosind o sursă de ionizare și se depun pe suprafața cărnii datorită forțelor electrostatice. Ajunse pe suprafața cărnii, particulele pătrund în interiorul acesteia prin difuziune, conferind în final aroma și gustul specific. Pentru tratamentul termic al cărnii se folosește o instalație cu radiații infraroșii. Instalația este complet automatizată și permite reducerea duratei de afumare, a spațiului necesar pentru afumare, depunerea uniformă a particulelor de fum pe suprafața cărnii, pretându-se la un flux de lucru continuu.

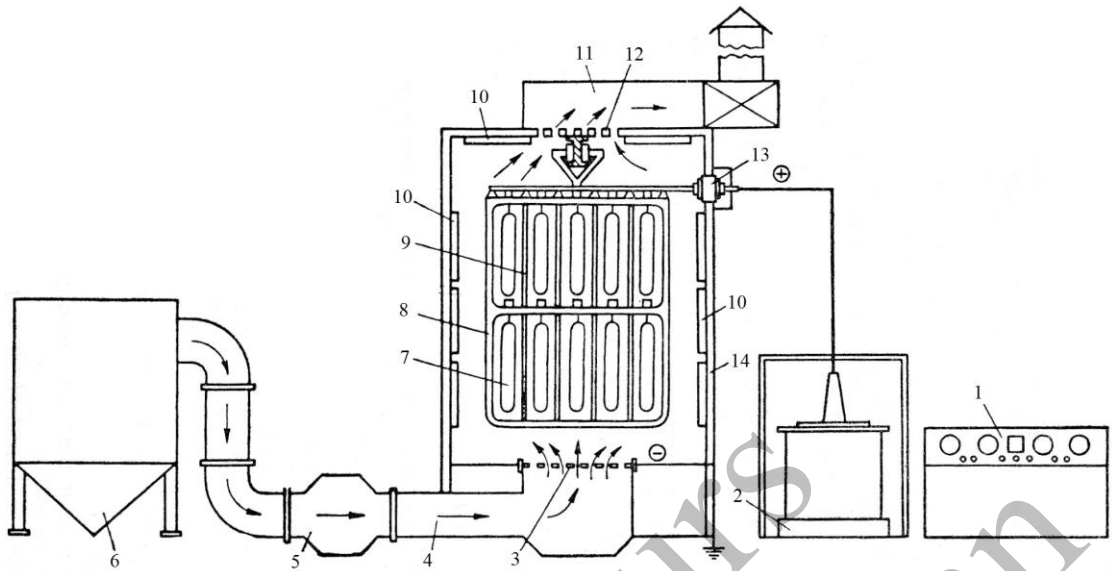


Fig. 4.54. Schema instalației pentru afumare electrostatică: 1- tablou comandă; 2- transformator electric; 3- rețea admisie fum; 4- tub admisie fum; 5- filtru de fum; 6- generator de fum; 7- produse din carne supuse afumării; 8- ramă; 9- electrozi pasivi; 10- panouri radiații infraroșu; 11- tub evacuare fum; 12- linie aeriană de transport; 13- regulator electric; 14- celule de afumare

4.4. Mașini și instalații folosite la fabricarea semiconservelor și conservelor din carne

Pentru fabricarea semiconservelor și a conservelor din carne se folosesc o serie de utilaje descrise anterior, precum mașini de injectat cu ace, malaxoare, șpritzuri pentru umplere, mașini de maturat, cazane de fierbere-pasteurizare, instalații de afumat.

Specific acestor tipuri de produse este ambalarea lor în cutii metalice și care sunt supuse ulterior tratamentului termic de sterilizare.

Umplerea cutiilor cu produse se poate realiza manual sau mecanizat pe mașini speciale de umplut, după care sunt supuse exhaustării. Acest lucru presupune eliminarea aerului din recipient, care are efecte negative asupra calității produsului dacă rămâne în acesta. Pentru eliminarea aerului se pot folosi mai multe procedee: prin umplerea cutiilor cu produse fierbinți (85-95 [°C]), cu preîncălzire prealabilă, cu jet de abur, pe mașini de închis cu vid mecanic.

Cutiile metalice se închid cu capace metalice printr-o îmbinare dublă între marginea capacului și bordura corpului cutiei, rezultând falțul dublu (figura 4.55.). Această operație se realizează pe mașini speciale de închis cutii de conserve semiautomate și automate, cu ajutorul unor role profilate. De închiderea și etanșarea corectă a cutiilor de conserve depinde gradul de alterare microbiologică a produsului, precum și durata de păstrare. De aceea, operația este foarte importantă și controlată cu mare atenție.

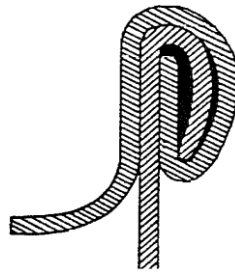


Fig. 4.55. Falț dublu

În urma operației de închidere a cutiilor cu capace se pot obține forme diferite pentru falțul dublu (figura 4.56.). Cu excepția primei variante, celelalte sunt defecte de formare a falțului și care au efecte negative asupra etanșeității ambalajului, respectiv asupra conservabilității produselor.

Formarea falțului dublu, ce realizează etanșarea capacului cu corpul cutiei, se face cu ajutorul unor role speciale (figura 4.57.). Din punct de vedere funcțional, rolele sunt de două feluri: de formare a falțului și de presare a îmbinării rezultate după formare. De aici rezultă și profilul diferit al rozelor și care poate fi realizat pe suprafața exterioară sau interioară a rozelor.



Fig. 4.56. Forme ale falțului dublu: a- normal; b- înalt; c- prea strâns; d- cu creastă; e- cu limbă; f- cu dinte; g- cu buză

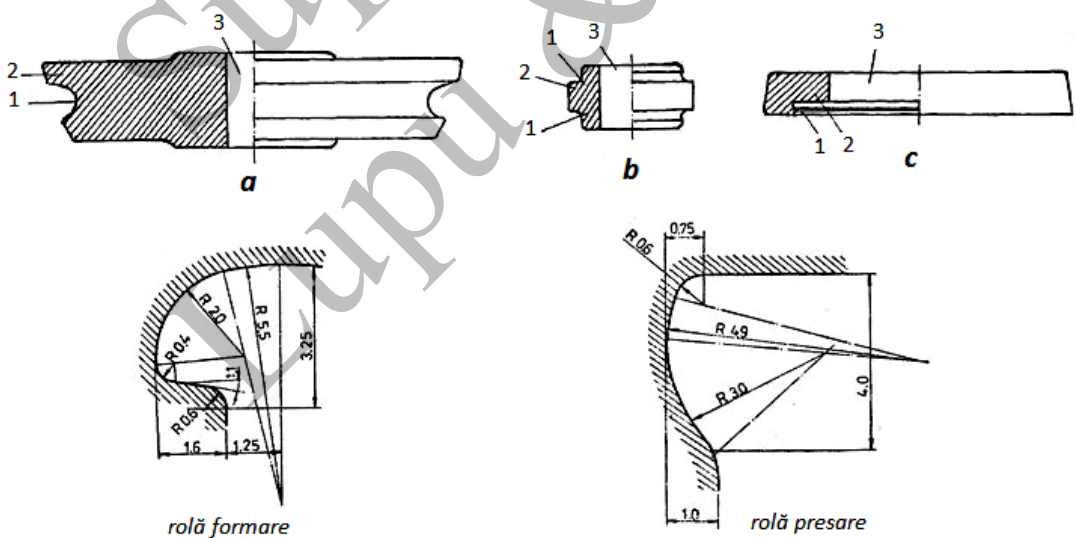


Fig. 4.57. Tipuri de role și construcția profilului: a- cu canal pe exteriorul rolei; b- cu proeminență pe exteriorul rolei; c- cu profil pe interiorul rolei; 1- canalul profilului; 2- corpul rolei; 3- alezaj pentru rulment

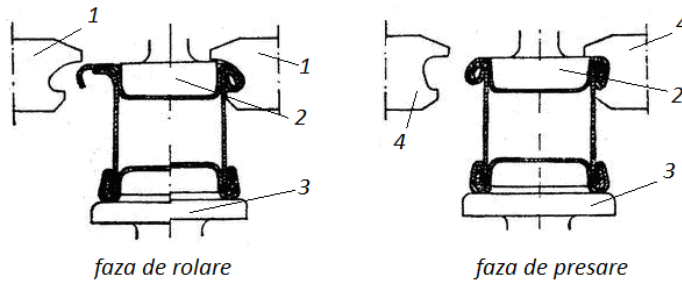


Fig. 4.58. Fazele de lucru la închiderea cutiilor de conserve

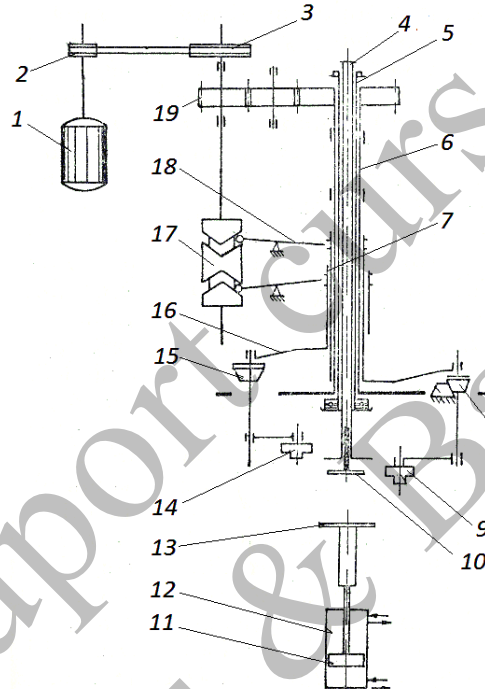


Fig. 4.59. Schema unei mașini de închis cutii sub vid: 1- electromotor; 2- roată curea; 3- curea trapezoidală; 4- tijă plină; 5- ax fix gol; 6- ax; 7- manșon; 8- role limitare; 9- rolă închidere; 10- cap de închidere; 11- piston; 12- cilindru; 13- taler susținere; 14- rolă bordurare; 15- rolă presare; 16- braț; 17- camă; 18- pârghie; 19- angrenaj dințat

Procesul de lucru în cele două faze este prezentat în figura 4.58. Cutia metalică este așezată pe talerul mașinii 3, în timp ce la partea superioară este așezat capacul pe cutie și menținut prin intermediul capului de închidere 2. În faza de rolare, rola 1 apasă asupra întregii margini a capacului realizând îndoirea și introducerea bordurii capacului sub bordura părții superioare a cutiei metalice. În faza de presare, rola 4 apasă asupra îmbinării și determină strângerea și formarea finală a falțului.

În figura 4.59. este prezentată schema de principiu a unei mașini de închis cutii la care exhaustarea se face cu ajutorul vidului mecanic. Operatorul introduce cutia umplută cu capacul pus în compartimentul prevăzut cu rolele de lucru. După închiderea compartimentului se face racordarea acestuia la instalația de vid după care mașina execută automat operația de închidere.

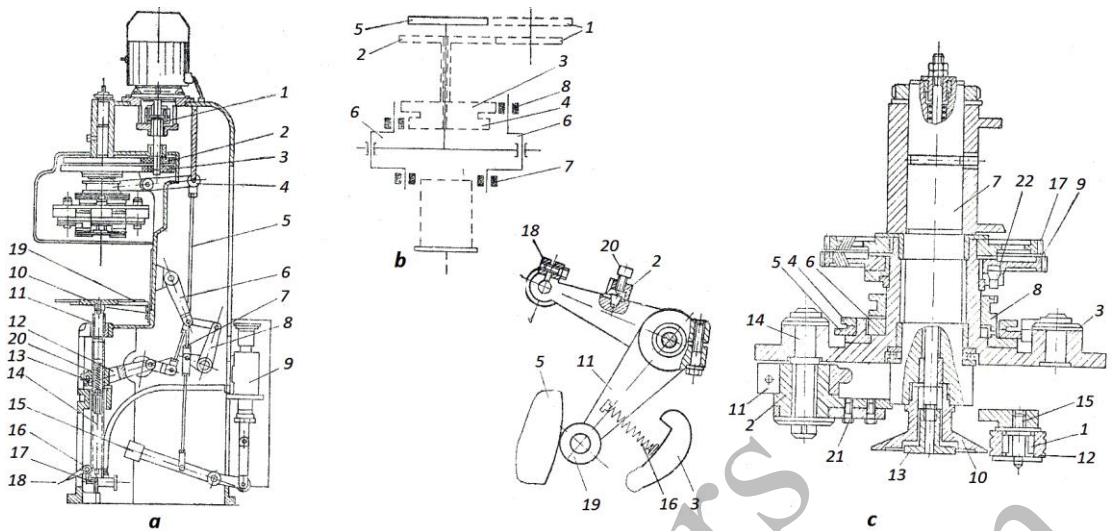


Fig. 4.60. Schema unei mașini semiautomate pentru închis cutii de conserve: **a- structura generală a mașinii:** 1- cuplaj; 2,3- roți dințate; 4- pârghie; 5,7- tirant; 6,8- bielă; 9- cilindru pneumatic; 10- teler suport cutii; 11- spindel cu arc; 12- furcă; 13- șurub; 14- ax gol; 15- pedală; 16- bolț; 17- pistonas; 18- pedală acționare cilindru pneumatic; 19- masă primire cutii; 20- arc; **b- schema cinematică:** 1- roți dințate; 2- roată dințată pentru acționarea camelor; 3,4- came ce pun în mișcare caruselul cu role de închidere; 6- bielem; 7- role închidere cutie; 8- role presare pe came; **c- sistemul de închidere al mașinii semiautomate:** 1- rulmenți rolă închidere; 2- bielă de susținere a rolei de presare pe camă; 3- planșaiabă; 4,5- camă; 6- inel; 7- ax gol; 8- cuplaj; 9- roată dințată liberă de planșaiabă; 10- cap de închidere (piston); 11- bielă; 12- rolă închidere; 13- împingător; 14,18,21- bolț; 15- bolț filetat; 16- arc; 17- roată antrenare carusel cu role de închidere; 19- rolă de presare pe camă; 20- șurub de reglaj a presării rolelor pe came; 22- bolț cu arc.

Pentru închiderea cutiilor de conserve sunt utilizare mașini de închis semiautomate (figura 4.60.) sau automate, cu sau fără cameră de vid.

Sterilizarea termică a conservelor de carne este operația de bază din cadrul procesului tehnologic de fabricație. Chiar dacă transferul de căldură este mult mai greu decât la produsele în vrac, prin tratarea termică a produselor ambalate se asigură o creștere semnificativă a duratei de păstrare a acestora. Mai mult decât atât, crește securitatea alimentelor prin faptul că fiind ambalate, ele nu mai intră în contact cu mediul și se elimină riscul unei reinfestări după tratamentul termic. Sterilizarea termică a produselor ambalate în recipiente se poate face prin încălzire indirectă cu abur saturat, cu apă caldă, cu aer cald în convecție forțată sau prin încălzire directă la flacără. Cele mai utilizate metode sunt cele cu abur saturat, respectiv cu apă caldă.

Din punct de vedere al regimului de lucru, instalațiile se pot împărți în: instalații cu funcționare discontinuă și instalații cu funcționare continuă.

Instalațiile de sterilizare cu funcționare discontinuă poartă denumirea de autoclave și au avantajul că se pot folosi pentru diferite mărimi de recipiente, respectiv regimuri de lucru (temperatură-timp), consumul de agent termic fiind mai mare ca la instalațiile continue. După modul de așezare a produselor, autoclavele pot fi orizontale sau verticale.

Autoclavele orizontale sunt mai răspândite în practică față de cele verticale și se construiesc în mai multe variante:

- autoclave orizontale cu coșuri în mișcare de rotație, fără economizor (Lubeca);
- autoclave orizontale cu coșuri în mișcare de rotație, cu economizor (Rotomat, Atmos, Lubeca);
- autoclave statice, fără economizor, cu mediul de răcire și încălzire în circulație, cu sau fără schimbător de căldură (Lubeca);
- autoclave statice, cu economizor, cu mediul de răcire și încălzire în circulație (Lubeca);
- autoclave statice, cu schimbător de căldură cu plăci pe circuitul de răcire (Jumbo Lagarde, Panini).

Din punct de vedere al agentului termic autoclavele statice orizontale sunt de tipul cu abur, cu amestec abur-aer și sistem de omogenizare, cu dușuri cu apă și cu imersare în apă, în timp ce autoclavele rotative orizontale sunt de tipul cu abur și aer, cu dușuri cu apă și cu imersare în apă.

Principiul de lucru al autoclavei statice orizontale, având ca agent termic aburul și aerul, este prezentat în figura 4.61. Cutiile cu produsul ce urmează a fi sterilizat se introduc în interiorul autoclavei cu ajutorul unor cărucioare de tip rastel. Astfel, se deschide capacul 1, se introduc cărucioarele cu cutii, se închide capacul și se începe procesul tehnologic de sterilizare. Aburul este adus în autoclavă prin conducta 4 și injectat prin orificiile 3 în interiorul autoclavei. Pentru îmbunătățirea schimbului termic prin robinetul 8 se introduce aer sub presiune. Uniformizarea temperaturii în interiorul spațiului de lucru se face cu ajutorul ventilatorului 10 care, aspiră aburul injectat, prin spațiul dintre cărucioarele tip rastel, spre capacul posterior 2, după care, îl trimite prin canalele 9 și de aici printre cărucioarele tip rastel, închizând astfel circuitul. După încălzirea și menținerea la temperatura de sterilizare, se face răcirea cutiilor prin stropirea cu apă rece din rampa cu duze 5, apa și condensul fiind evacuate prin conducta 6. După depresurizarea camerei de lucru cu ajutorul robinetului 7, se deschide capacul 1 și se scot cărucioarele, după care procesul de lucru se poate relua.

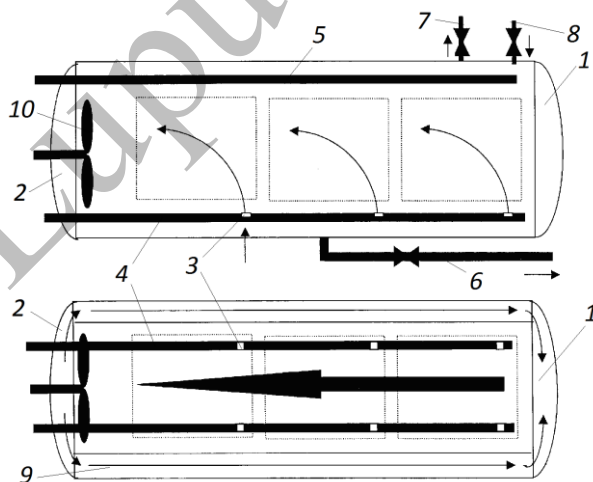


Fig. 4.61. Modul de lucru al autoclavei statice orizontale cu abur și aer

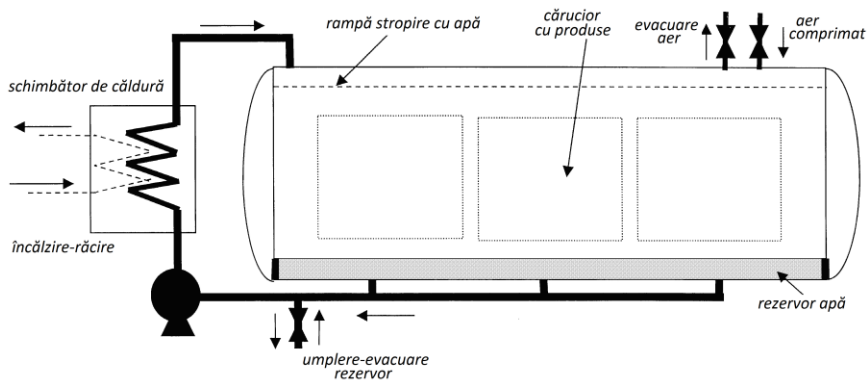


Fig. 4.62. Modul de lucru al autoclavei statice orizontale cu dușuri cu apă

Autoclava statică orizontală cu dușuri de apă (figura 4.62.) are în construcția sa un rezervor de apă situat la partea inferioară a camerei de lucru și un schimbător de căldură exterior, capabil să realizeze atât încălzirea, cât și răcirea apei, în funcție de faza de lucru. După introducerea cărucioarelor cu produse în interiorul autoclavei, pompa preia apa din rezervor, o trimite prin schimbătorul de căldură unde este încălzită și din rampă este distribuită sub formă de stropi fini peste produsele supuse tratamentului termic. Pentru îmbunătățirea condițiilor de schimb de căldură se introduce în autoclavă aer sub presiune. După încălzirea și menținerea la temperatura de sterilizare, schimbătorul de căldură trece pe modul de răcire, apa recirculată asigurând faza de răcire a produselor la temperatura stabilită prin diagrama de sterilizare. Înainte de scoaterea cărucioarelor cu produse se face depresurizarea autoclavei.

Autoclava statică orizontală ce lucrează prin imersia produselor în apă (figura 4.63.) asigură în permanență nivelul apei peste cel al produselor, preîncălzirea apei fiind realizată într-un vas separat, prin injecție de abur, după care este pompată în camera de lucru și încălzită la temperatura de sterilizare tot prin injecție de abur. Schimbul de căldură este foarte ridicat, deoarece transmiterea căldurii se face prin conducție, dar are alte dezavantaje cum ar fi cel al cantității mari de apă utilizată, respectiv consum mare de abur.

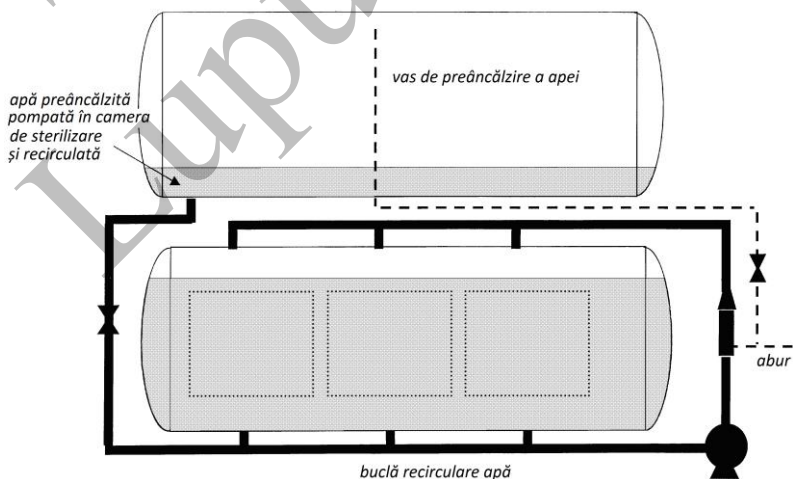


Fig. 4.63. Modul de lucru al autoclavei statice orizontale prin imersie

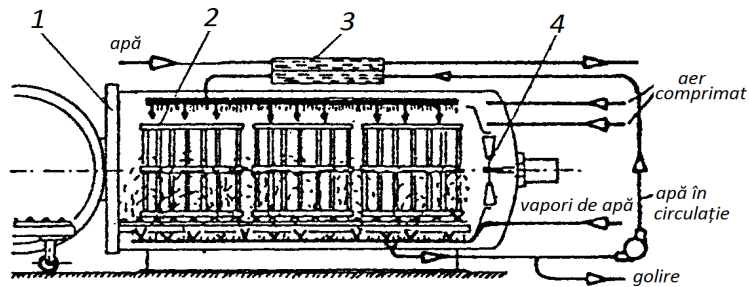


Fig. 4.64. Autoclava Jumbo Lagarde: 1- corp autoclavă; 2- coșuri; 3- schimbător de căldură; 4- ventilator

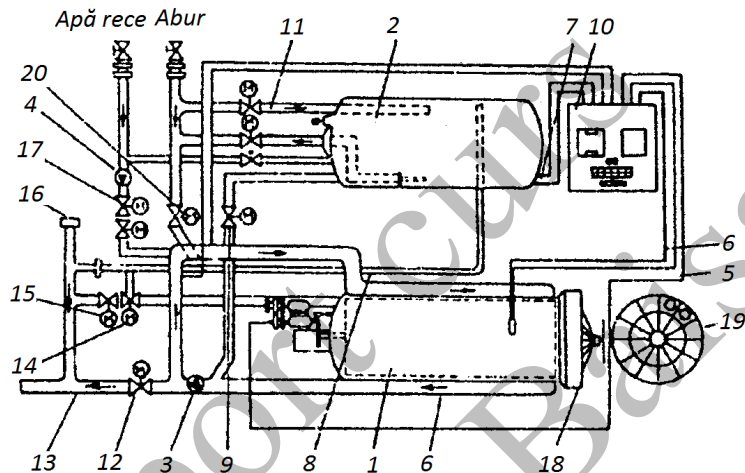


Fig. 4.65. Schema autoclavei Rotomat-Atmos: 1- corp sterilizare; 2- rezervor apă caldă; 3- pompă; 4- pompă apă rece; 5,6,7- relee; 8- conductă dezaerare; 9- ventil legătură; 10- tablou comandă; 11- conductă abur; 12,14- ventil; 13- conductă evacuare; 15- depresurizare; 16- conductă aer; 17- ventil apă rece; 18- capac etanșare; 19- turometru; 20- manometru.

Autoclava din figura 4.64. este de tip statică, dar realizează sterilizarea în atmosferă de abur. Condensul rezultat este recirculat cu o pompă pentru a putea fi folosit ca apă de răcire, după ce trece printr-un schimbător de căldură cu plăci, în contracurent cu apa de rețea care se încălzește.

Răcirea finală a recipientelor se realizează cu apă de la rețea sub presiune. Inițial se poate face o prerăcire cu aer, care este distribuit în corpul autoclavei cu un ventilator.

Autoclava Rotomat-Atmos din figura 4.65. este prevăzută cu un vas de presiune cu barbotor de abur pentru încălzirea apei și cu o serie de racorduri pentru alimentarea cu apă rece, abur și apă fierbinte, respectiv pentru evacuarea apei fierbinți. Coșurile cu ambalaje se află în mișcare de rotație pe tot ciclul de încălzire-sterilizare-răcire.

Autoclava statică verticală are, în principiu, modul de funcționare din figura 4.66. După introducerea lăzilor cu produse se închide capacul și se injectează abur pe la partea inferioară și aer sub presiune pe la partea superioară. După încălzirea și menținerea la temperatura de sterilizare, se oprește injecția de abur și se trece la răcirea cutiilor cu apă rece și depresurizarea autoclavei. La finalul ciclului de lucru se deschide capacul și se scot lăzile cu produse.

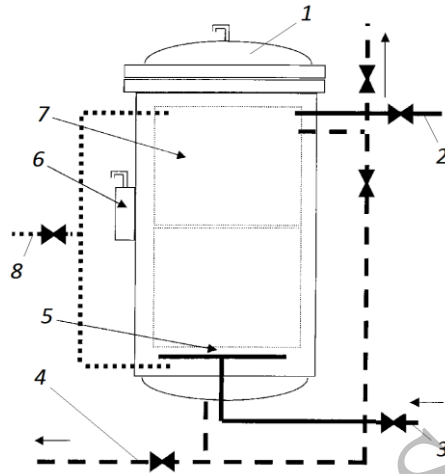


Fig. 4.66. Schema de principiu a autoclavei statice verticale: 1- capac; 2- aer sub presiune; 3- abur sub presiune; 4- scurgere apă; 5- rampă injecție abur; 6- tablou comandă; 7- lăzi cu produse; 8- conductă cu apă rece

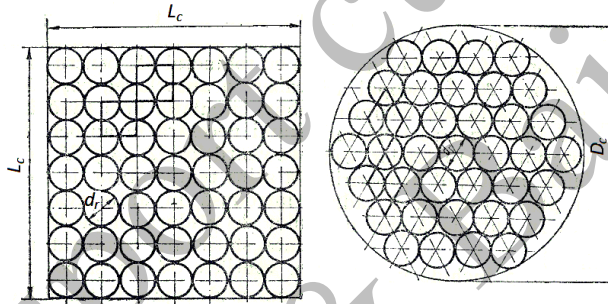


Fig. 4.67. Modul de așezare a recipientelor în coșuri

Productivitatea autoclavei depinde de mărimea spațiului de lucru, de durata ciclului de sterilizare, forma și modul de așezare a cutiilor în coșuri (figura 4.67.).

Coșurile folosite pentru așezarea cutiilor sunt de formă cubică cu latura L_c , respectiv de formă cilindrică cu diametrul D_c și înălțimea H_c . Pentru o cutie (recipient) cu diametrul d_r și înălțimea h_r , numărul de cutii ce intră într-un coș va fi:

- pentru coșurile cubice:

$$n = \frac{L_c^3}{d_r^2 \cdot h_r} = \left(\frac{L_c}{h_r} \right)^2 \cdot \frac{L_c}{h_r} \quad (4.92.)$$

- pentru coșuri cilindrice:

$$n = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{D_c^2}{\sqrt{3} \cdot d_r^2} \cdot \frac{H_c}{h_r} \quad (4.93.)$$

Pentru durata unui ciclu de lucru, τ , în [min], productivitatea unei autoclave, în [recipiente/h], va fi:

$$W = 60 \cdot \frac{n}{\tau} \quad (4.94.)$$

Calculul termic al autoclavei se face din punct de vedere tehnologic, determinând consumul de abur necesar pentru încălzire și menținere la temperatura de lucru, respectiv cantitatea de apă necesară răcirii produselor, pe baza ecuațiilor de bilanț caloric.

Aburul este necesar pentru încălzirea până la temperatura de sterilizare și menținerea sa pe durata acestei faze, în timp ce apa este necesară pentru răcirea autoclavei cu recipiente de la temperatura de sterilizare la temperatura tehnologică, specifică următoarei faze din procesul tehnologic de fabricație. Bilanțurile termice se întocmesc pentru cele trei faze succesive ale procesului de sterilizare discontinuă.

Pentru faza de încălzire, când se realizează ridicarea temperaturii tuturor componentelor până la atingerea temperaturii de sterilizare, necesarul total de căldură se obține din ecuația de bilanț termic:

$$Q_I = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \text{ [kJ/șarjă]} \quad (4.95.)$$

Necesarul de căldură pentru aducerea autoclavei la temperatura de sterilizare, Q_1 , se determină cu ajutorul relației:

$$Q_1 = M_a \cdot c_a \cdot (t_s - t_1) \quad (4.96.)$$

unde: M_a – masa autoclavei, în [kg];

c_a – căldura specifică medie a materialului din care este confecționată autoclava, în [kJ/kg·grd];

t_s – temperatura de sterilizare, în [grd];

t_1 – temperatura inițială a autoclavei, în [grd].

Necesarul de căldură pentru aducerea unui coș perforat la temperatura de sterilizare, Q_2 , se determină cu ajutorul relației:

$$Q_2 = M_c \cdot c_c \cdot (t_s - t_2) \quad (4.97.)$$

unde: M_c – masa coșului, în [kg];

c_c – căldura specifică medie a materialului din care sunt confecționate coșurile, în [kJ/kg·grd];

t_2 – temperatura inițială a coșurilor, în [grd].

Pentru coșul de formă cilindrică, la care orificiile reprezintă aproximativ 40 % din suprafața desfășurată, respectiv grosimea tablei, δ_c , și densitatea materialului din care este confecționat, ρ_c , masa unui coș va fi:

$$M_c = 0,6 \cdot \rho_c \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_c^2}{4} + \pi \cdot D_c \cdot H_c \right) \cdot \delta_c \quad (4.98.)$$

Necesarul de căldură pentru încălzirea ambalajului (recipientelor) la temperatura de sterilizare, Q_3 , se determină cu relația:

$$Q_3 = M_r \cdot c_r \cdot (t_s - t_3) = (m_r \cdot n) \cdot c_r \cdot (t_s - t_3) \quad (4.99.)$$

unde: M_r – masa recipientelor fără conținut, în [kg];

c_r – căldura specifică medie a materialului din care sunt confecționate recipientele, în [kJ/kg·grd];

t_3 – temperatura inițială a recipientelor, în [grd];

m_r – masa unui recipient, în [kg];

n – numărul de recipiente dintr-o șarjă.

Necesarul de căldură pentru aducerea conținutului din recipiente la temperatura de sterilizare, Q_4 , se determină cu relația:

$$Q_4 = M_p \cdot c_p \cdot (t_s - t_4) = (m_p \cdot n) \cdot c_p \cdot (t_s - t_4) \quad (4.100.)$$

unde: M_p – masa produsului, în [kg];

c_p – căldura specifică medie a produsului, în [kJ/kg·grd];

t_4 – temperatura inițială a produsului, în [grd];

m_p – masa produsului dintr-un recipient, în [kg].

Necesarul de căldură pentru încălzirea apei până la temperatura de sterilizare, Q_5 , se determină cu relația:

$$Q_5 = M_w \cdot c_w \cdot (t_s - t_5) \quad (4.101.)$$

unde: M_w – masa apei, în [kg];

c_w – căldura specifică a apei, în [kJ/kg·grd];

t_5 – temperatura inițială a apei, în [grd].

Apa necesară sterilizării se determină cu ajutorul relației:

$$M_w = \rho_w \cdot \left[\frac{\pi \cdot D_a^2}{4} \cdot H_a - 0,6 \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_c^2}{4} + \pi \cdot D_c \cdot H_c \right) \cdot \delta_c - n \cdot d_r^2 \cdot h_r \right] \quad (4.102.)$$

unde: D_a și H_a – diametrul autoclavei, respectiv înălțimea autoclavei, în [m].

Necesarul de căldură pentru compensarea pierderilor către mediul exterior se determină cu relația:

$$Q_6 = K \cdot A \cdot (\Delta t_m - t_{ex}) \cdot \tau_1 \quad (4.103.)$$

unde: K – coeficientul global de transfer termic din interiorul autoclavei către mediul exterior, în [kJ/kg·grd];

A – suprafața exterioară a autoclavei, în [m²];

t_{ex} – temperatura mediului exterior, în [grd];

τ_1 – durata fazei de încălzire, în [h/șarjă];

$$\Delta t_m = (\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}) \cdot \frac{1}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}$$

unde: Δt_{\max} și Δt_{\min} – temperatura de condensare a aburului folosit ca agent de încălzire, corespunzătoare presiunii acesteia; $\Delta t_{\max} = t_{ab} - t_5$ și $\Delta t_{\min} = t_{ab} - t_s$.

Având în vedere necesarul de căldură pentru faza de încălzire, Q_l , și faptul că el este asigurat prin condensarea aburului care, la presiunea p are căldura latentă r , în [kJ/kg], atunci consumul de abur pentru faza de încălzire va fi:

$$A_l = \frac{Q_l}{r}, \text{ [kg/șarjă]} \quad (4.104.)$$

Dacă se ține cont de durata fazei de încălzire, atunci debitul orar de abur va fi:

$$A_{lab} = \frac{1}{r} \cdot \frac{Q_l}{\tau_1} \quad (4.105.)$$

Pentru determinarea coeficientului global de transfer termic, K , se fac o serie de ipoteze simplificatoare, iar pentru stabilirea valorii acestuia trebuie cunoscut fluxul caloric sau coeficienții parțiali de transfer termic prin convecție, α_i și α_e , relația de calcul fiind:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (4.106.)$$

unde: δ_a – grosimea peretelui autoclavei, în [m];

λ_a – conductibilitatea termică a materialului din care este executată autoclava, în [W/m·grad].

Pentru faza de sterilizare căldura necesară trebuie să acopere pierderile de căldură în mediul exterior, menținând constantă temperatura la valoarea de sterilizare:

$$Q_{II} = K_s \cdot A \cdot (t_s - t_{ex}) \cdot \tau_2, \quad [\text{kJ}/\text{șarjă}] \quad (4.107.)$$

unde: K_s – coeficientul global de transfer termic pe faza de sterilizare, în [kJ/m²·h·grad]; se determină în mod similar ca la faza de încălzire cu constantele și criteriile de similitudine corespunzătoare temperaturii t_s ;

τ_2 – durata fazei de sterilizare propriu-zisă, în [h].

În mod similar se determină consumul, respectiv debitul de abur necesar pentru faza de sterilizare:

$$A_{II} = \frac{Q_{II}}{r} \quad \text{și} \quad A_{IIab} = \frac{1}{r} \cdot \frac{A_{II}}{\tau_2} \quad (4.108.)$$

Pentru faza de răcire se determină debitul de apă necesar scăderii temperaturii de la valoarea t_s la temperatura finală sau de răcire t_f . Deoarece transmiterea căldurii se desfășoară în regim nestaționar, pentru calcul debitului de apă din faza de răcire se fac unele ipoteze simplificatoare: se consideră că toate părțile metalice au în final aceeași temperatură, apa fierbinte este împinsă din autoclavă de către apa rece fără a se amesteca, în această fază nu mai sunt pierderi de căldură în exterior, iar pentru evacuarea apei se ia o temperatură medie.

Temperatura medie a apei de evacuare se determină cu relația:

$$t_m = \frac{80 + (t_f - 5)}{2} \quad (4.109.)$$

Cantitatea de căldură ce trebuie preluată de către apa de răcire pe durata fazei de răcire:

$$Q_{III} = Q_a + Q_c + Q_r + Q_p, \quad [\text{kJ}/\text{șarjă}] \quad (4.110.)$$

unde: Q_a – căldura preluată de la autoclavă:

$$Q_a = M_a \cdot c_a \cdot (t_s - t_f) \quad (4.111.)$$

Q_c – căldura preluată de la coșul pentru recipiente:

$$Q_c = M_c \cdot c_c \cdot (t_s - t_f) \quad (4.112.)$$

Q_r – căldura preluată de la recipienti fără conținut:

$$Q_r = M_r \cdot c_r \cdot (t_s - t_f) \quad (4.113.)$$

Q_p – căldura preluată de a produs:

$$Q_p = M_p \cdot c_p \cdot (t_s - t_f) \quad (4.114.)$$

Dacă se ține cont de temperatura apei de răcire la intrare, t_{ai} , și căldura specifică a apei, $c_{ap\grave{a}}$, atunci pentru durata de răcire, τ_3 , rezultă debitul de apă necesar:

$$A_{IIIap\grave{a}} = \frac{Q_{III}}{c_{ap\grave{a}} \cdot (t_m - t_{ai}) \cdot \tau_3}, \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \quad (4.115.)$$

Ca urmare a creșterii temperaturii conținutului din recipiente în timpul sterilizării, în interiorul acestora ia naștere o presiune a cărei mărime se poate determina cu ajutorul relației:

$$p_i = (p_{inc} - p_{p\grave{a}nc}) \cdot \frac{1-a}{x-J \cdot a} \cdot \frac{T_{ster}}{T_{inc}} + p_{pster} \quad (4.116.)$$

unde: p_{inc} – presiunea interioară din cutie la închidere;

$p_{p\grave{a}nc}$ – presiunea parțială a vaporilor de apă la temperatura absolută de închidere (se ia din tabele);

a – gradul de umplere a recipientului ($a = 0,85 - 0,95$);

J – coeficient de dilatare a alimentului ($J = 1,008 - 1,060$);

x – creșterea prin dilatare a volumului recipientului ($x = 1,035 - 1,135$ pentru cutii metalice și 1 pentru borcane);

T_{ster} – temperatura absolută de sterilizare;

T_{inc} – temperatura absolută de închidere;

p_{pster} – presiunea parțială a vaporilor de apă la temperatura absolută de sterilizare (se ia din tabele).

Sterilizatoarele cu funcționare continuă sunt instalații complexe care asigură productivități ridicate și consumuri de energie mai mici comparativ cu autoclavele cu funcționare discontinuă. Din punct de vedere constructiv sunt de tip: rotative, hidrostactice, cu închidere mecanică etc.

Sterilizatoarele rotative sunt alcătuite din 2-4 corpuri cilindrice orizontale în care se realizează operațiile de preîncălzire, sterilizare și răcire. Cutiile de conserve se așează în locașuri speciale, iar prin rotirea tamburilor se realizează deplasarea lor în instalație.

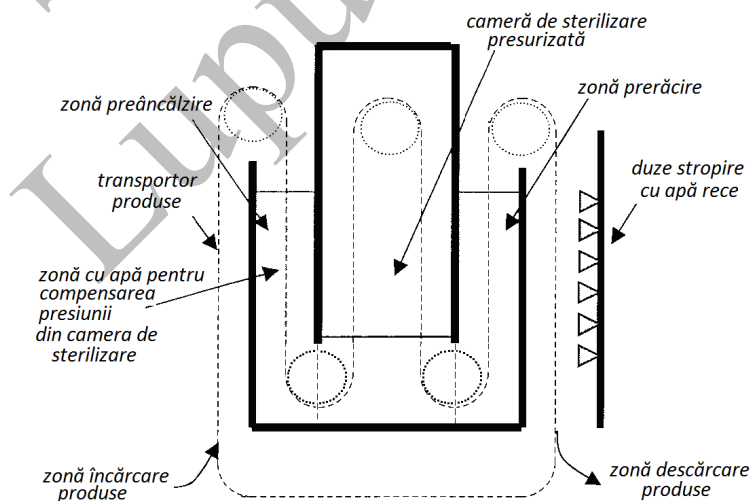


Fig.4.68. Principiul de lucru al sterilizatoarelor hidrostactice

Sterilizatoarele hidrostatice (figura 4.68.) sunt aparate la care presiunea din spațiul de sterilizare este menținută în echilibru hidrostatic cu una sau mai multe coloane de apă, a căror înălțime este în funcție de presiunea corespunzătoare camerei de sterilizare. Aceste aparate au mai multe avantaje, printre care se pot menționa următoarele: reduc șocul termic și de presiune pentru produs, se pot utiliza la toate tipurile de ambalaje, folosesc eficient aburul sau apa, sunt complet automatizate și pot controla foarte bine procesul.

Sterilizatorul Hydromatic (figura 4.69.) este construit din patru turnuri verticale, unul pentru încălzire, al doilea pentru sterilizare, iar celelalte două pentru răcire și uscare. Coloana de încălzire are două ramuri, una ascendentă de alimentare, iar cea descendentă de încălzire cu apă și menținere a presiunii din spațiul de sterilizare. Sterilizarea se face cu abur în turnul doi cu patru ramuri, iar răcirea în ultimele două coloane astfel: într-o ramură a primei coloane se află coloana hidrostatică, în următoarele două ramuri se face răcirea cu dușuri de apă și în ultima ramură uscarea cu aer.

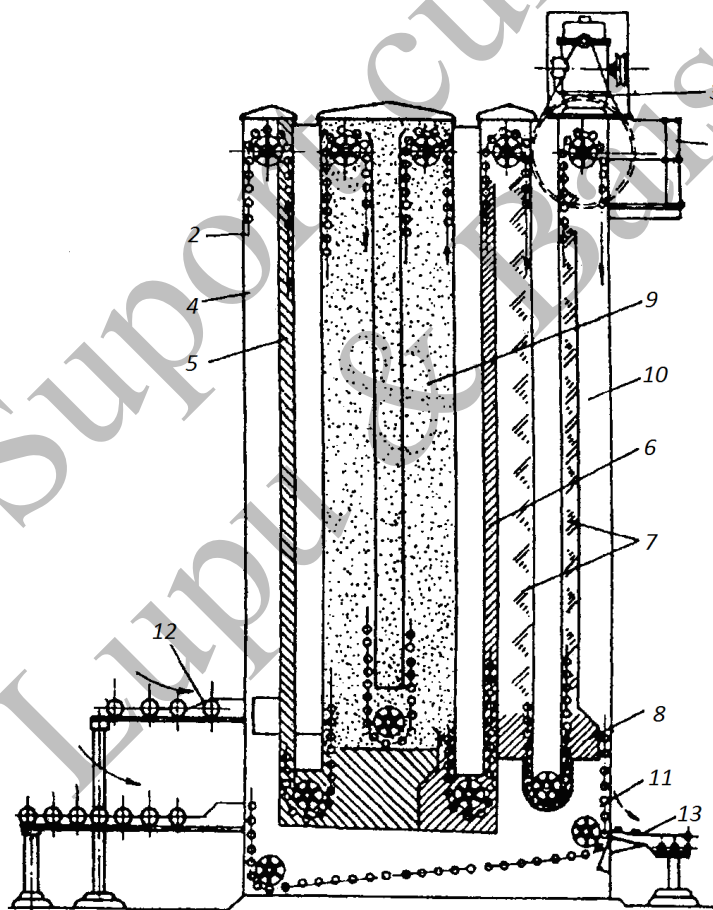


Fig. 4.69. *Sterilizatorul Hydromatic* (Stork): 1- platformă; 2- lanț; 3- variator de turație; 4- turn de intrare; 5- coloană de apă la intrare; 6- coloană de apă rece la ieșire; 7- zonă de răcire cu dușuri; 8- bazin colectare; 9- turn de sterilizare; 10- zonă de uscare; 11- spațiu de coborâre; 12- punct de alimentare; 13- punct de evacuare

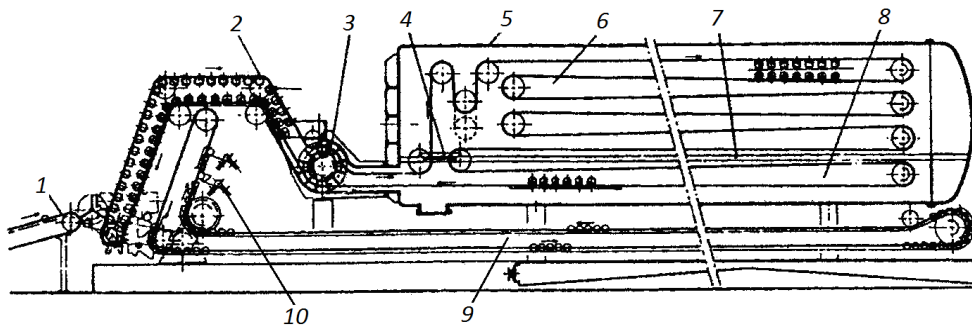


Fig. 4.70. Sterilizatorul Hydrolock: 1- alimentare automată cu recipiente; 2- lanț transportor 3-valvă rotativă; 4- pernă de aer; 5- vas cilindric; 6- compartiment sterilizare cu abur; 7- perete despărțitor; 8- compartiment răcire cu apă; 9- zonă răcire cu aer; 10- descărcare automată

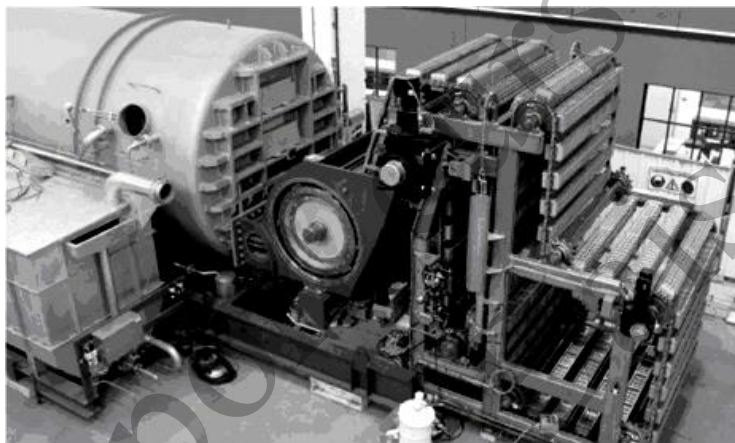


Fig. 4.71. Sistemul de alimentare automată a sterilizatorului Hydrolock

Din categoria sterilizatoarelor cu închidere mecanică cel mai reprezentativ aparat este sterilizatorul Hydrolock (figura 4.70.), folosit la sterilizarea produselor ambalate în cutii metalice, borcane, butelii din materiale plastice sau ambalaje flexibile din materiale complexe pe bază de aluminiu. Sterilizatorul este compus dintr-un vas cilindric orizontal sub presiune, care este separat pe orizontală de un perete în două compartimente: unul de sterilizare cu abur și altul pentru răcire cu apă. Separarea celor două zone distincte este realizată prin intermediul unei perne de aer. Sistemul de alimentare și evacuare a produselor este prezentat în figura 4.71.

În afară de instalațiile prezentate, în practică, se mai folosesc și alte tipuri de aparate ce realizează sterilizarea continuă cu aer cald, gaze de ardere, cu flacără directă, cu radiații infraroșii sau cu microunde.

4.5. Mașini și instalații folosite la prelucrarea materiilor grase

În urma sacrificării animalelor rezultă cantități importante de materii prime grase precum slănina de porc, seul de acoperire și de la rinichi provenit de la bovine și ovine, osânza de la porcine, grăsimile de pe organe și stomac sau rezultate din curățirea pieilor.

Pentru producerea grăsimilor alimentare se folosesc slănina și osânza de la porci, respectiv seul de la curățirea rinichilor bovinelor, celelalte materii prime grase fiind utilizate la producerea de grăsimi industriale sau tehnice.

Procesul tehnologic de obținere a grăsimilor alimentare presupune realizarea unor operații pregătitoare și care au rolul de a cântări, curăța, spăla și răci materia primă rezultată de la abatorizare, iar ca operații de bază: mărunțirea, topirea și răcirea.

Curățirea și spălarea materiilor grase urmărește îndepărtarea materiilor negrase aderente, serozități, sânge și alte impurități, aceste operații fiind realizate în spații cu temperatură scăzută.

Mărunțirea materiei grase urmărește distrugerea mecanică a țesutului conjunctiv și elastic ce susțin celulele de grăsime și eliberarea mai ușoară a acestora, mărirea suprafeței de schimb de căldură și favorizarea topirii, respectiv creșterea randamentului în grăsime topită (și care depinde de gradul de mărunțire).

Separarea grăsimii alimentare din materia grasă se poate realiza prin mai multe procedee:

- separare fizică, prin încălzire cu ajutorul energiei termice, CIF sau impulsuri hidromecanice;
- separare chimică, cu soluții de hidroxid de sodiu;
- separare prin extracție cu solvenți;
- separare folosind enzime.

În practică, se procedează la topirea materiei grase prin încălzire cu agent termic și separarea de faza negrasă pe separatoare de tip centrifugal.

Răcirea are ca scop aducerea temperaturii grăsimilor alimentare până la valori la care acestea solidifică și pot fi ambalate în pachete, cutii sau lădițe.

Operația de bază este topirea grăsimilor, este realizată în instalații cu funcționare continuă.

Mărunțirea materiei grase poate fi grosieră, realizată cu ajutorul unui volf sau fină cu ajutorul unor dezintegratoare. Unele instalații de topire au în construcția lor și un rezervor intermediar pentru fluidizare (figura 4.72.), ce realizează o topire parțială a materiei grase înainte de a fi trimisă către dezintegrator.

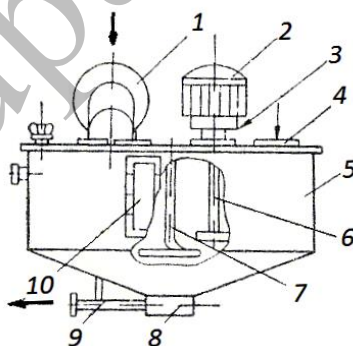


Fig. 4.72. Schema unui rezervor pentru fluidificare și topire parțială: 1- racord intrare abur; 2- electromotor; 3- reductor; 4- racord intrare materie grasă; 5- cameră de lucru; 6- agitator mecanic; 7- barbotor cu abur; 8- colector material fluidificat și topit; 9- evacuare material fluidificat și topit; 10- fereastră vizitativă

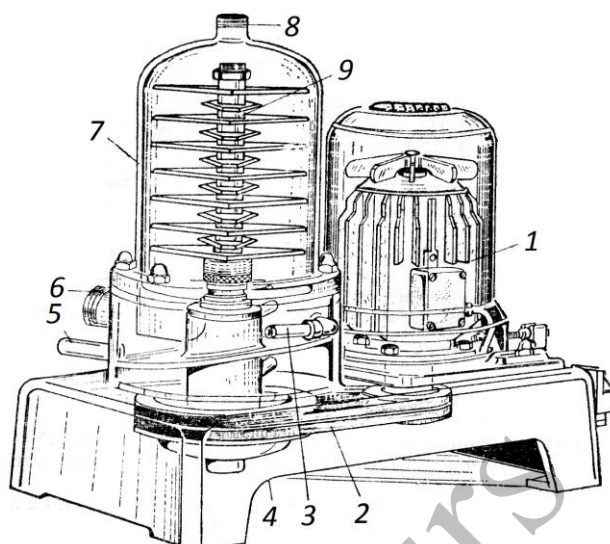


Fig. 4.73. Construcția unui dezintegrator cu cuțite pentru materii grase

Materia grasă este introdusă în camera de lucru unde este încălzită și topită parțial cu ajutorul aburului. Pentru uniformizarea căldurii, dar și pentru o fluidizare mai bună, în interiorul camerei de lucru este montat un agitator metalic.

În construcția liniilor de topire a masei grase se folosesc, de regulă, mașini de dezintegrat cu cuțite, de tipul celei din figura 4.73. Materia grasă este introdusă prin gura de alimentare 8 în camera de lucru 7 unde, prin intermediul electromotorului 2 și a transmisiei cu curele trapezoidale 2, axul cu cuțite 9 realizează o mărunțire a ei, evacuarea masei grase mărunțite fiind realizată prin gura de evacuare 6. Întregul ansamblu este montat pe postamentul 4. Pentru spălarea dezintegratorului se introduce soluția de spălare prin racordul 3, axul cu cuțite fiind în mișcare de rotație și este evacuată prin racordul 5.

După mărunțire și fluidificare, materia grasă este încălzită până la topirea întregii grăsimi și trimisă în aparatele de separare. Aici grăsimea lichidă este separată de masa negrasă și trimisă către aparatele de răcire.

Pentru separarea grăsimii topite se folosesc separatoare centrifugale cu talere, respectiv separatoare centrifugale orizontale. Principiul de lucru al unui separator centrifugal cu talere este prezentat în figura 4.74.

Centrifuga este alcătuită dintr-o tobă rotativă 6 antrenată în mișcare de axul 7, prevăzută cu talerele 8, plasată într-o carcasă fixă 5. La partea superioară a carcasei sunt plasate două capace fixe 2 și care delimitează zone de evacuare a materialului supus centrifugării. Materialul topit este introdus în toba rotativă prin axul tubular 1, ajunge pe talerele perforate și ca efect al forței centrifuge se separă astfel: materialul negras sub formă de nămol, cu masa specifică cea mai mare, este împins și evacuat prin racordul 9; grăsimea (untura) topită este trimisă de către talere spre partea superioară, trece prin orificiile 3 (având masa specifică cea mai mică) și este evacuată prin racordul 10; masa cleioasă sau apa de clei este trimisă la partea superioară de către talere, separată de untură prin intermediul orificiului 3 și evacuată prin racordul 4.

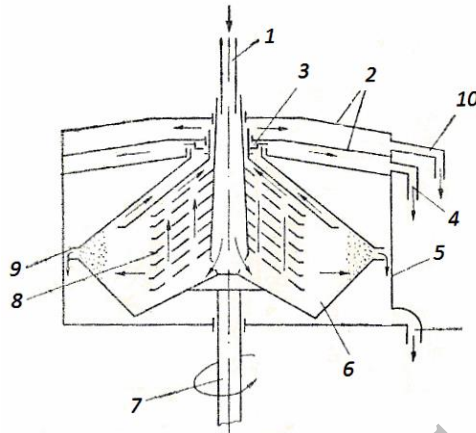


Fig. 4.74. Principiu de lucru al separatorului cu talere

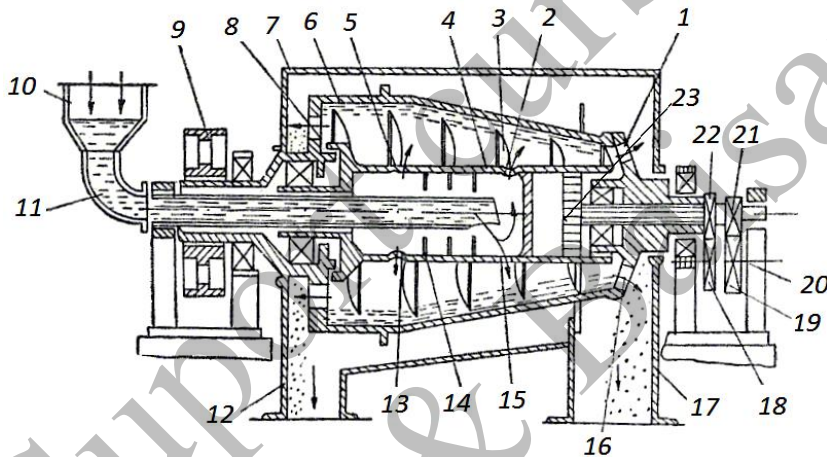


Fig. 4.75. Schema unei centrifuge orizontale: 1- fereastră; 2,5,13,15- orificii; 3- melc; 4- ax tubular; 6- tobă rotativă; 7- carcasă centrifugă; 8- orificii evacuare untură; 9- roată antrenare tobă; 10- pâlnie alimentare; 11- conductă alimentare; 12- canal evacuare untură; 14- discuri; 16- jumări; 17- canal evacuare jumări; 18,19,21,22- roți dințate; 20- cadru centrifugă; 23- disc

Centrifuga orizontală (figura 4.75.) este alcătuită, în principal, dintr-o tobă rotativă, antrenată printr-o roată de curea și un ax tubular prevăzut la exterior cu o spiră melcată. Masa grasă lichidă este adusă în interiorul tobei prin pâlnia de alimentare mai întâi în interiorul axului tubular, de unde trece prin niște orificii cu rol de reglare a debitului. Ca efect al forței centrifuge și mișcării de rotație a melcului, materialul este împins către peretele interior al tobei. Grăsimea și apa sunt dirijate de peretele conic al tobei către zona cilindrică, de unde sunt evacuate, în timp ce masa grasă (jumările) este împinsă către partea îngustă a conului și după formarea unui strat de o anumită grosime, presată și eliminată de către melc într-o pâlnie de evacuare.

Răcirea grăsimii separate se poate face în aparate schimbătoare de căldură cu plăci, de la temperatura de topire până la o valoare care asigură încă fluiditatea acesteia.

Răcirea finală se face în aparate care coboară temperatura grăsimii spre solidificare, făcând posibilă ambalarea ei sub formă de pachete. Pentru aceasta se folosesc agenți de răcire de tip saramură, amoniac sau freoni, instalațiile fiind prevăzute cu dispozitive de răzuire a grăsimii solidificate de pe pereții schimbătorului de căldură.

În cazul mărunțirii cu preîncălzire într-o mașină de mărunțit tip volf, bilanțul de materiale are forma:

$$M_0 + A_1 = M_1 \quad (4.117.)$$

unde: M_0 – masa materiei grase ce intră în volf, în [kg];

M_1 – masa rezultată de la volf, în [kg];

A_1 – cantitatea de abur direct folosită la preîncălzire, în [kg].

Ecuatia bilanțului termic pentru această etapă este:

$$A_1 \cdot r = M_0 \cdot c_m \cdot (t_1 - t_0) + Q_{p1} = M_0 \cdot c_m \cdot (t_1 - t_0) + (\pi \cdot D_1 \cdot L_1) \cdot \alpha_{cr} \cdot (t_{p1} - t_a) \cdot \tau \quad (4.118.)$$

unde: r – căldura latentă de condensare a aburului direct, în [kJ/kg];

c_m – căldura specifică a materiei grase pentru temperatura medie a materialului $(t_0 + t_1)/2$, în [kJ/kg·grd];

t_0, t_1 – temperatura inițială și finală a materiei grase, în [grd];

Q_{p1} – căldura pierdută prin convecție și radiație de suprafața exterioară a tubului, în [kJ];

S_1, D_1 – suprafața exterioară, respectiv diametrul tubului de preîncălzire, în [m²], respectiv în [m];

α_{cr} – coeficient de transmitere a căldurii prin convecție și radiație, în [kJ/m²·h·grd];

t_{p1} – temperatura peretelui tubului, în [grd];

t_a – temperatura mediului în care se află instalația, în [grd];

τ – durata de prelucrare a materiei grase, în [h].

Pentru faza de depozitare și încălzire cu topire parțială ecuația de bilanț de materiale este:

$$M_1 + A_2 = M_2 + W_2 \quad (4.119.)$$

unde: A_2 – cantitatea de abur direct folosit pentru topire la depozitare;

M_2 – masa rezultată după depozitare și topire parțială;

W_2 – cantitatea de apă evaporată la suprafața liberă a lichidului din vasul de depozitare, care antrenează și gazele;

Bilanțul termic al acestei faze este:

$$A_2 \cdot r = M_1 \cdot c_{m1} \cdot (t_2 - t_1) + r_t \cdot M' + W_2 \cdot r_v + Q_{p2} \quad (4.120.)$$

În relația de mai sus:

$$W_2 = A_{t2} \cdot K \cdot (p - \phi \cdot p') \cdot \tau \quad (4.121.)$$

$$Q_{p2} = S_2 \cdot \alpha_{cr2} \cdot (t_{p2} - t_a) = \left[\pi \cdot D_2 + 2 \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \right] \cdot \alpha_{cr2} \cdot (t_{p2} - t_a) \quad (4.122.)$$

unde: c_{m1} – căldura specifică a materialului din vasul de depozitare, în [kJ/kg·grd];

t_2 – temperatura materialului ieșit de la depozitare, în [grd];

r_t – căldura latentă de topire a grăsimii, în [kJ/kg];

M' – masa grăsimii topite din totalul grăsimii conținute de materia primă (cca. 15%);

W_2 – cantitatea de apă evaporată la suprafața liberă a lichidului, în [kg];

r_v – căldura latentă de vaporizare a apei, în [kJ/kg];
 A_{l2} – suprafața liberă a lichidului, în [m²];
 Q_{p2} – pierderile de căldură prin suprafețele laterale ale vasului, în [kJ];
 K – coeficient de proporționalitate în funcție de viteza aerului la suprafața liberă a masei topite, în [kg/m²·h·mmHg];
 p – presiunea parțială a vaporilor de apă la temperatura masei topite, în [mmHg];
 p' – presiunea parțială a vaporilor de apă la temperatura aerului de deasupra masei topite, în [mmHg];
 φ – umiditatea relativă a aerului de deasupra masei topite, în %;
 τ – durata de lucru, în [h];
 S_2, D_2, H_2 – suprafața laterală a vasului de depozitare, diametrul, respectiv înălțimea vasului;
 α_{cr2} – coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție și radiație la vasul de depozitare, în [kJ/m²·h·grd];

t_{p2} – temperatura peretelui vasului de depozitare, în [grd].

Pentru faza de încălzire și dezintegrare ecuația bilanțului de materiale este:

$$M_2 + A_3 = M_3 \quad (4.123.)$$

unde: M_3 – masa rezultată după încălzire-dezintegrare;

A_3 – cantitatea de abur direct folosit pentru încălzire.

În mod corespunzător se scrie și ecuația de bilanț termic:

$$A_3 \cdot r = M_2 \cdot c_{m2} \cdot (t_3 - t_2) + r_v \cdot M'' + Q_{p3} \quad (4.124.)$$

$$Q_{p3} = S_3 \cdot \alpha_{cr3} \cdot (t_{p3} + t_a) = (\pi \cdot D_3 \cdot H_3) \cdot \alpha_{cr3} \cdot (t_{p3} + t_a) \quad (4.125.)$$

unde: c_{m2} – căldura specifică a materialului din tubul de încălzire, în [kJ/kg];

t_3 – temperatura materialului la ieșirea din tubul de încălzire, în [grd];

M'' – masa de grăsime topită în operația de încălzire-dezintegrare (85 % din total);

α_{cr3} – coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție și radiație la încălzire, în [kJ/m²·h·grd];

t_{p3} – temperatura peretelui vasului de încălzire, în [grd];

D_3, H_3 – dimensiunile vasului.

Dacă separarea grăsimii din masa topită se face cu ajutorul unei centrifuge orizontale, atunci bilanțul de materiale are forma:

$$M_3 = M_4 + M_j \quad (4.126.)$$

unde: M_4 – masa grăsimii rezultate la centrifugare;

M_j – masa jumărilor rezultate la centrifugare.

Pentru păstrarea materialului înainte de a fi introdus la instalațiile de răcire, acesta trebuie menținut la temperatura cu care iese la centrifugă (t_4), pentru aceasta fiind consumată o cantitate de abur, astfel că bilanțul de materiale va fi:

$$M_4 + A_4 = M_5 + W_4 = M_5 + K \cdot A_{l4} \cdot (p - \varphi \cdot p') \cdot \tau \quad (4.127.)$$

unde: M_5 – masa de material gras rezultată, în [kg];

W_4 – cantitatea de apă evaporată la suprafața liberă a lichidului și care antrenează și gazele, în [kg];

A_4 – cantitatea de abur direct folosită la încălzire, în [kg];

A_{l4} – suprafața liberă a lichidului din vas, în [m²].

Ecuția bilanțului termic are forma:

$$A_4 \cdot r = M_4 \cdot c_{m4} (t_4 - t_3) + W_4 \cdot r_v + Q_{p4} = M_4 \cdot c_{4m} \cdot (t_4 - t_3) + W_4 \cdot r_v + S_4 \cdot \alpha_{cr4} \cdot (t_{p4} - t_a) \quad (4.128.)$$

unde: c_{m4} – căldura specifică a materialului, în [kJ/kg];

S_4 – suprafața de schimb de căldură, în [m²];

α_{cr4} – coeficientul de transmitere a căldurii prin convecție și radiație la încălzire, în [kJ/m²·h·grd];

t_{p4} – temperatura peretelui vasului de încălzire, în [grd].

Dacă separarea grăsimii se face cu ajutorul unei centrifuge separatoare cu talere, ecuația bilanțului de materiale are forma:

$$M_5 + W_a = M_u + W_{ac} + M_n \quad (4.129.)$$

unde: W_a – cantitatea de apă fierbinte care intră în separatorul centrifugal, în [kg];

M_u – masa unturii rezultate după separare, în [kg];

W_{ac} – cantitatea de apă de clei, în [kg];

M_n – masa nămolului rezultat după separare, în [kg].

În figura 4.76. este prezentată schema de principiu a unei instalații de prelucrare a materiilor prime grase.

Materia primă este adusă la mașina de mărunțit de tip volf 1, prevăzută cu mecanism de tăiere normal. Gâtul volfului este cuplat la țeava 2 în care se introduce abur pentru încălzirea materialului tocat și care, devenind fluid, curge în rezervorul intermediar 3. Acest rezervor este prevăzut cu un mecanism de agitare a materialului, precum și cu un termoregulator ce asigură menținerea constantă a temperaturii, prin reglarea debitului de abur.

Materialul mărunțit și topit parțial este preluat de către pompa cu roți dințate 4 și trimis în preîncălzitorul 5, unde se injectează abur direct, după care ajunge în dezintegratorul cu cuțite 6. Aici are loc distrugerea mecanică a țesutului gras, favorizând separarea grăsimii și continuarea topirii acesteia, rezultând în final grăsimi, condens și particule de țesut conjunctiv.

Amestecul de la dezintegrator curge în gura de alimentare a centrifugei orizontale 7, rezultând două faze: jumări și amestec grăsimi-apă. Amestecul grăsimi-apă se supune unei ultime încălziri în rezervorul intermediar 8 (prevăzut și el cu termoregulator ce asigură menținerea constantă a temperaturii prin reglarea debitului de abur), după care, cu ajutorul pompei 9 este trecut la separatorul centrifugal cu talere 10, pentru separarea finală, de unde rezultă untură purificată, apă de clei și nămol.

Untura colectată este pompată la schimbătorul de căldură cu plăci 11, unde este răcită la 35-40 [°C] pentru a putea fi ambalată în lădițe parafinate sau căptușite cu hârtie pergaminată. Dacă ambalarea se face în pachete, untura se răcește în aparate de tip țeavă în țeavă până la solidificarea ei.

Instalația de prelucrare a materiilor grase din figura 4.77. are în componența ei o centrifugă de mărunțire a materiei grase, concomitent cu încălzirea și topirea ei. O primă separare a emulsiei grăsimi-apă de jumări se face în separatorul centrifugal orizontal, urmând ca separarea finală a unturii să se facă în separatoare centrifugale cu talere.

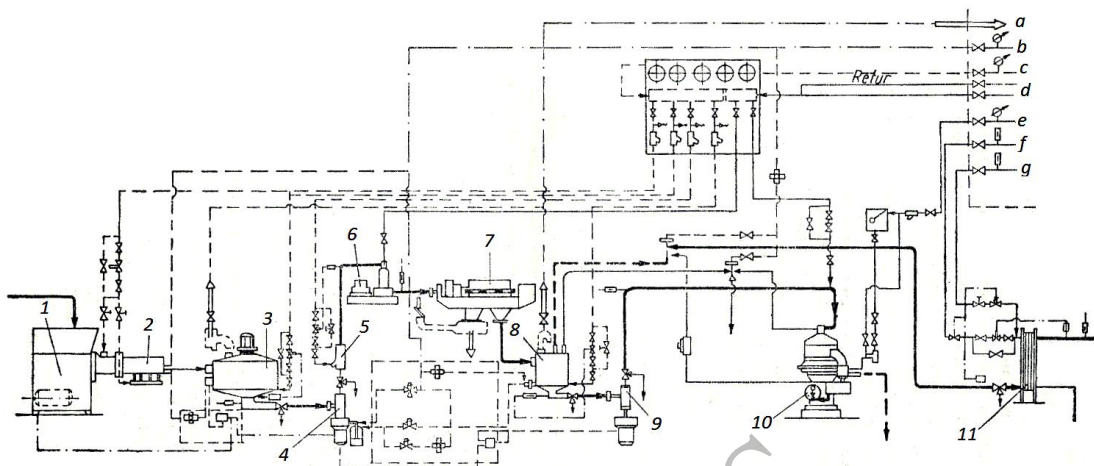


Fig. 4.76. Schema unei instalații de prelucrare a materiilor grase: a- evacuare aer; b- aer comprimat; c- abur primar; d- apă caldă, 30 [°C]; e- purjare apă; f- apă rece, 10 [°C]; g- apă caldă, 60 [°C]

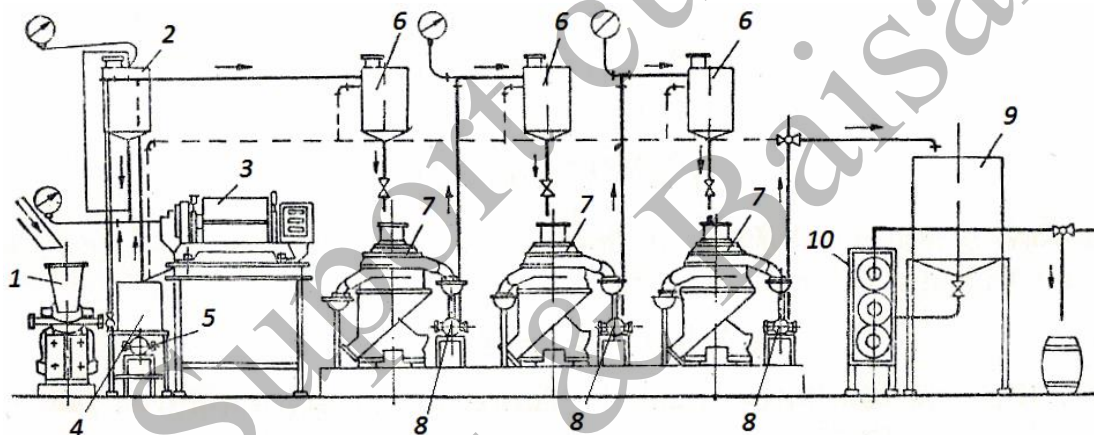


Fig. 4.77. Schema unei instalații de prelucrare a materiilor prime grase: 1- rezervor primire materie primă grasă topită; 2- centrifugă încălzitoare; 3- centrifugă orizontală; 4- rezervor emulsie grăsime-apă; 5- pompă centrifugală; 6- rezervor grăsime; 7- centrifugă separatoare cu talere; 8- pompă transport; 9- rezervor untură topită; 10- răcitor

V. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA SUBPRODUSELOR ȘI DEȘEURILOR DIN INDUSTRIA CĂRNII

În urma procesului de abatorizare și de prelucrare industrială a cărnii rezultă subproduse și deșeuri cu valoare nutritivă ridicată, o clasificare a lor în funcție de proveniență fiind următoarea:

- subproduse și deșeuri de abator;
- subproduse și deșeuri de la prelucrarea cărnii.

În grupa subproduselor se regăsesc capul de la animale cu părțile componente, organe interne, picioare, copite, coarne, coada, oase, sânge, glande endocrine, grăsimile, intestine, stomac etc.

Din grupa deșeurilor (resturilor necomestibile), se pot menționa: curățitura de la pieile de animale, franjuri de slănină, seu, cărnuri confiscate, organele necomestibile, curățitura de pe intestine și burți, conținutul stomacal etc.

5.1. Mașini și utilaje pentru prelucrarea capului, organelor interne și a produselor de triperie

Prelucrarea capetelor animalelor. După curățire, capetele sunt despicate pentru recoltarea creierului, limbii și glandele (epifiza și hipofiza). După ce se îndepărtează buzele și ochii, se desprinde carnea de pe maxilarul inferior, oasele rezultate fiind trimise către secția de făină furajeră sau prelucrare în alte scopuri.

Despicarea carcaselor se poate face cu ajutorul fierăstrăului acționat mecanic, electric sau pneumatic, respectiv cu ajutorul unor mașini de despicat căpățâni (figura 5.1.).

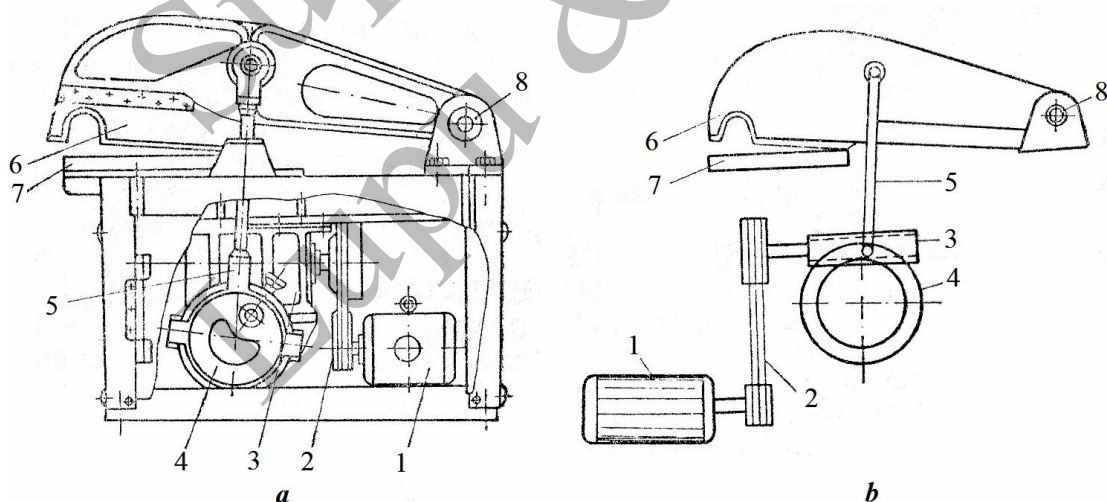


Fig. 5.1. Schema unei mașini de despicat capete de porc și vită: a- schema mașinii; b- schema mecanismului de acționare: 1- electromotor; 2- transmisie cu curele trapezoidale; 3- melc; 4- excentric cu colier; 5- bielă; 6- cuțit; 7- masă; 8- articulație

Prelucrarea organelor comestibile. Datorită conținutului în săruri minerale, vitamine și proteine, organele comestibile reprezintă categoria cea mai valoroasă din punct de vedere nutritiv. Aici se regăsesc organe precum limba, creierul, ficatul, inima, plămânii, rinichii, splina, ugerile de la bovine, iar prelucrarea lor se face imediat după recoltare și constă în separarea serozităților, a învelișurilor, a resturilor de vase de sânge și limfatice, resturi de grăsime, spălarea cu apă și controlul sanitar-veterinar. Organele comestibile se comercializează ca atare sau se folosesc ca și materii prime la fabricarea unor preparate sau conserve din carne.

Prelucrarea subproduselor în scop chimico-farmaceutic. În această categorie se găsesc o serie de glande endocrine și organe care, după recoltare se prelucrează imediat în spații amenajate special și cu un înalt grad de igienă, fiind separate de serozități, grăsime, tendoane, țesut conjunctiv, sânge, urmată de conservare până la introducerea în procesul tehnologic de obținere a substanțelor cu rol farmaceutic. În funcție de modul de conservare avem:

- conservarea prin congelare: hipofiza, tiroida, glande suprarenale, pancreas, ovare, testicule, pulmonii, ficat, splina, rinichi, inima, creier, măduva;
- conservarea prin sărare: timus, tiroida, glande suprarenale;
- conservare cu substanțe chimice: hipofiza, epifiza, paratiroidale, bila.

Prelucrarea subproduselor de triperie. Aici sunt incluse burțile, picioarele de bovine, picioarele, urechile și cozile de la porci. Burțile se golesc de conținut, se spală, se degresează, se opăresc, se îndepărtează stratul submucos și se toaletesază. Degresarea burților constă în opărirea lor la 60-65 [°C] timp de 2-3 [min] și curățirea într-o centrifugă (figura 5.2.).

Toba fixă are montat pe interior lame de oțel cu muchii ascuțite, în timp ce discul rotativ are montat lame din oțel dispuse sub un anumit unghi față de rază. Materialul este introdus în spațiul de lucru, discul este pus în mișcare de rotație de la un electromotor, prin intermediul unui angrenaj melc-roată melcată. Corpul cilindrului este prevăzut cu o ușiță pentru evacuarea produsului după curățire. La partea superioară a cilindrului este montată o țevă circulară perforată, prin care se introduce apa fierbinte, la 70-80 [°C]. În urma frecării cu muchiile și lamele din oțel are loc procesul de degresare, favorizat și de prezența apei calde. În unele cazuri se procedează la opărirea burților cu apă la 100 [°C], urmată de răcire rapidă cu apă rece pentru așa zisa întărire a acestora.

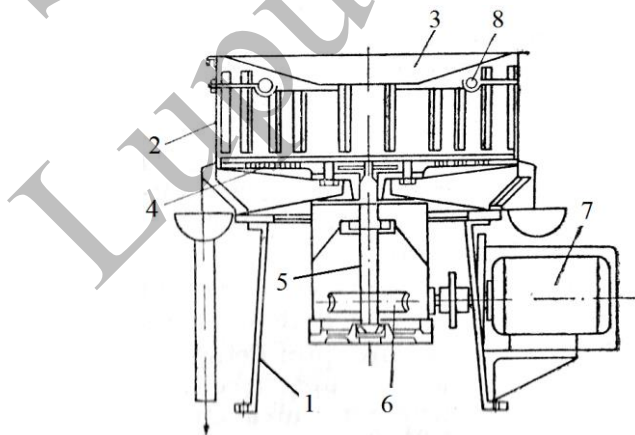


Fig. 5.2. Schema unei centrifuge de opărire și curățire a burților: 1- postament; 2- tobă fixă; 3- gură încărcare; 4- disc rotativ; 5- ax vertical; 6- reductor melc; 7- electromotor; 8- conductă admisie apă fierbinte

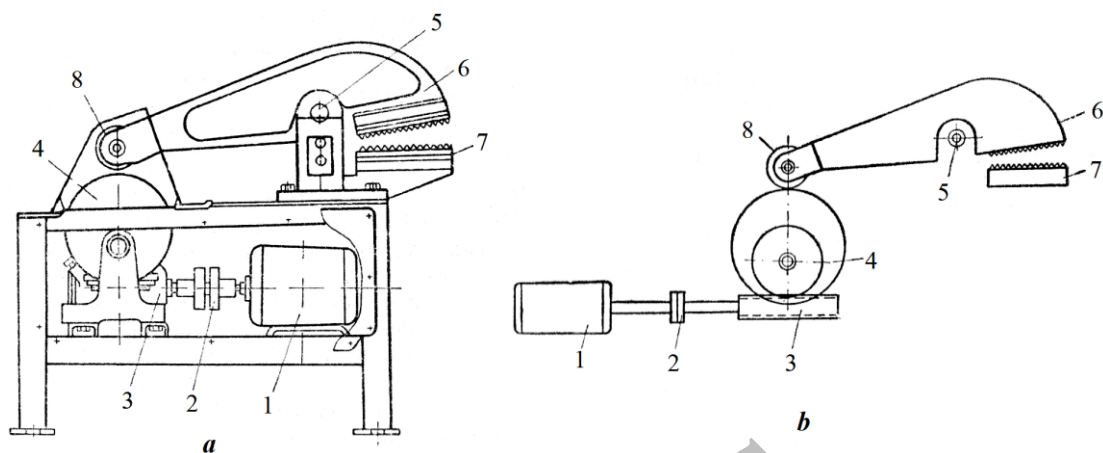


Fig. 5.3. Schema unei mașini de dezongulat picioare de bovine: a- schema mașinii; b- schema cinematică de acționare: 1- electromotor; 2- cuplaj elastic; 3- reductor melcat; 4- excentric; 5- ax de balansare; 6- falcă mobilă; 7- falcă fixă; 8- rolă presare cu excentric

Din sala de sacrificare picioarele de bovine se pun în coșuri perforate, copitele fiind orientate în jos, sunt spălate de murdăria rămasă, după care sunt opărite cu apă la 65-70 [°C] și dezongulate (operația de îndepărtare a cutiei cornoase a copitei), operație executată manual sau pe mașini specializate (figura 5.3.).

5.2. Mașini și instalații pentru prelucrarea intestinelor

Cunoscute sub denumirea de tacâm sau garnitură de mațe, acestea conțin toate componentele tractusului gastro-intestinal, dar în practică interesează doar intestinele (subțire și gros) și stomacul animalelor, folosite pe post de membrane naturale la fabricarea unor preparate din carne. În funcție de proveniență, acestea se prelucrează în secții specializate și presupun tragerea lor de pe mezenter, golirea de conținut, degresarea, întoarcerea pe dos și slăimuirea, spălarea, sortarea, calibrarea, măsurarea și legarea.

Intestinul subțire are lungimea și diametrul specific speciei, astfel că la bovine are 28-44 [m] lungime și diametrul de 32-38 [mm], la porcine 13-35 [m] lungime și diametrul de 25-40 [mm], în timp ce la ovine are lungimea de 22-28 [m] și diametrul de 15-25 [mm].

Intestinul gros are la bovine lungimea de 5,5-12 [m] și diametrul de 40-65 [mm], la porcine lungimea de 2-3,5 [m] și diametrul de 40-100 [mm], iar la ovine lungimea de 2,5-3,5 [m] și diametrul de 14-22 [mm].

Se poate constata că, din prelucrarea intestinelor rezultă o cantitate importantă de membrane naturale, de aceea secțiile de prelucrare a intestinelor sunt dotate cu utilaje specifice de mare productivitate.

Prima operație o constituie *tragerea de pe mezenter* (bâzări), reprezintă separarea intestinelor de tacâmul de mațe rezultat la eviscerare, prin trecerea lor printr-un dispozitiv de tip piepten, fără găurirea sau ruperea lor, cu lăsarea a cât mai puțină grăsime aderentă.

Golirea de conținut a intestinelor se realizează pe mașini cu valțuri de stoarcere, stropite cu apă caldă la 35-40 [°C], pentru menținerea elasticității acestora, dar și pentru a înmuia eventualele resturi de grăsimi aderente.

Degresarea este o operație foarte importantă deoarece prezența grăsimilor pe intestine determină râncezirea lor, ori sunt atacate de microorganisme și ele nu mai pot fi utilizate ca și membrane. Această operație se poate executa manual sau mecanizat odată cu trecerea printre valțurile de stoarcere. Mai nou, pentru degresare se folosesc mașini cu perii la majoritatea tacâmurilor de mațe, mai puțin la cele provenite de la animale grase.

Întoarcerea pe dos a intestinelor urmărește eliminarea mucoasei interioare, numită șlaim. Pentru aceasta, intestinele degresate se umezesc cu apă la 20-30 [°C], pentru a fi elastice, se umflă cu aer în vederea dezlipirii pereților interiori și evitarea ruperii la întoarcere. Odată întoarse, intestinele se pun în bazin cu apă caldă la 35-40 [°C] pentru înmuierea mucoasei.

Șlaimuirea realizează, manual sau mecanic, îndepărtarea mucoasei și a tunicii musculose de pe peretele interior al intestinelor.

Sortarea urmărește depistarea și îndepărtarea acelor sectoare de intestine care prezintă defecte naturale sau rezultate în urma prelucrării, prin umflarea lor cu aer și tăierea zonelor cu defecte. În același timp se face o separare a lor după proveniență și calitate.

Calibrarea intestinelor se face prin măsurarea diametrului acestora din loc în loc, tăierea lor pe clase de diametre, în urma căreia rezultă mațe prelucrate calibrate pe grupe dimensionale.

Măsurarea și legarea are ca scop obținerea unor legături sau pachete de intestine cu o anumită lungime și diametru calibrat, pe grupe de folosință conform standardelor în vigoare.

Prelucrarea mucoasei stomacale are loc în vederea obținerii pepsinei și a cheagului. Pepsina și cheagul se extrag din mucoasa stomacală și au rol de coagulant în prelucrarea laptelui, prin precipitarea cazeinei din lapte.

Materia primă o constituie stomacul animalelor rezultat din procesul de abatorizare. Stomacul se separă de restul de organe din cavitatea abdominală și se prelucrează în stare proaspătă sau se congelează, urmând a fi prelucrat ulterior.

După separarea de duoden și esofag, stomacul se degresează la exterior, se golește de conținut, se secționează și se întoarce pe dos, astfel ca mucoasa stomacală să fie scoasă la exterior unde, se spală cu apă sub formă de jet ușor timp de 1-2 [min]. Se detașează prin tăiere mucoasa de culoare roșie care, pentru acumulare de substanță utilă, se congelează imediat timp de 20-24 [h] la -25...-30 [°C].

După decongelarea în bazine timp de 10-12 [h] la temperatura mediului ambiant, mucoasa se toacă la volf și se tratează cu acid clorhidric pentru extracția pepsinei (glandele stomacale secretă enzima numită pepsinogen care, în prezența acidului clorhidric, la un pH puternic acid este activată în pepsină). Proporția de acid clorhidric este de 4,6 % din masa tocată, situație în care se ajunge la valoarea optimă a pH-ului de 3,5-3,7 care se adaugă treptat și cu agitarea masei de material tocat, până la obținerea unui amestec omogen.

Procesul de extracție al enzimei durează între 8-10 [h] la o temperatură de lucru de 40-42 [°C], cu agitarea continuă, astfel că la final să rezulte o masă semifluidă cu culoare brun-închisă. La finalul extracției, se oprește agitarea și se lasă vasul la decantare timp de 24-28 [h], cu păstrarea temperaturii de extracție. În urma acestui lucru, grăsimile sub formă uleioasă se ridică la suprafață, masa cărnosă și macerată se depune pe fundul vasului, iar între cele două se separă soluția apoasă cu enzima. Prin sifonare ea se separă din vasul de extracție și se răcește la 18-20 [°C].

Întrucât prin extracție, pe lângă enzimă se separă și alte componente, soluția apoasă se tratează cu sare în proporție de 25-30 % din masa de lichid, iar după 10-12 [h], precipitatul format se îndepărtează, rezultând o soluție concentrată în enzimă cu consistență cleioasă.

Masa cleioasă se supune sărării cu clorură de sodiu în procent de 45-50 % față de cantitatea de precipitat rezultată și se întinde în strat subțire pe sticlă pentru uscat timp de 8-10 [h] cu aer cald la 35-40 [°C]. După uscarea, pepsina se macină până rezultă un praf fin care trebuie să îndeplinească anumite cerințe sub aspectul puterii de coagulare, a conținutului minim de sare, al numărului de germeni, agenți patogeni, mucegaiuri sau drojdii.

Ambalarea pepsinei se face în ambalaje impermeabile (folie din materiale plastice, hârtie pergamentată, cutii metalice cositorite), iar depozitarea în spații răcoroase, fără lumină, poate dura până la un an.

Cheagul este o enzimă care se extrage din mucoasa stomacală a animalelor tinere, care s-au hrănit doar cu lapte, în special de la viței și miei. Deosebirea dintre cheag și pepsină constă în faptul că acesta este activ (coagulant) în mediu de la slab acid, la slab alcalin, în timp ce pepsina este activă doar în mediu acid.

Tehnologia de prelucrare a stomacului pentru obținerea cheagului presupune curățirea de straturile aderente de la exterior, degresare bună, golirea de conținut, umflarea cu aer și uscarea în camere ferite de radiația solară, la cca. 40 [°C]. După eliminarea aerului, stomacurile se umezesc și se ambalează.

Cheagul se poate prepara și sub formă de soluție lichidă, după extracție cu soluție de acid boric, precipitare și neutralizare, extractul fiind diluat cu soluție de acid boric și NaCl, iar pentru stabilizare se folosesc alcool și timol. Extracția are ca scop trecerea chimogenului din mucoasa stomacală în chimiozină activă, enzimă cu rol de coagulant.

Mașinile folosite la curățirea intestinelor se clasifică după mai multe criterii astfel:

- a) după operațiile pe care le realizează:
 - mașini pentru stoarcerea conținutului intestinal sau a șlaimului zdrobit;
 - mașini pentru curățirea exterioară a intestinelor;
 - mașini pentru curățirea interioară a intestinelor, fără întoarcere pe dos;
- b) după numărul de operații pe care le execută:
 - mașini specializate pe o singură operație;
 - mașini de prelucrat integral intestine;
- c) după modul de alimentare cu intestine:
 - cu alimentare manuală;
 - cu alimentare mecanizată.

Ca și cerințe specifice, aceste mașini trebuie să prelucreze intestinele fără ruperea lor, să îndepărteze complet grăsimile și straturile mucoase de suprafața intestinelor.

Ca dispozitive de alimentare a mașinilor de prelucrat intestine, în mod uzual cele mai folosite variante sunt prezentate în figura 5.4.

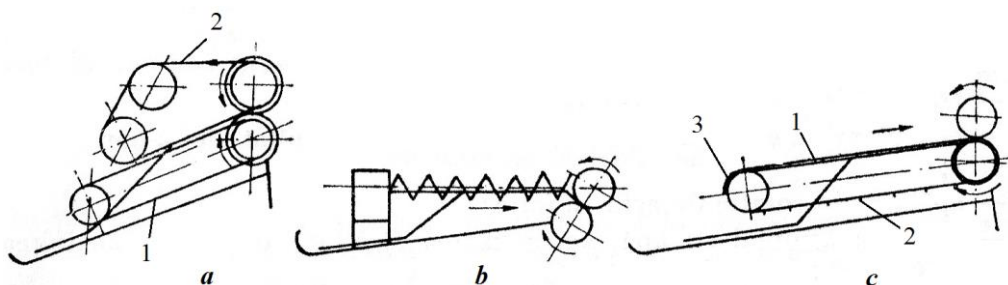


Fig. 5.4. Schema unor dispozitive de alimentare a mașinilor de prelucrat intestine: a- cu benzi transportoare din cauciuc: 1,2- benzi cauciuc; b- cu transportor elicoidal; c- cu bandă transportoare din cauciuc nervurată: 1- bandă cauciuc; 2- nervuri; 3- placă metalică fixă

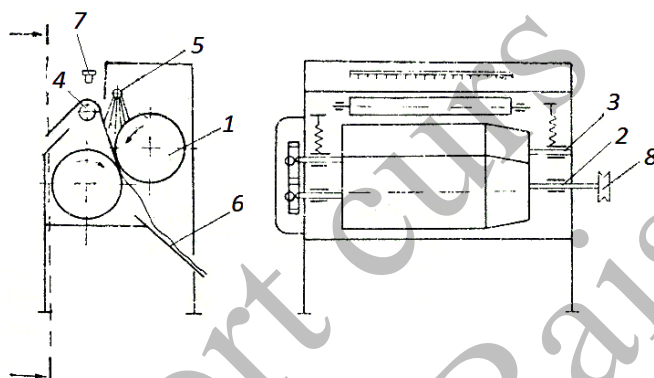


Fig. 5.5. Schema de principiu a mașinii de golit conținutul din intestine: 1- valțuri; 2- arbore valț antrenat; 3- arbore valț condus; 4- valț alimentare; 5- rampă stropire cu apă; 6- placă de ghidare; 7- pieptene de alimentare; 8- roată de curea

Mașinile de golit intestine (figura 5.5.) au în construcția lor o pereche de valțuri metalice (goale la interior), acoperite la exterior cu cauciuc vulcanizat și îmbrăcat în pânză. Valțul inferior este fix, în timp ce valțul superior este mobil, permițând reglarea distanței dintre aceștia, necesar compensării uzurii valțurilor, dar și reglării efortului de presare pentru grosimi diferite ale intestinelor.

Un dispozitiv de tip pieptene asigură distribuirea intestinelor pe valțul de alimentare și mai apoi pe valțurile de lucru. Valțul inferior este antrenat în mișcare de rotație (30 [rot/min] la prelucrarea intestinelor de bovine și 40 [rot/min] la prelucrarea intestinelor de porcine), în timp ce valțul superior este antrenat prin frecarea datorată presării lui asupra intestinelor. Pentru a evita lipirea intestinelor de valțuri, în zona de introducere a lor în mașină se stropesc cu apă caldă la 35-40 [°C], acest fapt permițând și evacuarea conținutului lor împreună cu apa la canal.

Degresarea intestinelor subțiri se realizează cu mașini specializate (figura 5.6.), alcătuite dintr-un tambur de înfășurare a intestinelor și doi tamburi cu perii de curățire.

Inițial, intestinele sunt înfășurate pe tamburul 5 și prin intermediul roletelor de alimentare sunt aduse în zona de curățire. Aici sunt doi tamburi cu perii (unul fix 2 și altul mobil 1 pentru reglarea distanței dintre aceștia), perii fiind realizate din iarbă specială sau paie de orez. Și aici se procedează la stropirea cu apă a zonei de lucru, pentru a prelua grăsimile desprinse de intestine, dar și pentru a asigura elasticitatea intestinelor.

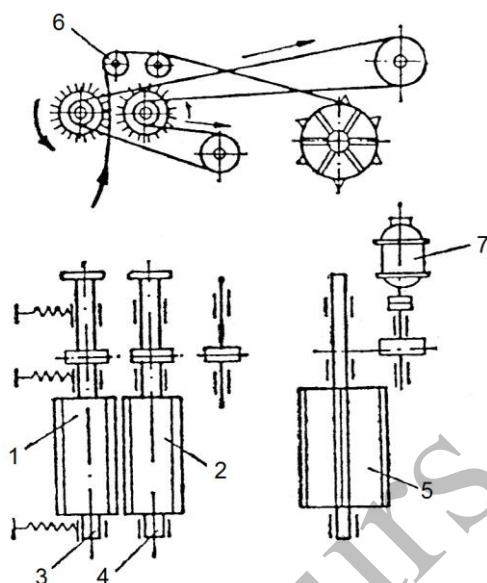


Fig. 5.6. Schema de principiu a unei mașini de degresat intestine subțiri: 1- tambur cu perii montat pe lagăre mobile; 2- tambur cu perii montat pe lagăre fixe; 3- ax antrenare tambur mobil; 4- ax antrenare tambur fix; 5- tambur de înfășurare; 6- role alimentare; 7- electromotor

În figura 5.7. este prezentată schema unei mașini de șlaimuit pentru intestine de bovine și prelucrarea inițială a intestinelor de porcine. Intestinele sunt introduse în mașina de șlaimuit, trecând inițial prin spațiul reglabil, creat de placa de bonz și tamburul cu rifluri de cauciuc unde are loc zdrobirea inițială a tunicilor nefolositoare. Reglarea spațiului de trecere, 2-4 [mm], se face manual, în funcție de mărimea intestinelor prelucrate. După aceasta, intestinele trec printre cele două valuri de curățire finală, prevăzute cu palete din cauciuc. În timpul prelucrării intestinelor acestea sunt stropite permanent cu apă caldă.

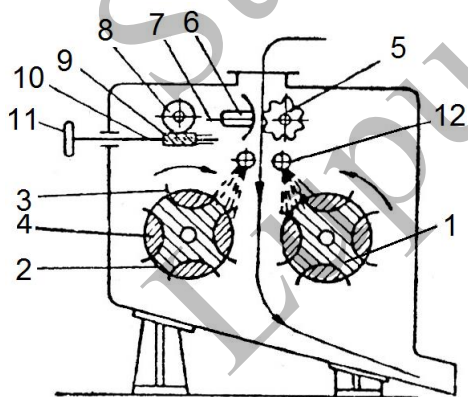


Fig. 5.7. Schema mașinii de șlaimuit intestine de bovine: 1,2- tambur cu palete; 3- bandă cauciuc; 4- piesă fixare; 5- tăvălug riflât; 6- placă bronz; 7- ax; 8- roată melcată; 9- melc; 10- ax melc; 11- roată; 12- lagăr; 13- conductă stropire cu apă

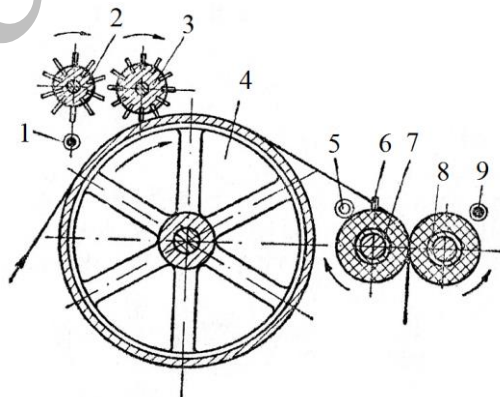


Fig. 5.8. Schema unei mașini pentru îndepărtarea mucoase la intestine: 1,5,9- conducte pentru stropire cu apă; 2,3- role ventilație; 4- tambur; 6- sistem reglare distanță dintre valțuri; 7,8- valțuri de stoarcere și curățire finală

În figura 5.8. este prezentată schema unei mașini folosită la îndepărtarea seroasei și a mucoasei la intestinale de ovine și porcine. Din punct de vedere constructiv au mai multe valțuri de prelucrare și role ventilatoare, din această cauză se mai numesc și mașini ventilatoare. Intestinele sunt dispuse pe un tambur mare neted, asupra lor acționând, într-o primă fază, o rolă ventilatoare 3, aceasta curăță stratul seros și resturile de grăsime de la suprafața intestinelor, contribuind la spargerea șlaimului și stoarcerea parțială a acestuia. Pentru îndepărtarea particulelor care se pot lipi de rola ventilatoare se folosește o rolă de curățire 2. Stoarcerea finală și curățirea de șlaim se face prin trecerea intestinelor printre două valțuri cauciucate. Pe toată zona de lucru a intestinelor se asigură stropirea lor cu apă caldă.

Mașina universală de prelucrare a intestinelor (figura 5.9.) realizează curățirea intestinelor de șlaim și resturile de grăsime, gruparea valțurilor fiind dispusă astfel încât să permită prelucrarea completă a acestora, cu posibilitatea de reglare în vederea prelucrării intestinelor provenite de la diverse categorii de animale (bovine, porcine, ovine).

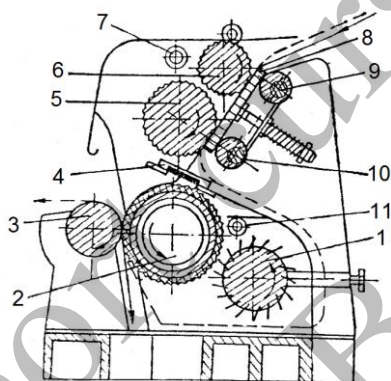


Fig. 5.9. Schema unei mașini universale de prelucrat intestine. 1- valț cu palete; 2- valț metalic rîflat; 3- valț neted de tragere; 4- sistem dirijare intestine; 5,6- valțuri rîflare din cauciuc; 7,11- sistem stropire cu apă; 8- placă alimentare cu intestine; 9,10- sistem reglare distanță placă-valțuri;

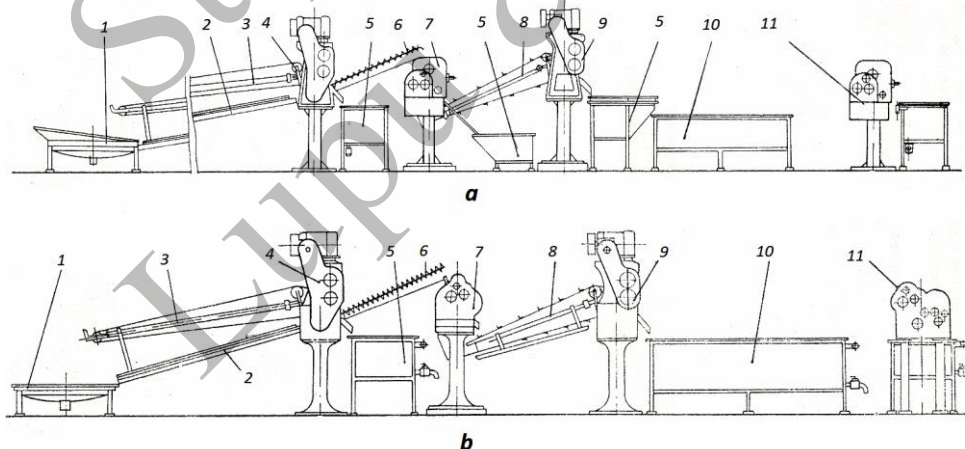


Fig. 5.10. Schema liniei tehnologice de prelucrare integrală a intestinelor: a- pentru intestine de bovine; b- pentru intestine de porcine: 1- tavă alimentară; 2- transportor alimentator; 3- tavă înclinată; 4- mașină de golit intestine; 5- bazin cu apă caldă; 6- transportor melcat; 7- mașină de zdrobit mucoasa și degresare; 8- transportor cu bandă; 9- mașină de șlaimuit și presare finală; 10- bazin de înmuiere; 11- mașină pentru curățire finală

În figura 5.10. este prezentată schema unei linii tehnologice pentru prelucrarea integrală a intestinelor. Din tava de alimentare intestinalele ajung în mașina de golit intestinale, organul de lucru al acesteia fiind alcătuit din două valțuri: primul valț (superior) este acoperit cu un strat de cauciuc și pânză tare, pentru a evita alunecarea intestinelor pe valț; al doilea valț (inferior) are suprafața de lucru din cauciuc canelat. Conținutul intestinelor ajunge pe tava înclinată și împreună cu apa caldă, ce stropește permanent intestinalele în timpul lucrului, este deversat la canal. A doua operație constă în zdrobirea parțială a mucoasei și degresarea intestinelor într-o mașină specializată cu trei valțuri: primul valț (superior) este acoperit cu rifluri, al doilea valț (inferior) este neted și cu palete, iar ultimul valț este acoperit cu un strat de cauciuc. Zdrobirea mucoasei se face la trecerea intestinelor printre primele două valțuri, în timp ce degresarea se face la trecerea intestinelor printre valțurile doi și trei.

Mașina de degresare finală este asemănătoare mașinii de golit, având o pereche de valțuri acoperite cu cauciuc și pânză tare, realizând stoarcerea și scurgerea șlaimului. Înainte de a fi supuse curățirii finale, intestinalele se întorc pe dos (pentru a fi prelucrată și suprafața interioară) și menținute în apă caldă într-un bazin. Pentru fiecare dintre mașinile ce compun linia tehnologică sunt prevăzute bazine și sisteme de stropire cu apă caldă.

La prelucrarea intestinelor de porc, mașina de curățire finală are o construcție aparte, fiind compusă din opt valțuri cu diametre și turații diferite: primul valț este acoperit cu un strat din cauciuc neted; valțul doi este prevăzut cu caneluri metalice; valțurile trei și patru au prevăzute pe exterior palete metalice; valțurile cinci și opt au suprafața acoperită cu caneluri din cauciuc; valțurile șase și șapte sunt metalice cu suprafața netedă. Acest sistem de valțuri asigură curățirea șlaimului de la suprafață și din interiorul intestinelor, precum și golirea de conținut.

La prelucrarea intestinelor, mașinile realizează două operații de bază: eliminarea conținutului intestinelor, respectiv curățirea interioară și exterioară de seroasă și mucoasă.

Pentru golirea sau îndepărtarea conținutului intestinal este necesară o forță ce se poate determina cu relația:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sigma, \text{ [N]} \quad (5.1.)$$

unde: d – diametrul intestinului, în [m];

σ – efortul unitar normal pentru deplasarea conținutului intestinal, în [N/m²].

Efortul unitar normal depinde de proprietățile fizico-mecanice ale intestinelor, de starea suprafeței intestinului, mărimea acestuia, viteza de golire sau de deplasare a conținutului intestinal etc. și se poate determina cu relația:

$$\sigma = c_0 \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad (5.2.)$$

unde: c_0 – mărime ce depinde de felul conținutului intestinal și suprafața intestinului (1,7 [m] pentru evacuarea conținutului, respectiv 0,68 [m] pentru îndepărtarea straturilor interioare a intestinelor numit șlaim);

w – viteza de deplasare a conținutului intestinal sau viteza de alimentare cu intestine, în [m/s];

ρ – densitatea conținutului din intestine, în [kg/m³].

Efortul unitar normal crește cu viteza de deplasare a intestinelor prin mașină, crescând în același timp și eforturile în straturile intestinelor (efortul în secțiune longitudinală σ_l , respectiv efortul în secțiune transversală σ_t).

Rezistențele la rupere, ca urmare a tracțiunii, sunt echivalente cu eforturile din straturile intestinului, pot fi determinate în funcție de viteza de trecere prin mașină w . Din relația ce ține cont de rezistența la rupere în secțiune longitudinală se poate determina viteza de trecere a intestinelor prin mașină:

$$w = B \cdot e^{a \cdot \sigma_l} \quad (5.3.)$$

unde: a și B – coeficienți ce țin cont de tipul de intestine prelucrate.

Curățirea intestinelor se realizează pe mașini cu valțuri netede, riflate, cu tamburi cu palete din cauciuc sau tobe cu perii.

La mașinile care, pentru îndepărtarea conținutului intestinelor și a șlaimului, folosesc valțuri netede cu turații egale, intestinele vor trece prin tragere printre valțuri. Mișcarea de înaintare a intestinelor se datorează forțelor de frecare dintre suprafața valțurilor și intestine.

În condițiile în care $R' = 0$ (figura 5.11.), forța de frecare se determină cu relația:

$$F_f = 2 \cdot \mu \cdot R \cdot \cos \psi, \quad [N] \quad (5.4.)$$

unde: μ – coeficientul de frecare dintre intestine și valț;

R – forța de apăsare aplicată sub un unghi ψ față de normală.

Forța de apăsare depinde de suprafața de contact dintre valț și intestine, f , și de efortul unitar normal, σ . Deoarece intestinul are secțiunea rotundă, în contact cu suprafața cilindrică a valțului va determina o suprafață de contact limitată de o parabolă și o dreaptă, vârful parabolei trecând prin punctul de intersecție al intestinului cu valțul. Mărima segmentului parabolei se poate considera ca având valoarea $b = 0,5 \cdot \pi \cdot d$ (d – diametrul intestinului), iar înălțimea segmentului $h = D \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$, D – diametrul valțului. Cu aceste notații, forța de apăsare va avea expresia:

$$R = f \cdot \sigma = \frac{2}{3} b \cdot h \cdot \sigma = \frac{\pi \cdot d}{3} \cdot D \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (5.5.)$$

Forța de îndepărtare a conținutului intestinului, F , respectiv de scoatere a acestuia din mașină, F_0 , se determină cu relațiile:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sigma \quad \text{și} \quad F_0 = 2 \cdot R \cdot \sin \psi \quad (5.6.)$$

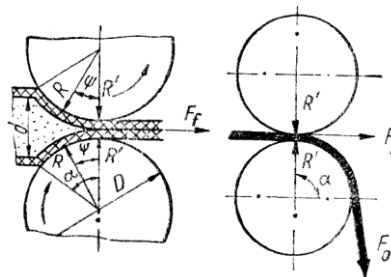


Fig. 5.11. Schema forțelor la valțurile netede

Pentru buna funcționare a mașinii, forța de frecare trebuie să fie mai mare decât suma celor două și dacă se consideră că $D = \frac{d}{1 + \cos \alpha}$ și $2 \cdot \cos \psi \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cong \sin \alpha$, înlocuind în relația de mai sus și făcând calculele rezultă:

$$\mu = 2 \cdot \operatorname{tg} \psi \quad (5.7.)$$

În aceste condiții, se poate determina diametrul valțurilor atunci când se cunosc diametrul intestinelor și coeficientul de frecare.

Dacă $R' > 0$, atunci forța de tragere a intestinelor, F_1 , trebuie să fie mai mare decât forța de frecare:

$$F_1 = F_f + 2 \cdot \mu \cdot R' = 2 \cdot \mu \cdot R \cdot \cos \psi + 2 \cdot \mu \cdot R' = 2 \cdot \mu \cdot (R \cdot \cos \alpha \cdot \psi + R') \quad (5.8.)$$

Dacă se împarte relația de mai sus la $2 \cdot R \cdot \cos \psi$ și pentru valori mici ale lui ψ se consideră că, $\cos \psi \cong 1$, atunci se obține:

$$\frac{R'}{R} = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \psi}{\mu} - 1 \quad (5.9.)$$

La fel ca în cazul precedent, se poate determina diametrul valțurilor dacă se cunosc valorile unghiului ψ și a coeficientului de frecare.

Pentru a ușura calculul mașinilor destinate prelucrării intestinelor, s-au trasat diagrame cu care se poate determina diametrul valțurilor, specific celor două situații ale forței R' .

Puterea necesară acționării unei mașini cu valțuri netede se determină cu relația:

$$P = \frac{M}{1000} \cdot \frac{\omega}{\eta} \cdot \frac{\eta_a}{\eta_1} \quad (5.10.)$$

unde: M – momentul aplicat axului valțurilor, în $[\text{N} \cdot \text{m}]$;

ω – viteza unghiulară a valțurilor, în $[\text{s}^{-1}]$;

η – randamentul ce ține cont de pierderea de putere la introducerea intestinelor în mașină;

η_a – coeficient de rezervă de putere;

η_1 – randamentul mecanic al transmisiei mașinii.

Determinarea momentului forțelor care se aplică valțurilor se poate determina astfel:

$$M = Z \cdot (F + F_0) \cdot \frac{D}{2} + \frac{2 \cdot R_1}{\pi \cdot d} \cdot b = Z \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sigma \cdot \left(1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{\sin \psi}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) \cdot \frac{D}{2} + \frac{2 \cdot R_1}{\pi \cdot d} \cdot b \quad (5.11.)$$

unde: Z – numărul de intestine ce trec în același timp prin mașină;

R_1 – forța care ia naștere pe linia de contact a valțurilor pentru un singur intestin ($R_1 = R \cdot \cos \psi + R'$), în $[\text{N}]$;

În cazul mașinilor de prelucrat intestine care folosesc perechi de valțuri, dintre care unul este neted (metalic sau din cauciuc), iar celălalt este prevăzut cu rifluri (din cauciuc sau metalice), forța de apăsare, R_0 , va fi:

$$R_0 = \frac{\varphi_0 \cdot l}{\mu} \quad (5.12.)$$

unde: φ_0 – rezistența specifică la executarea operației tehnologice, în [N/m];
 l – lungimea valțului, în [m].

Forța totală de tragere a intestinelor se determină cu ajutorul relației:

$$F = \pi \cdot d \cdot \varphi_0 \cdot Z \quad (5.13.)$$

Putere necesară antrenării valțurilor de la mașinile cu valțuri combinate (neted-riflat) se obține cu relația:

$$P = \frac{F}{1000 \cdot \eta} \cdot (w_0 \pm w) \quad (5.14.)$$

unde: η – randamentul mecanic al transmisiei mașinii;

w_0, w – viteza periferică a valțului cu rifluri, respectiv viteza periferică a valțului neted, în [m/s]; semnul „+” sau „-” se alege în funcție de sensul de rotație al celor două valțuri.

La mașinile prevăzute cu palete bătaoare (din cauciuc sau metalice) trebuie asigurată o secțiune de trecere a intestinelor de aceeași lățime pe toată lungimea tamburilor, paletetele să fie dispuse paralel și să aibă muchiile rotunjite, iar loviturile paletetelor să desprindă straturile fără ruperea intestinelor.

În cazul paletetelor din cauciuc, forța elastică a paletetelor, F , în raport cu o fâșie de paletă de 1 [cm] lățime, se determină cu ajutorul relației:

$$F = \frac{3 \cdot E \cdot I}{l^2} \cdot f \quad (5.15.)$$

unde: E – modulul de elasticitate al materialului din care este realizată paleteta, în [N/cm²];

I – momentul de inerție al secțiunii părții de paletă luată în calcul, în [cm⁴] (pentru paleteta cu lățimea de 1 [cm] și grosimea b , $I = b^3/12$ [cm⁴]);

l – lungimea paletetei, în [cm];

f – săgeata curbei descrisă de paletă, în [cm].

Deoarece săgeata curbei, f , descrisă de paletă depinde de grosimea intestinelor supuse prelucrării (x – jumătate din grosimea intestinelor în [cm]), atunci ea poate fi determinată cu ajutorul relației:

$$f = \sqrt{2 \cdot l \cdot x - x^2} \quad (5.16.)$$

Forța de antrenare datorată rotirii paletetelor și raportată la 1 [cm] de lungime a paletetelor ($K \cdot \varphi_0$) este:

$$K \cdot \varphi_0 = F + \mu \cdot \varphi \cdot \varphi_1 \cdot \omega^2 \cdot m \cdot r \cdot \sin \alpha, \quad [\text{N/cm}] \quad (5.17.)$$

unde: K – coeficient de siguranță;

μ – coeficient de frecare dintre paletetele din cauciuc și intestine;

φ – partea din masa paletetei ce apasă pe intestine;

φ_1 – coeficient ce ține cont de creșterea forței centrifuge datorată legăturii dintre straturile intestinului;

ω – viteza unghiulară a tamburului, în [s⁻¹];

m – masa paletetei corespunzătoare unei lungimi de 1 [cm], în [kg];

r – distanța de la axa de rotație până la centrul de greutate al părții de lucru a paletetei, în [m];

α – unghiul făcut de paletă cu raza tamburului în poziția de lucru, în [grad].

Tamburii cu palete bătătoare pot realiza o forță de tracțiune asupra intestinelor ce depinde de rezistența specifică φ_0 , lungimea tamburilor l_0 și coeficientul de utilizare a lungimii de lucru a tamburilor φ_2 :

$$F_s = 2 \cdot \varphi_0 \cdot l_0 \cdot \varphi_2 \quad (5.18.)$$

În funcție de construcție și modul de lucru, puterea necesară antrenării mașinii de prelucrat intestine cu palete bătătoare din cauciuc se determină cu relația:

$$P = \frac{\eta_a}{\eta} \cdot \left[\frac{2 \cdot \varphi_0 \cdot l_0 \cdot \varphi_2}{1000} \cdot (w_0 \pm w) + \frac{A_0 \cdot C}{1000} \cdot \rho \cdot Z_0 \cdot w_1^3 \right] \quad (5.19.)$$

unde: η_a – coeficientul de rezervă de putere;

η – randamentul mecanic al transmisiei;

A_0 – suprafața paletelor, în $[m^2]$;

C – coeficient ce ține cont de forma paletelor;

ρ – densitatea aerului, în $[kg/m^3]$;

Z_0 – numărul de palete de pe circumferința tamburului;

w_1 – viteza periferică de rotație a centrului de greutate al paletelor, în $[m/s]$.

În cazul mașinilor cu tamburi cu palete bătătoare metalice, la atingerea intestinelor paletelile fiind rigide nu se îndoaie. Ele alunecă pe suprafața intestinelor, le întind și le curăță de straturile exterioare sau interioare.

Ca urmare a contactului dintre paletelile metalice bătătoare și intestine apare o forță de întindere a acestora și poate fi determinată cu ajutorul relației:

$$F_{i1} = (F_s + F_y) \cdot e^{\mu \cdot \alpha_1} \quad (5.20.)$$

unde: F_s – forța de tracțiune aplicată capătului de intestin ce iese din mașină, în $[N]$;

F_y – creșterea forței de întindere a intestinului datorată lovirii și alunecării paletelor bătătoare, în $[N]$;

μ – coeficientul de frecare dintre paletă și intestin;

α – unghiul de încovoiere a intestinului la lovirea de către ultima paletă.

Pentru determinarea creșterii forței de întindere, F_y , se poate folosi relația:

$$F_y = \frac{\pi \cdot D^2}{3600} \cdot n^2 \cdot q \cdot \cos \beta \quad (5.21.)$$

unde: D – diametrul tamburului, în $[m]$;

n – turația tamburului cu palete, în $[rot/min]$;

q – masa unui metru de intestin, în $[kg]$;

β – unghiul format între paletă și intestin, în $[grad]$.

Forța totală de tracțiune dată de tamburii cu palete metalice, atunci când prin mașină trec un număr de Z intestine este:

$$F_{tot} = Z \cdot F = Z \cdot (F_{i2} - F_s) = Z \cdot \left[(F_{i1} + F_y) \cdot e^{\mu \cdot \alpha_2} - F_s \right] \quad (5.22.)$$

unde: F_{i2} – forța de întindere a intestinului la înaintarea spre ultima paletă;

α_2 – unghiul de încovoiere al intestinului la contactul cu paleta anterioară.

Puterea necesară acționării mașinii de prelucrat intestine cu palete metalice bătătoare este dată de relația:

$$P = \frac{\eta_a}{\eta} \cdot \left[\frac{F_{tot}}{1000} \cdot (w_0 \pm w) + \frac{A_0 \cdot C}{1000} \cdot \rho \cdot Z_0 \cdot w_1^3 \right] \quad (5.23.)$$

Pentru mașinile de prelucrat intestine cu perii, forța de rezistență totală pe care o întâmpină tobele cu perii este:

$$F_{tot} = 2 \cdot Z \cdot \pi \cdot d \cdot \varphi_0 \quad (5.24.)$$

unde: Z – numărul maxim de intestine ce pot fi prelucrate în același timp;

φ_0 – rezistența specifică la curățirea intestinelor, în [N/m], circumferință intestin.

Puterea de acționare a mașinii de prelucrat intestine cu perii se determină cu:

$$P = \frac{\eta_a}{\eta} \cdot \left[\frac{F_{tot}}{1000} \cdot (w_0 \pm w) + 2 \cdot P_0 \cdot l \right] \quad (5.25.)$$

unde: P_0 – puterea necesară învingerii rezistenței aerului de către tobele cu perii, în [kW];

l – lungimea părții active a tobelor cu perii, în [m].

5.3. Mașini și instalații pentru prelucrarea sângelui

Prin compoziția sa chimică și biologică, sângele rezultat la sacrificarea animalelor constituie o materie primă extrem de importantă atât pentru industria alimentară, cât mai ales pentru obținerea unor preparate din sânge în industria farmaceutică. Ca structură morfologică, sângele este alcătuit din plasmă (lichid) în care se regăsesc celule sau elemente figurate (eritrocite, leucocite, trombocite), și fibrină (substanță proteică).

Din punct de vedere chimic sângele are o compoziție relativ stabilă, cu mici diferențe în funcție de specia de proveniență (tabelul 5.1.).

Tabelul 5.1. Compoziția chimică a sângelui de animale, în [g/100 g] sânge integral

Componentul	Specia				
	bovine	cabaline	porcine	ovine	caprine
Apă	80,9	75,0	79,0	82,1	80,38
Reziduu uscat:	19,1	25,0	20,9	17,8	19,61
- hemoglobină	10,3	16,6	14,2	9,29	11,25
- albumine	6,98	6,97	4,26	7,08	6,97
- glucide	0,07	0,05	0,06	0,07	0,086
- colesterolină	0,17	0,03	0,04	0,13	0,13
- lecitină	0,23	0,29	0,23	0,22	0,24
- grăsimi	0,05	0,06	0,10	0,093	0,052
- acizi grași	-	-	0,047	0,048	0,039
- acizi nucleici	0,002	0,006	0,005	0,028	0,039
Natriu	0,36	0,26	0,24	0,36	0,35
Potasiu	0,04	0,27	0,23	0,04	0,039
Oxid de fier	0,05	0,08	0,069	0,049	0,057
Calciu	0,006	0,005	0,006	0,007	0,006
Magneziu	0,003	0,006	0,008	0,003	0,004
Clor	0,30	0,27	0,26	0,30	0,29
Fosfor neorganic	0,017	0,017	0,074	0,019	0,014

Ca și direcții de valorificare a sângelui, acestea se pot grupa astfel:

- *în scopuri alimentare*: sub formă de sânge integral sau ca atare, la obținerea unor preparate din carne; sub formă de plasmă uscată, rezultată din separarea elementelor figurate și uscată prin atomizare; ca ser uscat, obținut prin defibrinarea sângelui și separarea serului cu elementele figurate, urmată de uscare; sub formă de hemoglobină, obținută din eritrocite, separate centrifugal și hemolizate în apă, urmată de uscare prin atomizare; sub formă de globină din eritrocite hemolizate în apă distilată, separată cu HCl și precipitată cu NaCl, uscată apoi pe valțuri;

- *în scopuri medicinale*: sub formă de hidrolizin, obținut din sânge integral în condiții sterile; sub formă de aminopeptid, din albumină alimentară sau sânge integral; fibrină, obținută prin defibrinarea sângelui integral; sub formă de ferină, trombină și ferohematogen, rezultate din elemente figurate; sub formă de histină și histamină, ca și aminoacizi; sub formă de ser terapeutic, rezultat după defibrinarea și îndepărtarea elementelor figurate din sângele integral; sub formă de peptonă, obținută prin hidroliza fibrinei, ca mediu de cultură în bacteriologie;

- *în scopuri tehnice*: ca albumină tehnică în industria de pielărie și a vopselurilor, în compoziția unor materiale plastice; sub formă de clei de sânge, rezultat din amestecarea făinii de sânge cu apă și var nestins;

- *în scopuri furajere*: cea mai mare parte a sângelui este folosită sub formă de pastă sau făină furajeră, în alcătuirea rețetei furajere pentru hrana animalelor; sângele integral este coagulat prin încălzire sau cu substanțe chimice și adus la o umiditate sub 70 %, pasta rezultată fiind folosită ca atare, ori este concentrată prin pulverizare, de unde rezultă făina de sânge, cu capacitate de hidratare ridicată și durată de păstrare mult mai mare comparativ cu pasta de sânge coagulat.

Serul uscat se obține din sânge integral recoltat în condiții sterile. Sângele este supus operației de defibrinare (se separă fibrină din sânge), după care sângele defibrinat este trecut la separatoare centrifugale, de unde rezultă ser și elemente figurate. Serul rezultat se supune operației de uscare prin atomizare.

În figura 5.12. este prezentată schema unei linii tehnologice pentru obținerea plasmei (sau a serului) și elementelor figurate.

Plasma uscată se poate obține și din sânge integral, stabilizat cu substanțe care împiedică fenomenul de hemoliză. Astfel, sângele este supus operației de defibrinare și centrifugare, plasma rezultată fiind uscată prin atomizare.

În cele mai multe cazuri, sângele este valorificat în scopuri furajere sub formă de pastă coagulată, dar mai ales sub formă de făină furajeră.

Făina furajeră se poate obține prin concentrarea și uscarea sângelui în uscătoare convenționale, în uscătoare cu valțuri, respectiv uscătoare prin pulverizare. Din considerente tehnologice, uscarea prin pulverizare (atomizare) este cea mai utilizată în prezent la obținerea făinii furajere din sânge. Schema unei instalații de uscare prin atomizare este prezentată în figura 5.13.

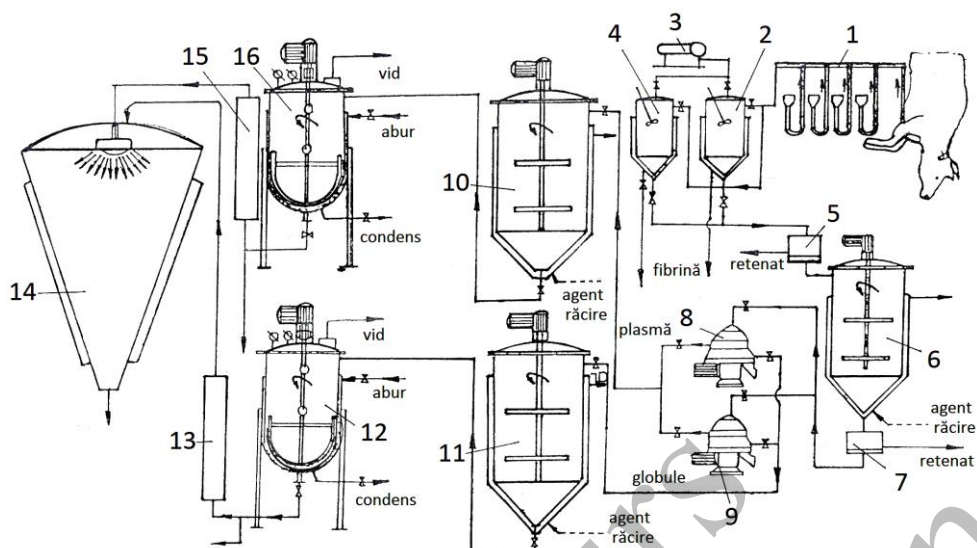


Fig. 5.12. Schema liniei tehnologice de obținere a plasmă și elementelor figurate din sânge: 1- punct de recoltare a sângelui; 2,4- extractor fibrină; 3- pompă vid; 5,7- filtru; 6,10,11- tanc răcire; 8,9- separator centrifugal; 12- concentrator de plasmă (ser); 13,15- sterilizator; 14- instalație de uscare prin atomizare; 16- concentrator de globule (elemente figurate)

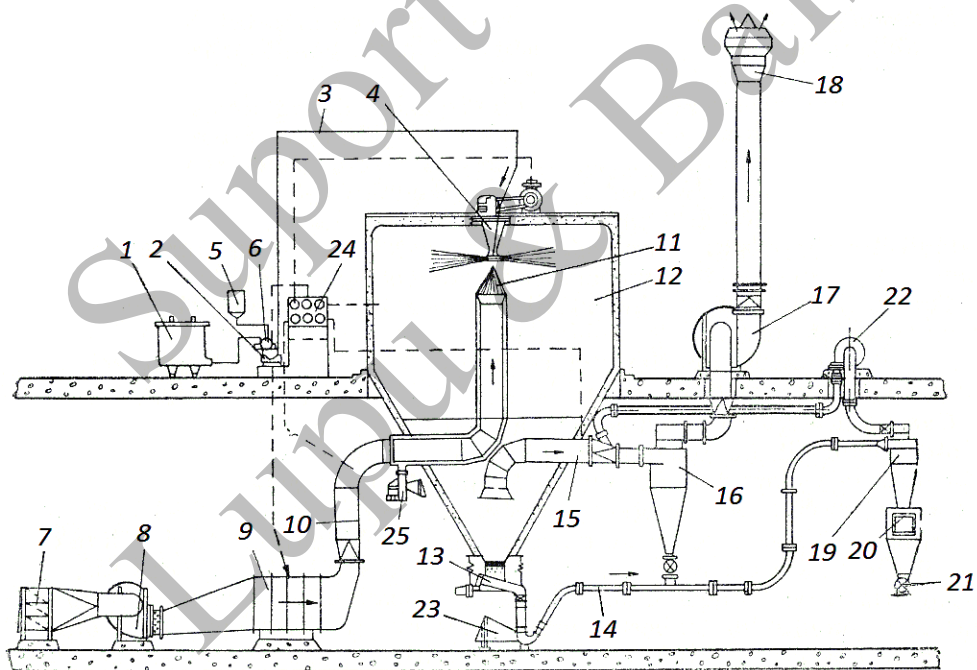


Fig. 5.13. Schema instalației de uscare prin atomizare: 1- rezervor alimentare sânge; 2- pompă; 3- conductă alimentare; 4- dispozitiv de pulverizare; 5- rezervor apă; 6- robinet cu trei căi cu filtru; 7,23- filtru; 8,17,22,25- ventilator; 9- calorifer; 10- conductă aer cald; 11- distribuitor aer cald; 12- turn uscare; 13- dispozitiv vibrator; 14- conductă transport pneumatic; 15- conductă evacuare aer; 16,19- ciclon; 18- clapete evacuare aer; 20- colector produs praf; 21- ecluză evacuare; 24- tablou comandă

Instalația de uscare este utilizată la uscarea prin pulverizare a sângelui, a plasmei sau a serului, cu sau fără concentrare prealabilă a acestora. În urma procesului de uscare se obține un produs pulverulent, cu conținut ridicat în proteine și grad ridicat de solubilitate. Totodată, suprafața de uscare fiind foarte mare, rezultă particule foarte fine, iar datorită utilizării ca agent de încălzire a aerului cald, schimbul de căldură și substanță este intens și reduce riscul afectării calității produsului finit.

Realizate în diverse variante și mărimi, instalațiile de uscare au un sistem de alimentare cu sânge, un sistem de încălzire și filtrare a aerului necesar uscării, o cameră sau turn de uscare cu dispozitiv de pulverizare și o instalație de separare a produsului uscat din aer.

La calculul instalațiilor de uscare prin pulverizare se urmărește întocmirea unui bilanț de materiale cu cantitățile de umiditate ce trebuie eliminate, stabilirea parametrilor aerului la intrarea și ieșirea din turnul de uscare, precum și necesarul de aer în procesul de lucru, determinarea dimensiunii particulelor rezultate la uscare, dimensionarea turnului de uscare ținând cont de drumul de zbor al particulelor pulverizate centrifugal, condițiile de transfer de căldură și substanță pentru stabilirea duratei de uscare. În afară de acestea se are în vedere și calculul bateriei de încălzire, a conductelor de transport pneumatic, a ventilatoarelor etc.

Bilanțul de materiale se poate determina folosind umiditatea exprimată procentual, raportată la total. Practic, se folosește o ecuație de bilanț parțial în substanță uscată, având în vedere faptul că în timpul uscării, substanța uscată rămâne netransformată:

$$M_i = M_f + W + M_p, \text{ [kg/s]} \quad (5.26.)$$

unde: M_i – debitul de sânge la intrare în instalație;

M_f – debitul de sânge final sub formă de pulbere;

W – debitul de apă eliminat;

M_p – debitul de sânge pulbere pierdut în aerul evacuat.

Pentru trasarea procesului de uscare în diagrama h-x a aerului umed este necesar stabilirea valorilor parametrilor aerului proaspăt, aerului uscat la intrarea în turnul de uscare și a aerului uzat la evacuarea din uscător, urmând a se ține cont de faptul că, datorită pierderilor de căldură în timpul uscării, parametri reali ai aerului la ieșirea din uscător sunt diferiți de cei teoretici.

Particulele rezultate în urma uscării prin pulverizare au dimensiuni ce pot fi determinate cu relația:

$$d_{p_{\max}} = 98,5 \cdot \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\sigma}{R_d \cdot \gamma}}, \text{ [m]} \quad (5.27.)$$

unde: n – turația discului de pulverizare, în [rot/min];

R_d – raza discului de pulverizare, în [m];

σ – tensiunea superficială a sângelui concentrat, în [N/m²];

γ – greutatea specifică a sângelui concentrat, în [N/m²].

Antrenarea discului de pulverizare necesită o putere, se determină cu relația:

$$P = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot (R_d \cdot n)^2 \cdot M_i, \text{ [kW]} \quad (5.28.)$$

Pentru dimensionarea turnului de uscare trebuie ținut cont de distanța de zbor a particulelor pe orizontală în turnul de uscare și se poate determina cu relația:

$$S = 18,7 \cdot \frac{r_p}{C} \cdot \frac{\rho_s}{\rho_a} \cdot \ln \frac{v_i}{v_p}, \text{ [m]} \quad (5.29.)$$

unde: r_p – raza particulelor, în [m];

$C = f(Re)$ – coeficient de rezistență;

ρ_s, ρ_a – densitatea medie a sângelui, respectiv a aerului, în [kg/m³];

v_i – viteza periferică a discului de pulverizare, în [m/s];

v_p – viteza de plutire a particulelor de sânge pulbere, în [m/s].

Criteriul Reynolds se poate calcula cu relația:

$$Re = v_i \cdot d_p \cdot \frac{\rho_a}{\eta_a} \quad (5.30.)$$

unde: η_a – vâscozitatea dinamică a aerului la temperatura medie din turnul de uscare, în [N·s/m²].

Dacă se alege o lungime de siguranță, a (pentru evitarea lipirii particulelor), atunci diametrul turnului de uscare se poate calcula cu relația:

$$D_t = 2 \cdot (R_d + S + a), \text{ [m]} \quad (5.31.)$$

5.4. Mașini și instalații pentru prelucrarea materiilor cheratinoase, a deșeurilor și confiscatelor în scop furajer

Prelucrarea materiilor cheratinoase. Această categorie cuprinde coarneau, copitele, unghiile și oasele rezultate din abatorizare, prin prelucrarea lor se obțin produse precum:

- făina din coarne: folosită în industria metalurgică, la mase plastice pentru obținerea unui sortiment numit galalit;

- făina furajeră: materiile cheratinoase se supun hidrolizei pentru solubilizare, soluția rezultată se neutralizează și se usucă sub formă de pulbere, fiind foarte bogat în proteine, azot și grăsimi;

- semifabricat furajer pentru viței: se obține amestecând hidrolizatul cheratinos cu sânge integral, urmat de uscarea prin atomizare, pulberea rezultată, amestecată cu lapte integral fiind folosită la alăptatul vițelilor;

- cleiul de oase sau cleiul cheratinos: se obține prin hidroliza coarnelor și a copitelor, urmată de fierbere până la o concentrație în substanță uscată de 35-40 %;

- aminoacizi: prin hidroliză acidă se pot obține aminoacizi precum acid glutamic, cistină, arginină, tirozină, leucină, lizină, fenilamină, care adăugate în furajul animalelor contribuie la creșterea valorii biologice a acestuia;

- îngrășăminte minerale și organice: prin prelucrarea materiilor cheratinoase se pot obține hidrolizate bogate în săruri de amoniu, în calciu și fosfor.

Prelucrarea deșeurilor și confiscatelor. În urma abatorizării animalelor rezultă o serie de materiale numite deșeuri și confiscate, a căror conținut este bogat în grăsimi și protide.

În funcție de natura lor, acestea sunt clasificate în trei grupe: deșeuri provenite în urma prelucrărilor tehnologice, confiscate din părțile necomestibile ale corpului animalelor, respectiv confiscate incidentale ce constau în părți anatomice atinse de boli, parazitare sau infecto-contagioase.

La toate acestea se adaugă sângele recuperat de la animale, deșeuri de mățarie, oase fără valoare nutritivă rezultate în urma dezosării. În urma prelucrării se obțin făini furajere a căror compoziție diferă în raport cu cantitatea de oase, de la făină de carne fără oase și până la făină de carne cu oase în procent de 35-45 %.

Instalațiile pentru obținerea făinii furajere sunt de tip cu funcționare continuă, acestea realizează sterilizarea materialului, uscarea, separarea grăsimilor, răcirea materialului solid rezultat de la separare, iar în final măcinarea.

Principalul utilaj din linia tehnologică este distructorul (figura 5.14.), în care se realizează sterilizarea și uscarea deșeurilor și confiscatelor.

După încărcarea cu material a distructorului se închide capacul gurii de alimentare, cu verificarea stării garniturii de etanșare. Se introduce abur în mantaua distructorului și în paletele agitatorului ridicând temperatura la 120-130 [°C] și presiunea de maxim $4 \cdot 10^5$ [N/m²], condiții în care se produce sterilizarea timp de 40-60 [min]. Pentru uscare se reduce presiunea la cea atmosferică și se racordează spațiul de lucru la o pompă de vid, începând evacuarea amestecului de gaze necondensabile, vapori de apă și cantități mici antrenate din bulionul de carne. Controlul operației de uscare se face prin prelevarea de probe și reglarea periodică a pompei de vid.

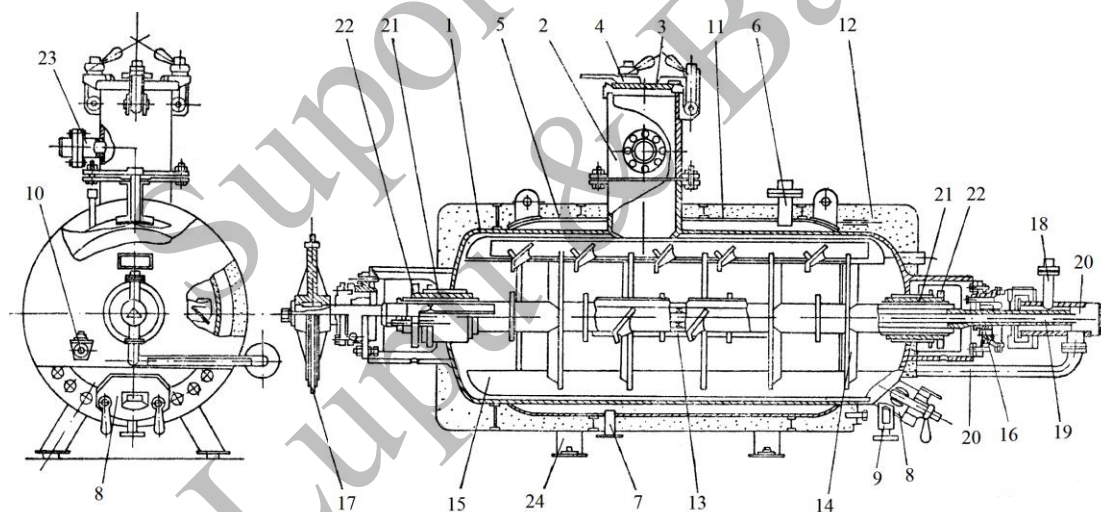


Fig. 5.14. Schema unui distructor pentru obținerea făinii furajere: 1- tambur cilindric; 2- gură alimentare; 3- capac rabatabil; 4- șuruburi fixare; 5- manta; 6- racord alimentare cu abur; 7- racord evacuare condens; 8- gură descărcare; 9- canea descărcare seu; 10- registru prelevare probe; 11- izolație termică; 12- înveliș demontabil; 13- ax gol; 14- brațe radiale; 15- palete; 16- rulmenți; 17- roată de lanț; 18- racord admisie abur în axul gol; 19- arbore concentric cu axul gol; 20- spațiu condens; 21- garnituri; 22- presgarnituri; 23- racord evacuare gaze necondensabile și vapori

La finalul uscării, materialul este trecut la separatorul centrifugal, de unde se separă grăsimile (se mărește astfel durata de păstrare a făinii furajere), respectiv masa solidă. După răcire, masa solidă este măcinată în vederea obținerii unui produs cu granulație uniformă și ambalată în saci dubli de hârtie.

În cazul distructorului, se stabilește bilanțul termic pentru fazele de preîncălzire, sterilizare și uscare.

Pentru faza de preîncălzire este necesar agent termic pentru încălzirea distructorului, a materiei prime și compensarea pierderilor de căldură către mediul exterior, ecuația de bilanț termic având forma:

$$M_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + M_m \cdot c_m \cdot t_{mi} + A_p \cdot h'' = M_1 \cdot c_1 \cdot t_s + M_m \cdot c_m \cdot t_{ms} + A_p \cdot h' + Q_p \quad (5.32.)$$

unde: M_1 – masa unei șarje, în [kg];

c_1 – căldura specifică a materiei prime la intrarea în distructor, în [J/kg·grd];

t_1, t_s – temperatura materiei prime la intrare, respectiv la finalul preîncălzirii, în [grd];

M_m – masa părții metalice a distructorului ce intră în contact cu materialul și aburul de încălzire, în [kg];

c_m – căldura specifică a materialului din care este realizat distructorul, în [J/kg·grd];

A_p – cantitatea de abur necesar în perioada de preîncălzire, în [kg/șarjă];

h – entalpia condensului la presiunea de 4 atmosfere, în [J/kg];

h'' – entalpia aburului de încălzire la 4 atmosfere, în [J/kg];

t_{mi}, t_{ms} – temperatura inițială și după preîncălzire a metalului distructorului, în [grd];

Q_p – căldura pierdută în mediul exterior, în [J/șarjă].

Din relația de mai sus se poate determina cantitatea de abur necesar operației de preîncălzire.

Pentru faza de sterilizare se consumă căldură pentru acoperirea pierderilor de căldură de la distructor către aerul din camera de lucru prin convecție și radiație:

$$Q_p = A_s \cdot (h'' - h') \quad (5.33.)$$

unde: A_s – cantitatea de abur necesară pentru faza de sterilizare, în [kg/șarjă].

Pentru faza de uscare, căldura se consumă pentru evaporarea apei din produs și acoperirea pierderilor în aerul din cameră. Ecuația bilanțului termic în forma simplificată este:

$$Q_{pu} + W \cdot r + M_1 \cdot c \cdot (t_2 - t_s) = A_u \cdot (h'' - h') \quad (5.34.)$$

unde: Q_{pu} – căldura pierdută în faza de uscare, în [J/șarjă];

W – cantitatea de apă evaporată din produs prin uscare, în [kg/șarjă];

r – căldura de vaporizare a apei la temperatura de uscare, în [J/kg];

t_s, t_2 – temperatura produsului la sterilizare, respectiv la uscare, în [grd];

A_u – cantitatea de abur necesară fazei de uscare, [kg/șarjă].

Dacă s_1 este substanța uscată medie a materialului introdus în distructor (calculată ca medie ponderată), iar s_2 este substanța uscată a produsului finit, cantitatea de apă evaporată este:

$$W = M_1 \cdot \frac{s_2 - s_1}{s_1}, \text{ [kg/șarjă]} \quad (5.35.)$$

Pentru faza de răcire trebuie determinată cantitatea de apă necesară răcirii materialului, de la temperatura de uscare la temperatura de măcinare. Ecuația de bilanț termic este:

$$M_2 \cdot c_m \cdot (t_i - t_f) = M_a \cdot c_a \cdot (t_{ai} - t_{ae}) \quad (5.36.)$$

unde: M_2 – cantitatea de material furajer uscat, $M_2 = M_1 - W$;

t_i, t_f – temperatura materialului furajer la intrarea și ieșirea din răcitor;

c_m – căldura specifică medie a materialului furajer uscat între temperaturile t_i și t_f ;

t_{ai}, t_{ae} – temperaturile apei la intrarea și ieșirea din răcitor;

c_a – căldura specifică medie a apei între temperaturile t_{ai} și t_{ae} .

Consumul specific de apă în operația de răcire va fi:

$$C_a = \frac{M_a}{M_2}, \text{ [kg apă/kg material uscat]} \quad (5.37.)$$

Materialul rezultat de la distructor este trecut la separatorul centrifugal, de unde se separă grăsimile tehnice, urmând a fi valorificate industrial. Masa solidă este răcită și mărunțită în mori cu ciocane sau mori cu cuțite radiale.

VI. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA LAPTELUI

Laptele constituie un aliment care, prin compoziția chimică bogată și valoarea nutritivă ridicată, acoperă în cea mai mare măsură necesarul uman de alimente de origine animală, fiind indispensabil în hrana copiilor, bolnavilor sau a celor care își desfășoară activitatea în medii toxice. Totodată, laptele este și materia primă din care se prepară numeroase produse lactate (unt, smântână, produse dietetice, brânzeturi, produse lactate acide), cu pondere cantitativă și calitativă mare în alimentația omului.

Ca și compoziție chimică, laptele de vacă cu substanță uscată în medie de 12,5 %, are următoarea structură:

- substanțe organice:
 - trigliceride: steroli (colesterol), fosfogliceride (lecitină, cefalină), acizi grași liberi;
- substanțe azotate:
 - protide: cazeină, lactalbumină, lactoglobulină, peptone, anticorpi, enzime (lactoperoxidază, catalază, lipază, fosfatază, amilază, protează);
 - substanțe neproteice: colină, acizi aminați liberi, creatină, acid uric, creatinină, guanidină, acid carbaminic etc.;
 - substanțe neazotate: lactoză, oligozaharide, acid lactic, acid butiric, acid citric, acid piruvic;
 - vitamine: caroten, A, D₃, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆, B₁₂, H, C;
- substanțe anorganice: natriu, potasiu, magneziu, mangan, calciu, cupru, zinc, fier, fosfor, cobalt, cloruri, ioduri, fluoruri.

Substanțele proteice din lapte sunt formate din 80-85 % cazeină, 10-12 % lactalbumină și 5-8 % lactoglobulină. Componentul de bază este cazeina (fosfoproteină) care, legată de sărurile de calciu formează complexul cazeino-fosfolactic și este cea care precipită în fosfoparacazeinat de calciu, proprietate ce stă la baza fabricării produselor lactate acide și a brânzeturilor. Precipitarea cazeinei se poate realiza prin adăugarea de acizi diluați, de săruri ale metalelor grele, reactivi, alcool, pepsină sau chimiozină, ultimele două fiind și cele mai folosite în practică.

6.1. Mașini și instalații pentru prelucrarea laptelui de consum și a produselor din lapte

Laptele poate proveni din surse precum ferme specializare, microferme, gospodării individuale, condiționarea fiind dependentă de tipul instalației folosite pentru mulsul animalelor.

În cazul fermelor mari, laptele este colectat centralizat și prelucrat în instalații cu flux continuu. Pentru fermele mici și individuale, unde mulsul este realizat la bidon, laptele trebuie supus unor operații de condiționare, în vederea păstrării până la momentul prelucrării.

Condiționarea laptelui după muls constă în filtrare și răcire. În funcție de condițiile de igienă în care se face mulsul în lapte pot pătrunde impurități și de aceea, imediat după mulgere, laptele se supune filtrării sau strecurării în vederea reținerii acestora. Pentru fermele mici și gospodăriile individuale filtrarea se face cu ajutorul unor strecurători (figura 6.1.), formate din două site metalice între care se așează un material filtrant (tifon, rondele de vată, material tip pâslă etc.).



Fig. 6.1. Strecurătoare pentru lapte

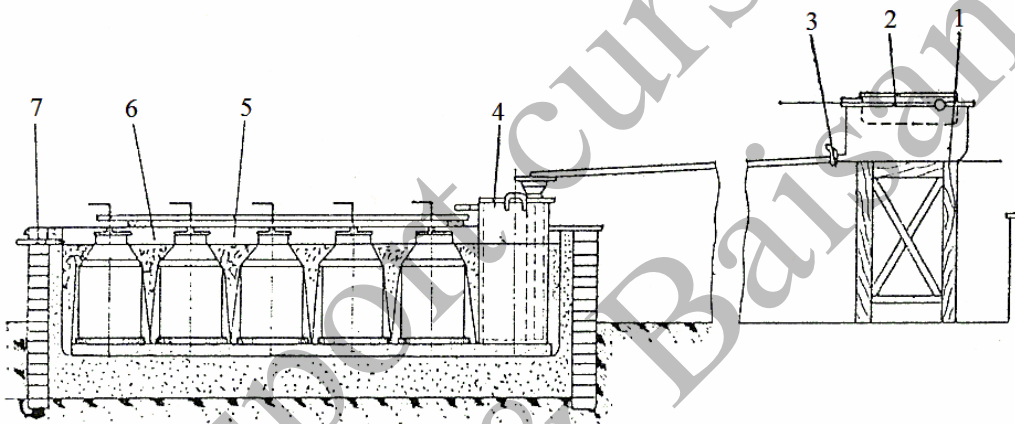


Fig. 6.2. Schema unui bazin pentru răcirea bidoanelor cu lapte: 1- bazin recepție; 2- strecurătoare; 3- robinet; 4- alimentator cu agent termic; 5- distribuitor; 6- bazin cu bidoane; 7- preaplin

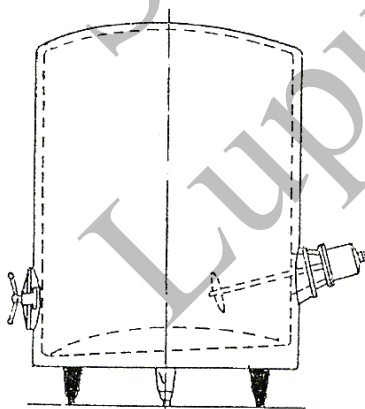


Fig. 6.3. Schema unui tanc vertical pentru răcirea laptelui

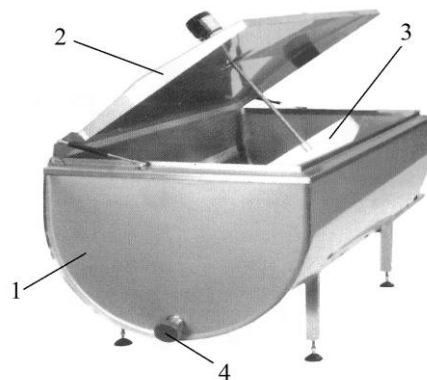


Fig. 6.4. Vană orizontală pentru răcirea laptelui: 1- corp cu perete dublu; 2- capac; 3- agitator; 4- record admisie agent termic

Ca urmare a temperaturii de mulgere și a compoziției chimice, laptele nu poate fi păstrat în stare caldă, de aceea se supune operației de răcire. Temperatura la care trebuie răcit laptele muls depinde de timpul până când acesta intră la prelucrare. Astfel, este suficientă răcirea laptelui la 12-13 [°C] dacă prelucrarea se face după 4-5 [h] de la muls, respectiv 4-6 [°C] dacă prelucrarea se face după mai mult de 12 [h] de la muls. Atunci când mulsul este realizat la bidon sau laptele este colectat centralizat de la mai multe posturi de muls (laptele se repartizează în bidoane), acestea se pot răci cu apă rece sau cu apă amestecată cu gheață în bazine speciale (figura 6.2.). Pentru intensificarea schimbului de căldură amestecul apă-gheață este agitat periodic cu ajutorul unui agitator mecanic. Dacă laptele muls se păstrează timp de 24 [h] de la o mulsoare la alte, se folosesc instalații de răcire de tip tanc (figura 6.3.) sau vană (figura 6.4.), cu perete dublu sau serpentină interioară prin care circulă agentul termic.

Pentru răcirea rapidă a laptelui se folosesc schimbătoare de căldură de tip plan tubular sau cu plăci (figura 6.5.). Avantajul metodei constă în faptul că se poate realiza răcirea unor cantități mari de lapte într-un timp foarte scurt, fără contact cu aerul.

Deoarece schimbătoarele de căldură cu plăci realizează suprafețe de schimb de căldură foarte mari într-un volum mic, sunt cele mai utilizate la răcirea laptelui. În figura 6.6. este prezentat expandat un pachet de plăci, dintr-un schimbător de căldură, iar în figura 6.7. câteva tipuri constructive de plăci. Plăcile sunt realizate din oțel inoxidabil alimentară cu suprafața nervurată prin ambutisare, fapt ce mărește considerabil suprafața de schimb de căldură. Nervurile practicate pe suprafața plăcilor determină curgerea lichidului după anumite trasee, provocând și o creștere a pierderilor de presiune la circulația lichidului prin schimbătorul de căldură. Circulația lichidului de răcit și a agentului termic se poate realiza în mai multe variante (figura 6.8.): circulație de tip Z cu racorduri la ambele extremități (figura 6.8.a.), circulație de tip U cu racorduri la o singură extremitate (figura 6.8.b.), circulație de tip monopas (figura 6.8.c.), circulație tip multipas cu număr egal de treceri pentru fiecare agent (figura 6.8.d.) sau circulație de tip multipas cu număr diferit de treceri pentru cei doi agenți (figura 6.8.e.).

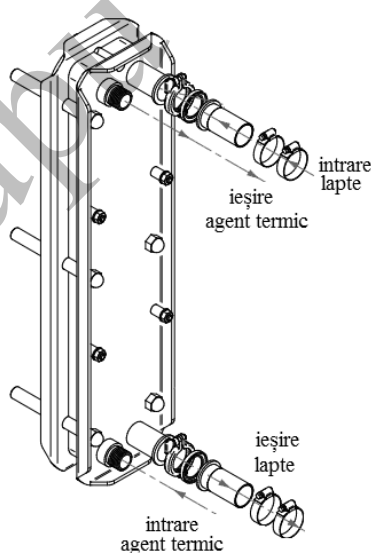


Fig. 6.5. Schimbător de căldură cu plăci

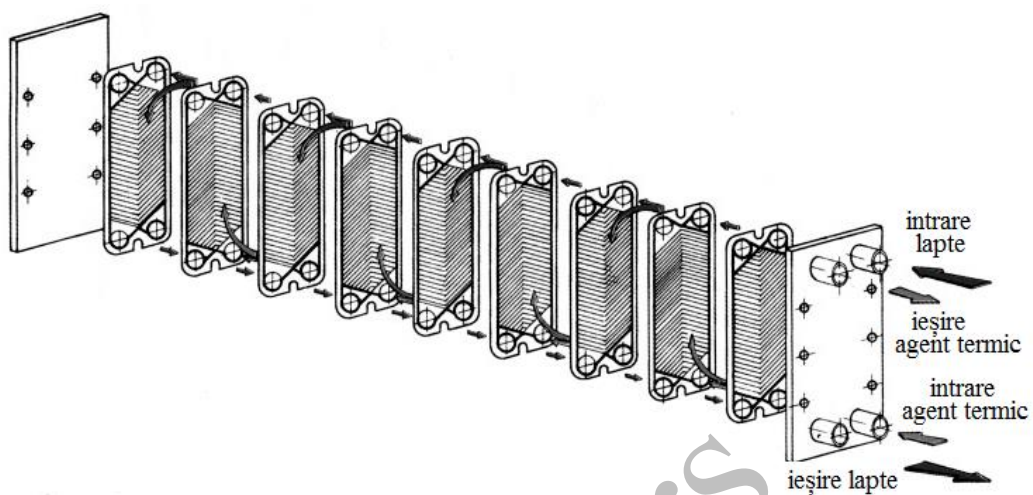


Fig. 6.6. Schimbător de căldură cu plăci expandat

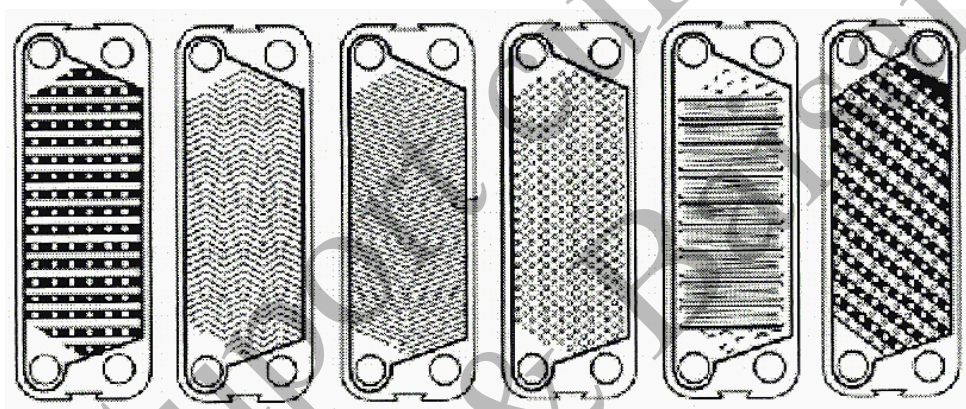


Fig. 6.7. Tipuri de plăci

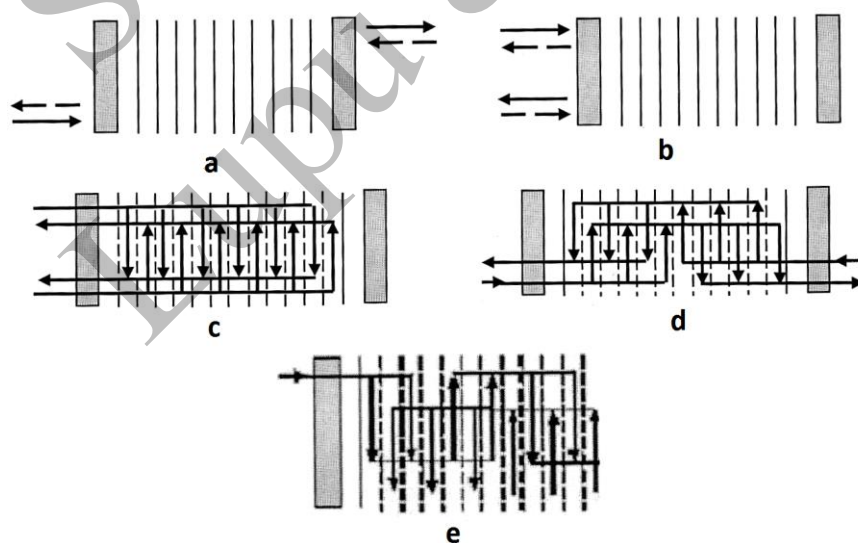


Fig. 6.8. Modul de circulație a lichidelor

În cazul schimbătoarelor de căldură de suprafață este necesară determinarea sarcinii termice Q , care rezultă din ecuația de bilanț termic:

$$dQ = M \cdot c \cdot dt \quad (6.4.)$$

și care integrată este:

$$Q = M \cdot \int_{t'}^{t''} c \cdot dt = M \cdot c_m \cdot (t'' - t') \quad (6.5.)$$

În ipoteza lipsei pierderilor de căldură, în procesul de transfer de la agentul cald (indice 1) la cel rece (indice 2) rezultă:

$$dQ = -M_1 \cdot c_1 \cdot dt_1 = M_2 \cdot c_2 \cdot dt_2 \quad (6.6.)$$

Suprafața de schimb de căldură se stabilește din ecuația transferului de căldură și are forma:

$$Q = K \cdot (t_1 - t_2) \cdot A = K \cdot \Delta t \cdot A \quad (6.7.)$$

Dacă se consideră constant coeficientul de transmitere a căldurii, K , atunci:

$$Q = K \cdot \Delta t_{med} \cdot A \quad (6.8.)$$

unde: Δt_{med} – diferența medie de temperatură dintre cele două fluide pentru suprafața de lucru.

Cu aceste considerente, sarcina termică are expresia:

$$dQ = M \cdot c \cdot dt = K \cdot (t_1 - t_2) \cdot dA \quad (6.9.)$$

Pentru calculul suprafeței de schimb de căldură necesară, relația de mai sus poate fi rezolvată în mai multe ipoteze, prin metode grafice. Dacă se adoptă convențional o valoare medie a coeficientului de transmitere a căldurii, prin raportare la o valoare medie a temperaturii, din relația (6.8.) rezultă relația de calcul a suprafeței de schimb de căldură:

$$A = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{med}} \quad (6.10.)$$

Curbele de variație a temperaturilor agenților termici pe suprafața de schimb de căldură diferă în funcție de sensul de deplasare relativă a purtătorilor de căldură (deplasare în echicurent, în contracurent, mixt, încrucișat etc.).

Curățirea laptelui are ca scop îndepărtarea impurităților mecanice. Operația se poate realiza cu ajutorul unor filtre speciale având ca material filtrant vată, țesătură de nailon sau plasă metalică fină, rezultate bune fiind obținute la curățirea unor cantități mici de lapte, înlocuirea materialului filtrant fiind necesară destul de des. Atunci când se prelucrează cantități mari de lapte, curățirea este realizată cu filtre sub presiune, filtre coloidale sau curățitoare centrifugale. Având o construcție asemănătoare cu cea a separatoarelor, tobele curățitoare centrifugale (figura 6.9. și 6.10.) realizează cea mai eficientă separare a impurităților din lapte. Fiind mai grele decât laptele, impuritățile sunt aruncate și adunare la periferia tobei sub formă de nămol, a cărui compoziție medie este următoarea: 73 % apă, 3 % grăsimi, 18 % proteine, 3 % cenușă, restul fiind alte substanțe.

Nămolul rezultat la curățirea laptelui conține, pe lângă substanțe nutritive și germeni dăunători sănătății, astfel că, datorită riscului infectării cu spori de bacterii, nămolul trebuie ars sau folosit ca și îngrășământ.

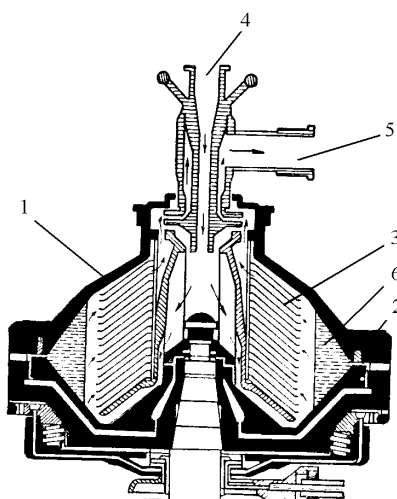


Fig. 6.9. Schema unei tobe separatoare centrifugale: 1- capac toבָּ; 2- corp toבָּ; 3- talere; 4- alimentare lapte brut; 5- evacuare lapte curățat; 6- nămol

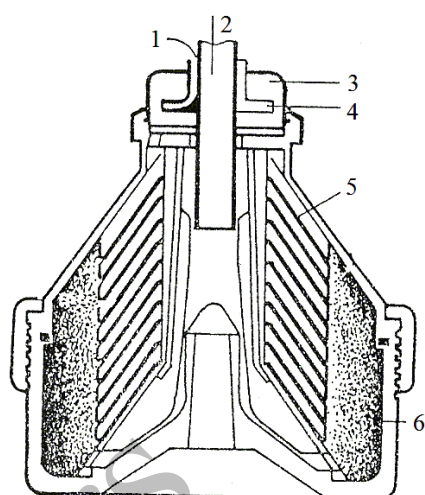


Fig. 6.10. Schema unei tobe curățitoare MRZA: 1- evacuare lapte curățit; 2- intrare lapte; 3- cameră turbină; 4- turbină; 5- talere; 6- nămol

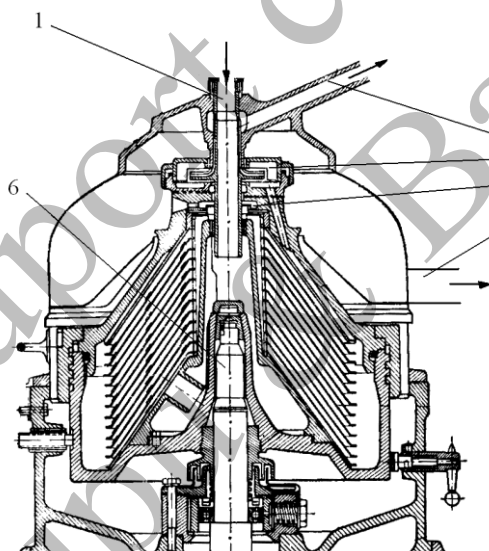


Fig. 6.11. Separator centrifugal, secțiune: 1- alimentare lapte integral; 2- evacuare lapte smântânit; 3- colector lapte smântânit; 4- colector smântână; 5- evacuare smântână; 6- ax antrenare toבָּ.

Normalizarea laptelui se face cu ajutorul separatoarelor centrifugale, prin aducerea lui la un anumit conținut în grăsime. De regulă, laptele muls are un conținut în grăsimi peste normele cerute pentru consum și de aceea se extrage un procent de grăsime din lapte. În cazul în care laptele muls este sub normele stabilite, acesta se amestecă cu lapte gras sau chiar cu smântână în aparate de tip amestecătoare, până la omogenizare.

Separarea grăsimii din lapte se realizează cu ajutorul separatoarelor centrifugale cu talere, în figura 6.11. fiind prezentată o secțiune printr-un astfel de separator. Laptele este introdus prin axul central tubular și este dirijat spre talerele conice ale separatorului.

Grăsimile din lapte, a căror masă specifică este mai mică, sunt trimise ascendent spre mijlocul tobei, prin orificiile practicate în talere.

Laptele, a cărui masă specifică este mai mare decât a grăsimilor, urmează tot un drum ascendent, dar pe la periferia tobei. Prin amplasarea camerelor colectoare se evacuează separat smântâna și laptele smântânit. Procesul de separare a grăsimilor este mai eficient dacă laptele este încălzit inițial la 40-45 [°C], temperatură la care vâscozitatea grăsimii scade considerabil față de plasma din lapte.

Omogenizarea laptelui urmărește mărirea gradului de dispersie a grăsimii prin reducerea dimensiunii globulelor de grăsime. Omogenizatoarele sunt aparate compuse dintr-o pompă ce refulează laptele printr-un cap de omogenizare (figura 6.12.), scindarea globulelor de grăsime fiind realizată prin șoc mecanic. Temperatura optimă de realizare a procesului de omogenizare este de circa 60 [°C], din acest motiv omogenizatorul se intercalează pe circuitul de recuperare al pasteurizatorului. Presiunea la care se realizează omogenizarea laptelui de consum este de 120-180 [N/cm²], iar pentru creșterea eficienței și reducerea tendinței de aglomerare, se practică omogenizarea în două trepte (figura 6.12.b.): în prima treaptă are loc scindarea globulelor de grăsime la 180-200 [N/cm²], iar în treapta a doua la 30-50 [N/cm²], diferența dintre cele două presiuni determinând o puternică dispersie a globulelor.

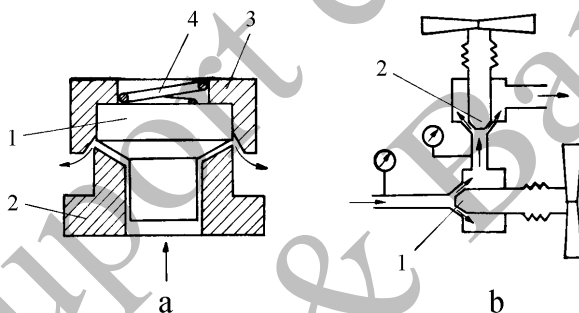


Fig. 6.12. Omogenizator mecanic sub presiune: a- cap de omogenizare: 1- supapă; 2- scaun; 3- inel deflector; b- omogenizator în două trepte: 1- omogenizare treapta I; 2- omogenizare treapta a II-a.

O mai bună stabilizare a emulsiei se obține cu ajutorul clarifixatoarelor care, din punct de vedere constructiv se aseamănă cu separatoarele centrifugale (figura 6.13.). Laptele cald se introduce în aparat prin conducta de alimentare 1 și distribuit pe pachetul de talere 3 prin intermediul forței centrifuge. Globulele de grăsime se adună în colectorul de smântână 6, iar laptele smântânit poate fi evacuat prin conducta 2. Presiunea creată în colectorul de smântână, precum și construcția specială a discurilor 7 și 8, determină o scindare puternică a globulelor de grăsime și retrimiteră lor în tobă, amestecându-se cu laptele ce intră prin conducta 1. O parte din smântâna din colectorul 4 poate fi evacuată prin conducta 5, aparatul putând servi și la smântânirea parțială a laptelui. Impuritățile pe care le conține laptele sunt proiectate sub acțiunea forței centrifuge și se deplasează la periferia tobei 4, acumulându-se sub formă de sediment, clarifixatorul realizând astfel și o curățire a laptelui.

Pe lângă aceste aparate clasice au apărut și alte instalații de omogenizare a laptelui, având la bază diverse principii.

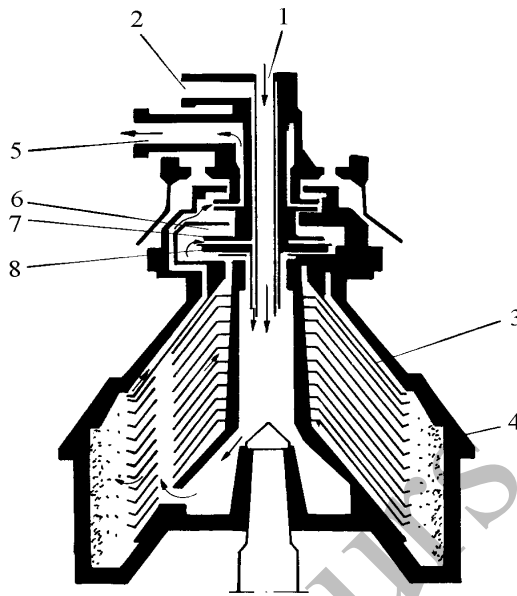


Fig. 6.13. Schema constructivă a clarifexatorului

Omogenizatoarele cu jet sunt realizate în două variante, a căror funcționare se bazează pe următoarele principii:

- emulsionarea și dispersarea unui lichid cald (grăsimea), trimis sub formă de jet pulverizat în faza de dispersie (laptele degresat) cu ajutorul unei duze;
- micșorarea dimensiunii globulelor de grăsime și dispersarea lor în curent de lichid, ca rezultat al modificării vitezelor pulsațiilor turbulente, vârtejurilor și efectului de cavitație.

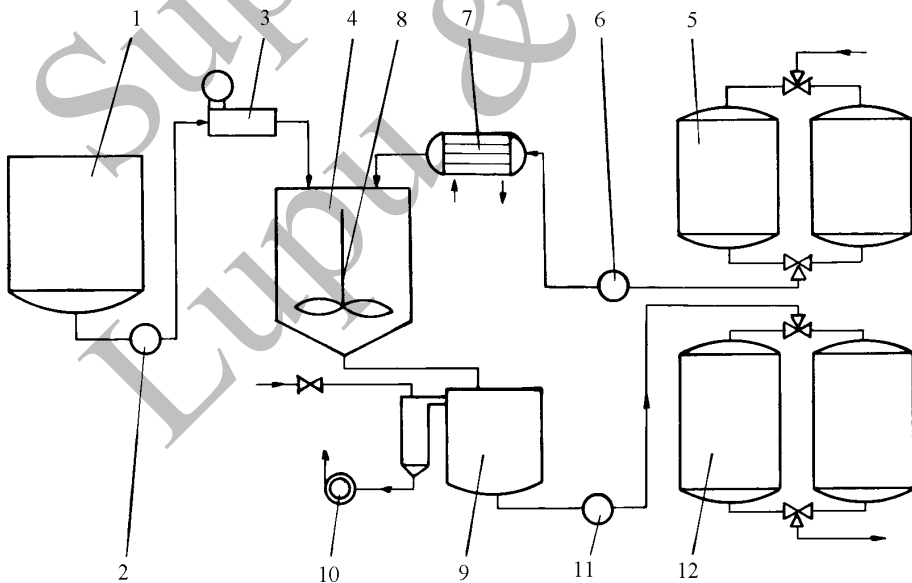


Fig. 6.14. Schema instalației de omogenizare a laptelui sub vid: 1- rezervor grăsimi; 2,6,11- pompe; 3- cântar; 4- vas amestecare; 5- rezervoare cu lapte degresat; 7- preîncălzitor; 8- agitator; 9- camera de vid (omogenizatorul); 10- pompă de vid cu inel de apă; 12- rezervoare pentru lapte omogenizat

Omogenizatoarele adiabatică formează emulsia ca rezultat al instabilității ce se produce în lichidul care conține componentele ce alcătuiesc cele două faze. Astfel, dacă într-o cameră de vid (figura 6.14.) este trimis amestecul de emulsionat, la care faza apoasă are temperatura peste cea de saturație corespunzătoare presiunii din cameră, aici au loc o serie de procese precum pulverizarea amestecului, detenta lichidului, formarea de bule de vapori de apă ca urmare a detentei, formarea de unde de șoc, toate determinând micșorarea globulelor de grăsime și dispersarea lor în faza apoasă.

Omogenizatoarele ultrasonice obțin emulsiile cu ajutorul ultrasunetelor, lichidul fiind supus unor tensiuni și compresioni, cele mai utilizate generatoare de ultrasunete fiind cele de tip mecanic.

Instalațiile de pasteurizare a laptelui sunt schimbătoare de căldură ce încălzesc laptele la temperatura de pasteurizare cu ajutorul aburului sau a apei calde, după care se răcesc cu apă răcită la temperatura necesară următoarei operații din tehnologia de prelucrare. Instalații pentru pasteurizare pot fi: cu acțiune directă sau cu acțiune indirectă. Cele cu încălzire indirectă pot fi de tip vană, tobă rotativă, fascicul de țevi în țevă sau cu plăci. Pasteurizatorul de tip vană are randamentul termic scăzut și productivitate mică. Pentru smântână se preferă vane cu serpentină rotativă sau agitatoare mari cu turație mică, pentru a evita baterea smântânii.

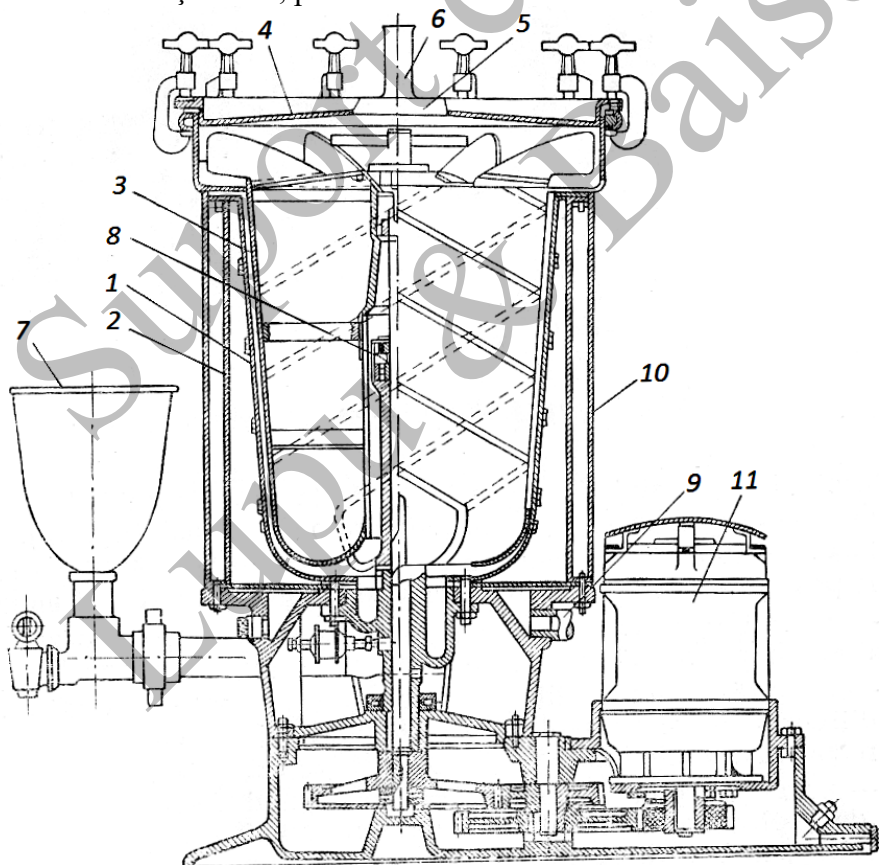


Fig. 6.15. Pasteurizator cu tobă rotativă: 1- cazan pentru lapte; 2- manta interioară; 3- tobă; 4- capac; 5- orificiu aerisire; 6- țevă aerisire; 7- pâlnie alimentare; 8- garnitură cu arc; 9- conductă scurgere condens; 10- manta exterioară; 11- electromotor antrenare

Pasteurizatorul de tip tobă rotativă (figura 6.15.) realizează proiectarea laptelui sub formă de film subțire pe toba rotativă. Încălzirea peretelui tobei se face cu ajutorul aburului sau a apei calde, pentru creșterea eficienței paste-urizatorului este racordat la un recuperator de căldură. Pasteurizatoarele cu plăci sunt utilizate aproape în exclusivitate întrucât sunt simple constructiv, lucrează în flux continuu și cu debite mari, realizează un proces de lucru închis cu consumuri energetice reduse și permit automatizarea completă a operației, realizează un regim de curgere turbulent, care are ca efect creșterea semnificativă a coeficienților de transfer de căldură. Pe de altă parte, permit recuperarea căldurii prin încălzirea produsului netratat, cu cel care a fost deja pasteurizat. Eficiența regenerativă a schimbătoarelor de căldură cu plăci este 90-93 %. Un alt avantaj este acela că, în spații mici realizează suprafețe de schimb de căldură mari, sunt stabile la presiune ridicată, rezistă bine la coroziune și se pot monta, respectiv demonta ușor.

În fig 6.16. este prezentat principiul de funcționare al pasteurizatorului pentru lapte, iar în fig 6.17. este prezentată schema unei instalații de pasteurizare a laptelui tip PDN 1010.

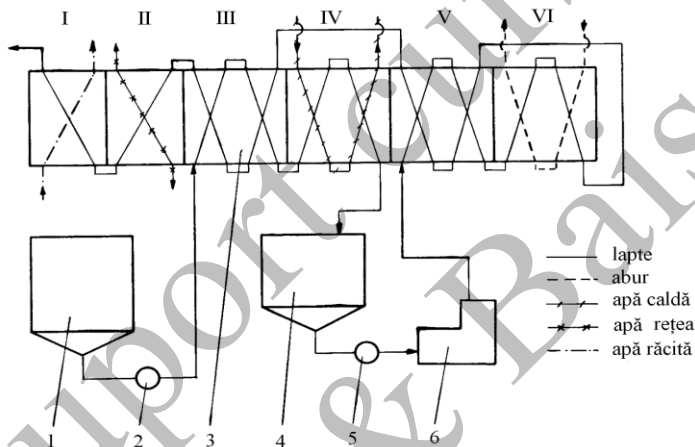


Fig. 6.16. Modul de funcționare al pasteurizatorului cu plăci

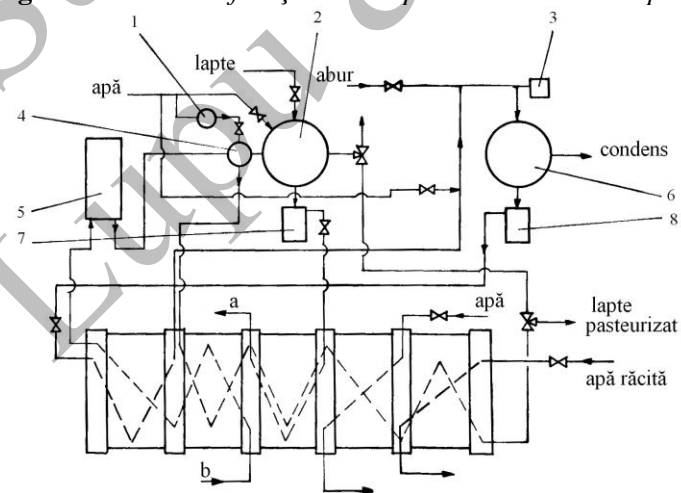


Fig. 6.17. Schema de funcționare a pasteurizatorului PDN 1010: a- spre separatorul centrifugal; b- de la separatorul centrifugal; 1- pompă apă; 2- rezervor alimentare; 3- ventil reglare temperatură; 4- ventil de recirculare; 5- schimbător de căldură (zona de menținere); 6- boiler apă caldă; 7- agregat pompare lapte; 8- agregat pompare apă caldă

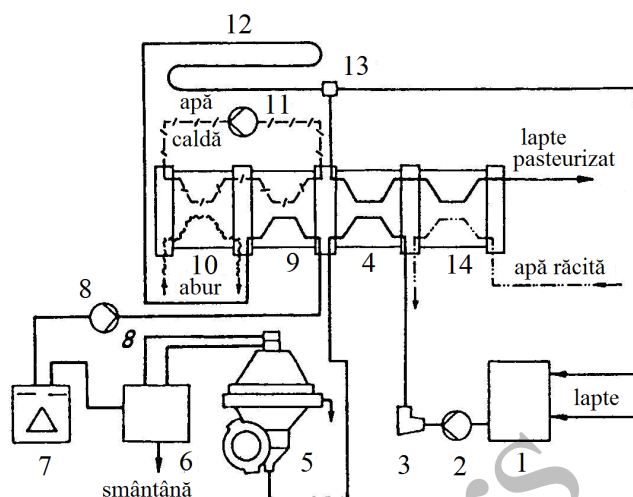


Fig. 6.18. Instalație de pasteurizare AVP Pasilac: 1- tanc egalizare; 2- pompă; 3- regulator flux; 4- zonă recuperare căldură; 5- separator centrifugal; 6- compomaster; 7- omogenizator; 8- pompă; 9- zonă pasteurizare; 10- zonă preparare apă caldă; 11- pompă aer; 12- serpentină menținere; 13- valvă deviere flux; 14- zonă răcire

Laptele din rezervorul 1 (figura 6.17.) este trimis de pompa 2 în zona III a pasteurizatorului, unde circulă în contracurent cu laptele cald de la pasteurizare, încălzindu-se. De aici trece în zona IV unde se încălzește în continuare cu ajutorul apei calde până la temperatura optimă omogenizării. Trece în rezervorul tampon izoterm 4 cu ajutorul pompei 5 în omogenizatorul 6, unde are loc spargerea globulelor de grăsime. Laptele intră în zona V, unde preia căldura de la laptele pasteurizat încălzindu-se, ajungând la temperatura de pasteurizare în zona VI prin încălzirea cu abur. La această temperatură laptele iese din pasteurizator și este menținut timpul necesar realizării efectului bactericid (în zona de menținere), după care revine în zona V și mai departe în zona III unde cedează în continuare căldură laptelui ce intră în pasteurizator. Laptele urmează traseul prin zona II, unde este răcit cu apă de la rețea și prin zona I, unde este răcit cu apă răcită la 2-4 [°C], temperatură la care este stocat în vase izoterme sau este trecut direct la mașinile speciale de dozat și ambalat.

În instalația de pasteurizare a laptelui AVP Pasilac (figura 6.18.), laptele este pompat din tancul 1 în zona de recuperare a căldurii, unde se încălzește la 60 [°C] în contracurent cu laptele pasteurizat. Asigurarea fluxului necesar respectării unui regim termic dorit se face cu valva 3. Din zona de regenerare laptele trece la separatorul centrifugal 5 unde se separă în lapte degresat și smântână, aparat în care se face și curățirea laptelui. Din separator, ambele fracții trec la compomasterul 6, care recompune laptele la conținutul standardizat de grăsimi, de unde ajunge în omogenizatorul 7 (a cărui presiune este de 100-150 [bar] și temperatura de 65 [°C]). Cu pompa auxiliară 8 laptele ajunge în zona de pasteurizare 9 a cărei temperatură de lucru este de 72-78 [°C], menținută de circuitul de încălzire cu apă caldă. Laptele se menține 16 [s] la această temperatură, într-o secțiune tubulară de menținere. La capătul acestei zone este o valvă de deviere a fluxului, care are rolul de a devia laptele către tancul de egalizare, dacă temperatura de pasteurizare este sub punctul fixat.

Din zona de pasteurizare, laptele trece în zona de recuperare a căldurii 4, unde cedează căldură laptelui proaspăt introdus în aparat. Temperatura scade până la 10-11 [°C], cu o eficiență regenerativă de 90 %, după care laptele este răcit cu apă în zona de răcire 4.

Instalația de pasteurizare a smântânii TIPS (figura 6.19.) este prevăzută cu patru zone: zona de recuperare a căldurii 3, zona de pasteurizare 4, zona de răcire cu apă de la rețea 8 și zona de răcire cu apă răcită 9.

Instalația de pasteurizare IPLS (figura 6.20.) este destinată pasteurizării laptelui crud și a smântânii rezultate de la operația de degresare.

Pasteurizatorul cu plăci are nouă zone caracteristice:

- 5 zone pentru lapte (două zone de recuperare, o zonă de pasteurizare, o zonă de menținere și o zonă de răcire cu apă răcită);
- 3 zone pentru smântână (o zonă pasteurizare, o zonă răcire cu apă de la rețea și o zonă de răcire cu apă răcită);
- o zonă pentru prepararea apei calde.

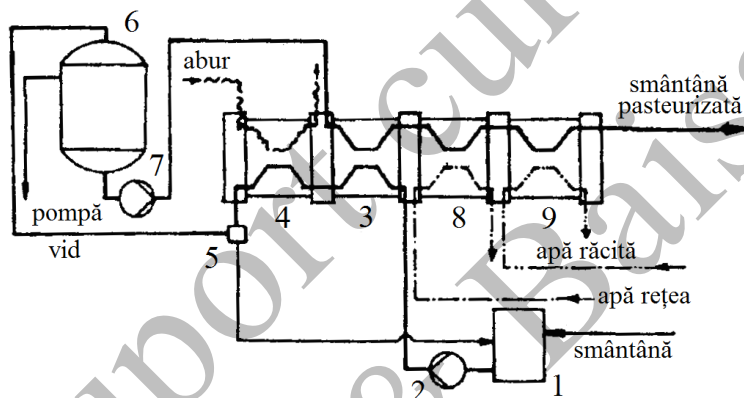


Fig. 6.19. Instalație de pasteurizat smântână TIPS: 1- tanc; 2- pompă; 3- zonă de recuperare; 4- zonă de pasteurizare; 5- valvă deviere flux; 6- dezodorizator; 7- pompă; 8- zonă răcire cu apă de la rețea; 9- zonă de răcire cu apă răcită

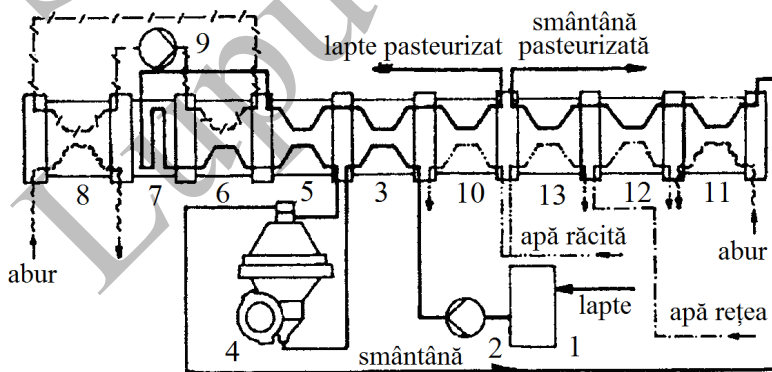


Fig. 6.20. Instalația de pasteurizare IPLS-10/1,5: 1- tanc cu flotor; 2- pompă; 3- zonă de recuperare (lapte); 4- separator centrifugal; 5- zonă de recuperare lapte; 6- zonă pasteurizare lapte; 7- zonă menținere; 8- zonă preparare apă caldă; 9- pompă apă; 10- zonă răcire cu apă răcită; 11- zonă pasteurizare smântână; 12- zonă răcire smântână cu apă de la rețea; 13- zonă de răcire cu apă răcită

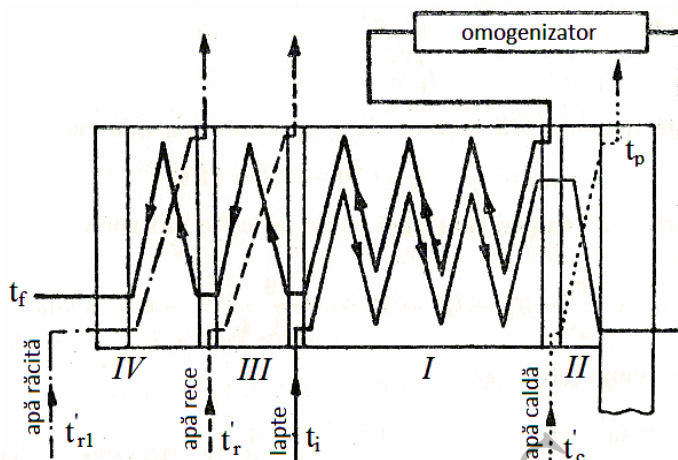


Fig. 6.21. Schema circuitelor pentru un pasteurizator cu patru zone de lucru

Calculul tehnologic al pasteurizatoarelor este unul complex, având în vedere multitudinea de factori ce intervin în procesul de schimb de căldură.

Pentru un circuit de pasteurizare cu 4 zone (figura 6.21.) se determină suprafața necesară schimbului de căldură pentru pasteurizarea și răcirea laptelui, respectiv numărul de plăci necesare.

Durata de menținere a laptelui se poate determina cu relația:

$$\theta_m = \frac{l_m}{w} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l_m}{4 \cdot Q_v}, \text{ [s]} \quad (6.11.)$$

unde: l_m – lungimea zonei de menținere, în [m];

w – viteza lichidului în zona de menținere, în [m/s];

d – diametrul secțiunii pentru cerc, în [m];

Q_v – debitul volumetric de lichid, în [m³·s].

Coefficientul de regenerare se determină cu relația:

$$\varepsilon = \frac{t_r - t_i}{t_p - t_i} \quad (6.12.)$$

unde: t_i – temperatura inițială a laptelui;

t_r – temperatura din zona de regenerare;

t_p – temperatura de pasteurizare.

Deoarece plăcile au pe suprafața lor nervuri cu geometrie diferită, se determină un diametru echivalent cu relația:

$$d_{ec} = 4 \cdot \frac{b_0 \cdot e}{2 \cdot (b_0 + e)} \cong 2 \cdot e \quad (6.13.)$$

unde: b_0 – lățimea unui riflu pe orizontală, în [m];

e – distanța dintre plăci, în [m].

În funcție de debitul volumetric și secțiunea de curgere a canalului s , în [m²] se stabilește numărul total de plăci:

$$n = \frac{Q_v}{s \cdot v} \quad (6.14.)$$

Suprafața de schimb de căldură pentru o placă se determină cu relația:

$$s_1 = \frac{S}{n} = l \cdot z \cdot d_{ec} \quad (6.15.)$$

unde: l – lungimea totală a canalelor dintr-o placă, în [m];

z – numărul de canale de pe o parte a plăcii.

Coefficientul de transmitere a căldurii se determină cu ajutorul unor relații ce țin cont de tipul constructiv de placă (forma suprafeței). Pentru plăci de tipul P₂ este de forma:

$$\alpha = 0,116 \cdot \frac{\lambda}{d_{ec}} \cdot \text{Re}^{0,7} \cdot \text{Pr}^{0,43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_p} \right)^{0,25} \cdot \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right] \quad (6.16.)$$

Relația de mai sus este valabilă pentru $50 \leq \text{Re} \leq 3 \cdot 10^4$ și $\text{Eu} = 4100 \cdot \text{Re}^{-0,55}$, coeficientul de transmitere a căldurii calculându-se pentru fiecare zonă de lucru. În notațiile anterioare: Eu – numărul Euler, Pr – numărul Prandtl și Re – numărul Reynolds.

În cazul pasteurizatorului cu plăci se determină regimul de temperatură pentru fiecare zonă de lucru.

Pentru zona de regenerare, temperatura laptelui la intrare în zona de pasteurizare este:

$$t'_i = t_i + (t_p - t_i) \cdot \varepsilon \quad (6.17.)$$

La intrarea în zona de răcire cu apă, laptele va avea temperatura:

$$t_1 = t_i + t_p - t'_i \quad (6.18.)$$

În aceste condiții, diferența medie de temperatură pe zona de regenerare va fi:

$$\Delta t_{reg} = t_p - t'_i \quad (6.19.)$$

Pentru zona de pasteurizare, temperatura apei calde la ieșirea din zonă este:

$$t''_c = t'_c - \frac{c_m}{c_a \cdot z_c} \cdot (t_p - t'_i) \quad (6.20.)$$

unde: t'_i – temperatura de intrare a apei calde, în [grd];

c_m – căldura specifică a laptelui, în [J/kg·grd];

c_a – căldura specifică a apei calde (reci), în [J/kg·grd];

z_c – hidromodulul apei calde.

Căderea medie de temperatură pe zona de pasteurizare va fi:

$$\Delta t_{med} = (t''_c - t'_i) - (t'_c - t_p) \quad (6.21.)$$

Pentru zona de răcire cu apă, temperatura apei reci la ieșirea din zonă va fi:

$$t''_r = t'_r + \frac{c_m}{c_a \cdot z_r} \cdot (t_1 - t_i) \quad (6.22.)$$

unde: t'_r – temperatura de intrare a apei reci, în [grd];

t_1 – temperatura laptelui după zona de răcire cu apă, în [grd];

z_r – hidromodulul apei reci.

Căderea medie de temperatură pe zona de răcire cu apă va fi:

$$\Delta t_{med} = (t_1 - t''_r) - (t_1 - t'_r) \quad (6.23.)$$

Pentru zona de răcire cu apă răcită, temperatura apei răcite la ieșirea din zonă, respectiv căderea medie de temperatură vor fi:

$$t_{r1}'' = t_{r1}' + \frac{C_m}{c_a \cdot z_{r1}} \cdot (t_1 - t_f) \quad (6.24.)$$

$$\Delta t_{med} = (t_1 - t_{r1}'') - (t_f - t_{r1}')$$

unde: t_{r1}' – temperatura apei răcite la intrarea în zona de răcire, în [grd];

t_f – temperatura finală a laptelui, în [grd];

z_{r1} – hidromodulul apei răcite.

Simplexurile de temperatură pentru cele patru zone vor fi:

$$S_{reg} = \frac{t_i' - t_i}{\Delta t_{reg}}$$

$$S_p = \frac{t_p - t_i'}{\Delta t_{med}} \quad (6.25.)$$

$$S_r = \frac{t_1 - t_f}{\Delta t_{med}}$$

$$S_{r1} = \frac{t_f - t_i}{\Delta t_{med}}$$

Coeficientul total de transfer de căldură se calculează pentru fiecare zonă de lucru cu ajutorul relației:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (6.26.)$$

unde: α_1 și α_2 – coeficienții parțiali de căldură pe cele două fețe ale plăcilor;

δ – grosimea peretelui, în [m];

λ – conductivitatea termică a materialului plăcii, în [W/m·grd].

Cu aceste date se pot determina suprafețele de schimb termic necesare pentru fiecare zonă de lucru, respectiv numărul de plăci necesare.

Pentru a putea vehicula lichidul prin pasteurizator este necesar stabilirea căderilor de presiune pe cele 4 zone de lucru și pe racordurile dintre zone, astfel că pierderea de presiune totală va fi:

$$\Delta p = \Delta p_{reg} + \Delta p_p + \Delta p_r + \Delta p_{r1} + \Delta p_{rac} \quad (6.27.)$$

Viteza curentului de lapte, pentru un pachet cu valoarea coeficientului de rezistență $\zeta = 2 \cdot Eu$, se poate determina cu ajutorul relației:

$$v = \sqrt[3]{\frac{K \cdot \Delta p \cdot l}{3900 \cdot \rho^2 \cdot S_t \cdot e \cdot \zeta}} \quad (6.28.)$$

unde: ρ – densitatea laptelui, în [kg/m³];

S_t – suprafața totală de schimb de căldură, în [m²].

Această viteză se determină pentru fiecare zonă de lucru și ea trebuie să aibă o valoare constantă. Pentru apa rece, viteza se alege egală cu cea a laptelui, în timp ce pentru apa răcită și apa caldă, viteza de circulație este dublă față de cea a laptelui.

Pentru cele 4 zone se determină temperaturile medii și parametrii pentru lapte și fluidele de lucru (Pr , λ și vâscozitatea ν). De asemeni, se calculează criteriile Re pentru cele 4 zone cu relația:

$$Re = \frac{\nu \cdot d_{ec}}{\nu} \quad (6.29.)$$

Coefficienții de transfer de căldură, α , și coeficientul total de transfer de căldură K se calculează cu relațiile prezentate anterior. Dacă se ține cont de relația (6.10.) se pot determina suprafețele de schimb de căldură pentru fiecare zonă de lucru, respectiv numărul de plăci în funcție de suprafața activă a acestora.

Procedeele de sterilizare pot fi în flux continuu sau discontinuu, în funcție de tipul de utilaj folosit. De asemenea, sterilizarea se poate realiza cu laptele ambalat sau în vrac (flux continuu), sterilizatoarele hidrostatice cunoscând o mai mare extindere în practica industrială. Regimul de lucru UHT este caracterizat prin încălzirea rapidă a laptelui la temperaturi de 145-150 [°C], timp de câteva secunde, până la mai puțin de o secundă, urmată de o răcire rapidă la temperatura de 2-4 [°C], laptele fiind trecut la ambalare în instalații septice.

În figura 6.22. este prezentată schema de funcționare a unei instalații de sterilizare a laptelui de tip cu schimbător de căldură cu plăci, compus din două corpuri, serpentină de menținere și aparat de degazare. Laptele din bazinul de alimentare 1 este adus la zona de recuperare a căldurii I, se încălzește la 60 [°C], preluând căldura de la laptele sterilizat și trece la omogenizatorul 3. De aici, laptele ajunge la zona de recuperare a căldurii 4 unde, prin circulația în contracurent cu laptele sterilizat, se încălzește la 95 [°C] cu menținere timp de 20-40 [s] în zona 5 (se produce o stabilizare mai bună a proteinelor, reducând astfel riscul de denaturare a lor la sterilizare). Laptele ajunge în cel de-al doilea corp al instalației unde se încălzește la 120 [°C] în zona de recuperare a căldurii 9 și apoi la 138 [°C] în zona 7. Laptele ajuns la temperatura de sterilizare este menținut un timp de maxim 4 [s] și circulat prin tubul de menținere exterior 6, proces controlat printr-un circuit de automatizare. Din tubul de menținere, laptele sterilizat trece în zona recuperatoare de căldură 9, unde temperatura sa scade la circa 113 [°C], apoi prin degazorul 10 și apoi se răcește în două trepte (zona 4 în contracurent cu lapte și zona 2 cu apă rece) până la 20 [°C]. Parametrii tehnologici ai procesului de lucru sunt controlați de un sistem de automatizare, care permite recircularea laptelui și reglarea debitelor de abur, apă caldă și apă rece, precum și timpul de menținere la temperatura de sterilizare.

Încălzirea directă presupune amestecarea produsului cu aburul sub presiune. Prin condensarea aburului, căldura acestuia este transferată rapid produsului. Instalația este asociată, de regulă, cu un sistem de răcire directă, care se realizează prin detenta produsului sub vid, operație care decurge la fel de rapid. Răcirea sub vid este impusă de condiția readucerii produsului la conținutul inițial de substanță uscată, prin eliminarea excesului de umiditate datorat condensării aburului. Cel mai mare avantaj al metodei constă în reducerea semnificativă a timpului de încălzire, respectiv de răcirea laptelui. Se poate aplica atât la pasteurizarea, cât și la sterilizarea laptelui, mai ales la sterilizarea UHT.

Din punct de vedere al modului cum se realizează încălzirea directă, se doosebesc două sisteme:

- cu injecție de abur; aburul este injectat în lapte la presiune ridicată, necesitând un spațiu de lucru mic;
- cu infuzie de abur; laptele este introdus într-o cameră unde se află abur sub presiune, încălzirea fiind foarte rapidă, dar fără riscuri de ardere sau cavitație.

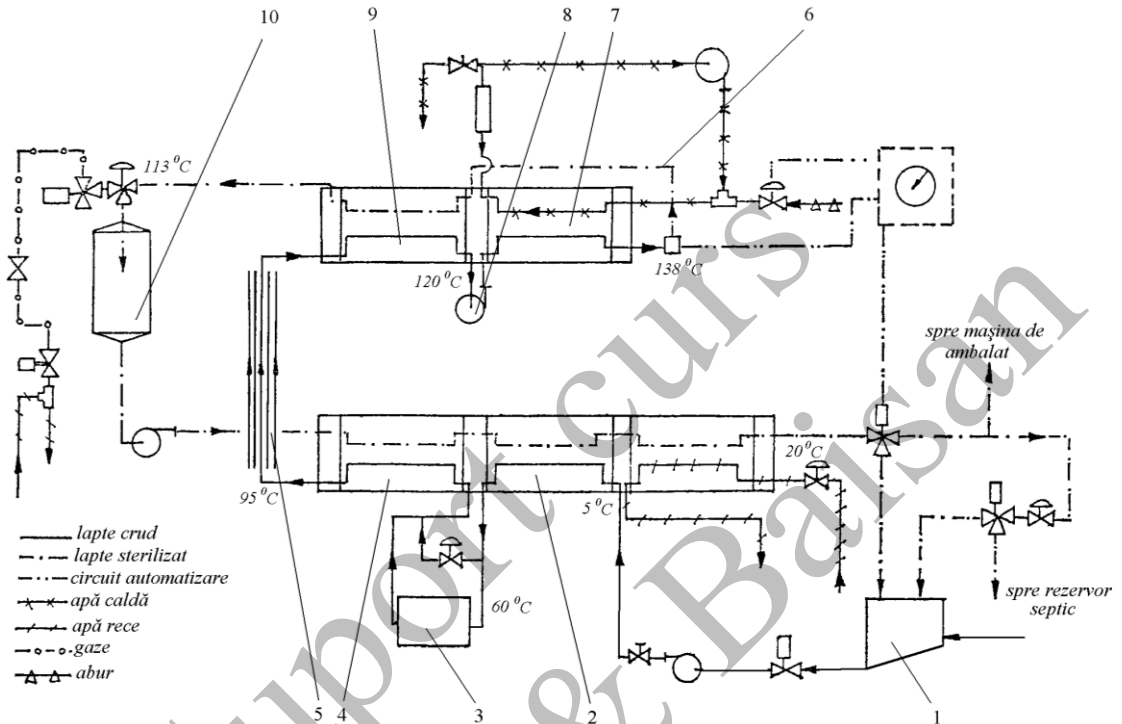


Fig. 6.22. Schema de funcționare a instalației de sterilizare a laptelui STERILPLAK: 1- rezervor alimentare; 2- zonă recuperare căldură I; 3- omogenizator; 4- zonă recuperare căldură II; 5- zonă de menținere a temperaturii; 6- tub menținere la temperatura de sterilizare; 7- zonă de sterilizare; 8- pompă centrifugă; 9- zonă recuperare căldură III; 10- aparat de degazare.

În figura 6.23. este prezentată schema de funcționare a unei instalații de sterilizare în care laptele este încălzit prin injecția de abur. Laptele proaspăt este supus preîncălzirii până la 75-80 [°C] în două trepte, pe seama aburului secundar rezultat de la expandor. Ajuns la această temperatură este pompat în capul de injecție al uperizatorului, unde în contact cu aburul direct își ridică brusc temperatura la 140-150 [°C]. Durata de menținere la această temperatură este dependentă de timpul de străbătare a conductei ce duce la expandor. Ca urmare a vidului parțial pe care îl găsește aici, se produce o detentă bruscă, fenomen însoțit și de o evaporare intensă. Parametrii de lucru precum temperatura și presiunea din expandor sunt reglate astfel încât apa evaporată să fie echivalentă cu aburul condensat la capul de injecție al uperizatorului. Din expandor, laptele este pompat în omogenizator și după răcire la 20 [°C] este trimis către mașina de ambalat. Sterilizarea cu infuzie de abur realizează și o îmbunătățire a gustului și a mirosului produselor UHT până la nivelul produselor pasteurizate.

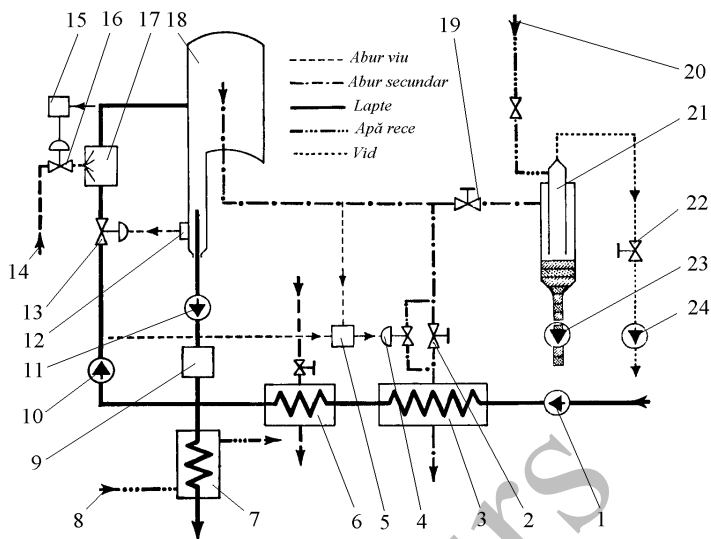


Fig. 6.23. Schema de funcționare a unei instalații de sterilizare cu injecție de abur: 1- pompă alimentare; 2,19- ventil reglaj abur secundar; 3,6- preîncălzitor; 4- ventil pneumatic de reglare automată a aburului secundar; 5- dispozitiv reglare automată a densității laptelui; 7- răcitor; 8,20- alimentare apă răcire; 9- omogenizator; 10- pompă lapte; 11- pompă lapte steril; 12- indicator nivel; 13- ventil de reglare; 14- alimentare abur de înaltă presiune; 15- regulator debit abur; 16- ventil de reglare automată a debitului de abur; 17- uperizator; 18- expandor; 21- condensator; 22- ventil reglare vid; 23- pompă condens; 24- pompă vid

O instalație în care laptele este pulverizat într-un recipient cu abur sub presiune este prezentată în figura 6.24. După răcire, laptele este păstrat în tancri izoterme la 2-4 [°C], până în momentul când este trecut la mașinile de dozat și ambalat. În ultimul timp se folosesc îndeosebi ambalaje nerecuperabile, sub formă de recipiente prefabricate sau recipiente formate în momentul ambalării.

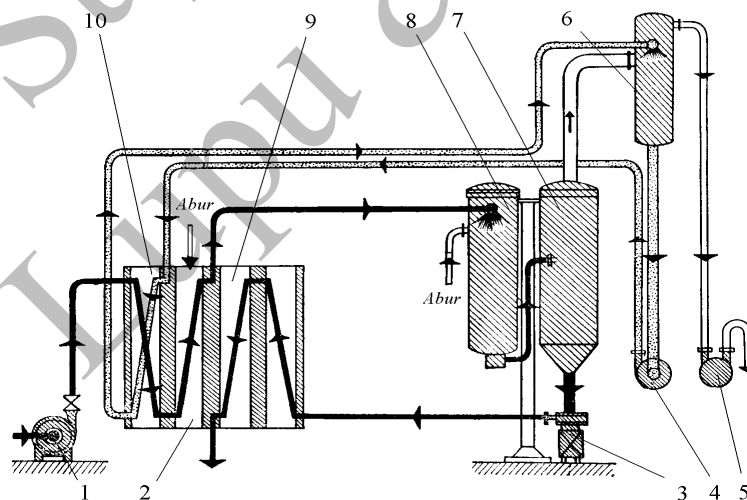


Fig. 6.24. Schema instalației de sterilizare Thermovac: 1- pompă alimentare cu lapte; 2- preîncălzitor cu abur; 3- pompă evacuare lapte sterilizat; 4- pompă recirculare apă; 5- pompă de vid; 6- condensator de amestec; 7- vas de detentă (sub vid); 8- vas sub presiune; 9- zonă răcire; 10- zonă preîncălzire cu apă de condens

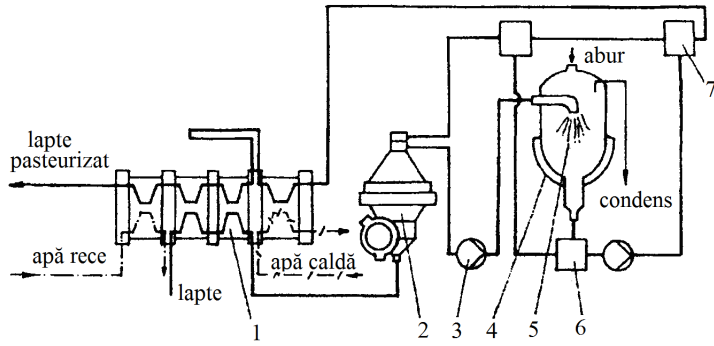


Fig. 6.25. Schema instalației Bactotherm: 1- schimbător de căldură cu plăci; 2- bacto-fugă; 3- pompă; 4- sterilizator; 5- cameră infuzie; 6- recompunere lapte prin răcire

O metodă de pasteurizare a laptelui care nu apelează la un tratament termic intens este procedeul Bactotherm. Acesta combină două operații: centrifugarea, cu rolul de a reduce conținutul de bacterii și spori grei din fluxul principal de lapte și tratamentul UHT, pentru distrugerea acestora din urmă, instalație prezentată în figura 6.25.

Laptele încălzit ajunge la bacto-fuga ermetică unde cca. 3 % din lapte, ce conține cea mai mare cantitate de bacterii și spori, denumit bacto-fugat, se separă de restul laptelui și este pompat în sterilizator unde, cu ajutorul aburului este tratat termic la 135-140 [°C]. Cele două fracții de lapte se recompun după care, se supun pasteurizării.

Culturile de bacterii lactice utilizate sub formă de maia de producție se obțin din culturi de laborator, însămânțate și multiplicare pe suport de lapte, în instalații a căror capacitate depinde de producția zilnică de produse lactate. Pentru a putea fi utilizate în producție sunt necesare cel puțin trei stadii de multiplicare a culturilor de laborator.

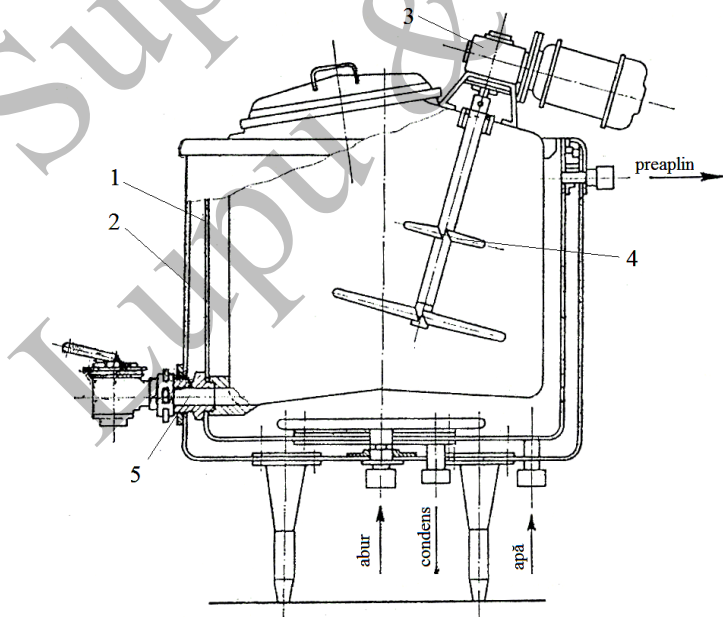


Fig. 6.26. Aparat pentru prepararea culturilor de producție: 1- vas interior; 2- manta exterioară; 3- motoreductor; 4- agitator; 5- conductă evacuare cultură de producție

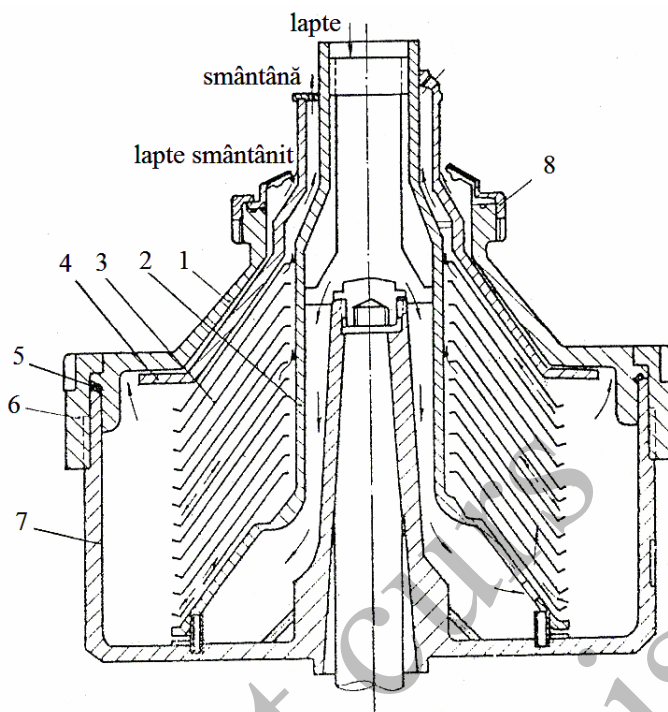


Fig. 6.27. Schema tobei separatoare pentru obținerea smântânii: 1- carcasa superioară; 2- taler central; 3- talere separatoare conice; 4- taler superior; 5- garnitură etanșare; 6- piuliță specială; 7- carcasa inferioară; 8- piuliță închidere capac

Aparatul de preparare a culturii de producție din figura 6.26. este de tip cu manta dublă și dispozitiv de agitare. Prin spațiul din manta circulară, în funcție de necesități, abur sau apă, fiind asigurată temperatura necesară incubării, în timp ce dispozitivul de agitare asigură distribuția uniformă a culturii de laborator în masa de lapte din vasul interior.

Pentru separarea smântânii din lapte se folosesc metode mecanice ce au la bază diferența de densitate a particulelor din lapte. Cea mai utilizată, în practică, este separarea cu ajutorul tobelor centrifugale (figura 6.27.), după prelucrarea laptelui rezultă smântâna și laptele smântânit. Conținutul în grăsimi al smântânii depinde de destinația ei: până în 30 % când este folosită pentru consum și peste 30 % când este folosită ca materie primă la fabricarea untului.

La separarea centrifugală, viteza de separare în câmp centrifugal este mare și se determină cu relația:

$$v_c = \frac{1}{18} \cdot d^2 \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2 \cdot R \cdot \frac{\rho_g - \rho_{ls}}{\eta}, \text{ [m/s]} \quad (6.30.)$$

unde: d – diametrul particulei de separat, în [m];

n – turația tobei separatoare, în [rot/min];

R – raza tobei separatorului, în [m];

ρ_g – densitatea grăsimii, în [kg/m³];

ρ_{ls} – densitatea laptelui smântânit, în [kg/m³];

η – vâscozitatea laptelui, în [kg/m²·s].

Operația de separare a smântânii prin centrifugare este influențată de factori precum mărirea globulelor de grăsime, grosimea stratului de lapte pe talere, durata și temperatura de lucru, turația tobei. După separare, smântâna destinată consumului se supune operației de normalizare, prin amestecarea cu lapte smântânit sau cu smântâna cu un conținut mai mic sau mai mare de grăsimi. Pentru smântâna dulce (folosită la frișcă) conținutul în grăsimi se aduce la 30-32 %, în timp ce pentru smântâna fermentată, conținutul nu depășește 25 %. Normalizarea smântânii se face pe aceleași utilaje folosite la normalizarea laptelui. Pentru îmbunătățirea consistenței smântânii (evitarea separării grăsimii din plasmă), se supune operației de omogenizare (la presiuni de 120-200 [at] și preîncălzită anterior la 65-70 [°C]), după care este pasteurizată.

Utilajele folosite la pasteurizarea smântânii sunt schimbătoarele de căldură cu plăci specifice prelucrării laptelui, cu deosebirea că, datorită conductibilității termice scăzute a grăsimii, temperatura de pasteurizare este mai mare variind între 90-110 [°C], în funcție de conținutul în grăsimi. În cazul smântânii, odată cu pasteurizarea se relizează și degazarea acesteia, prin care se elimină mirosurile neplăcute, gustul de fiert și 60-70 % din hidrogenul sulfurat. În figura 6.28. este prezentată schema unei instalații de pasteurizare a smântânii care realizează și degazarea acesteia (în figura 6.29. fiind prezentat modul de circulație al fluidelor în schimbătorul de căldură cu plăci).

Pasteurizarea cu injecție de abur nu este folosită în cazul smântânii deoarece, în acest caz, se obține o spargere și fracționare a globulelor de grăsime, fără o reaglomerare a lor, precum și o creștere a pierderilor de grăsime în zară. Smântâna intră tangențial în degazorul cu vacuum, executând o mișcare elicoidală pe pereții acestuia. Se produce o fierbere intensă cu degajarea vaporilor și a mirosurilor străine, care sunt aspirate și trecute la un condensator. Smântâna dezodorizată trece în zona de recuperare și apoi la răcire, după care este evacuată spre vanele de fermentare.

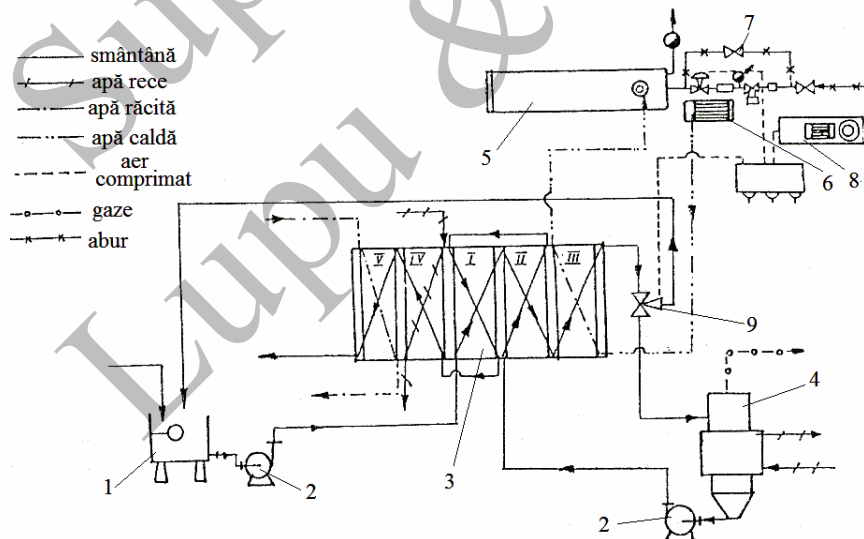


Fig. 6.28. Schema instalației de pasteurizare cu degazare a smântânii: I- zona întâi de preîncălzire; II- zona doi de preîncălzire; III- zona de pasteurizare; IV- zona de răcire; V- zona de răcire intensă; 1- vas alimentare; 2- pompă; 3- pasteurizator; 4- degazor cu manta de răcire; 5- boiler apă caldă; 6- pompă apă caldă; 7- buclă de reglaj abur boiler; 8- compresor aer; 9- ventil recirculare

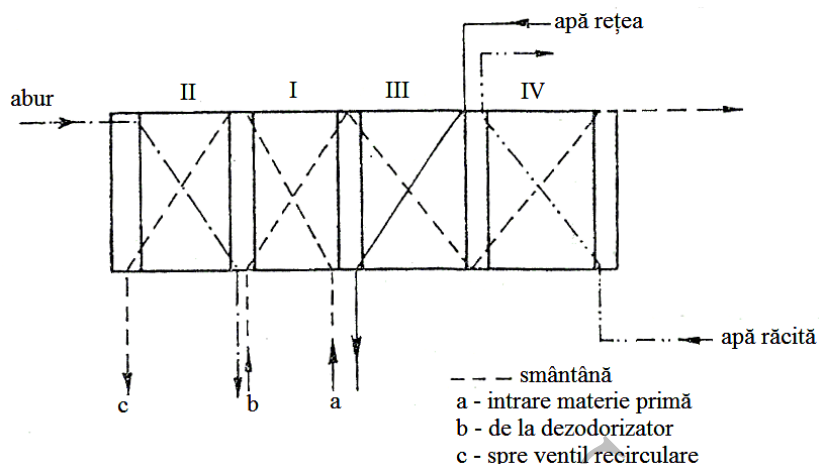


Fig. 6.29. Schema circulației fluidelor în pasteurizatorul cu degazare

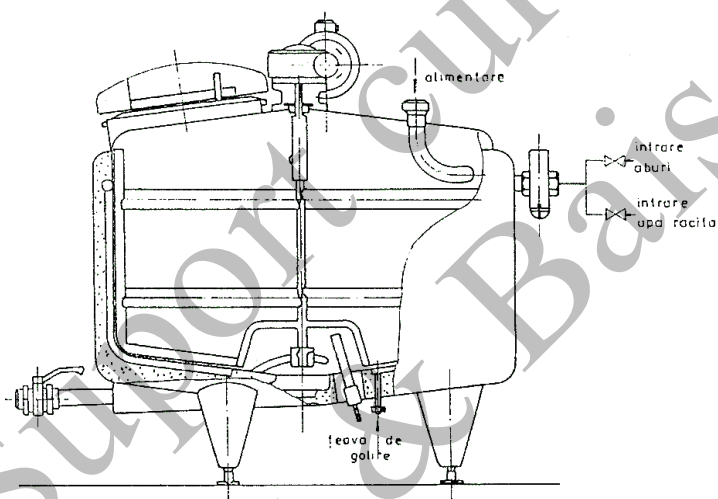


Fig. 6.30. Schema unei vane verticale pentru fermentarea smântânii

Maturarea fizică și biochimică a smântânii se face în instalații de tip vană cu pereți dubli pentru controlul temperaturii (figura 6.30.). Mantaua interioară este prevăzută cu perete dublu, printre care circulă agentul termic de încălzire sau răcire. Mantaua exterioară este din oțel, între cele două mantale fiind introdus un material izolator termic. Smântâna este introdusă pe la partea superioară a vanei și pentru evitarea stratificării ei, în interiorul vanei este montat un agitator mecanic, cu mișcare lentă și uniformă. Vana are fundul conic, astfel că evacuarea smântânii fermentate se face pe la partea inferioară.

Pentru fabricarea untului se folosește, ca materie primă, smântână maturată fizic și biochimic, folosind vanele de fermentare utilizate la maturarea smântânii pentru consum. În acest caz, capacitatea vanelor de maturare a smântânii este mult mai mare, ajungând și la 15000-20000 [l].

Separarea grăsimii din smântână se face prin batere (agitare puternică a smântânii), untul fiind obținut prin două procedee: procedeul discontinuu (figura 6.31.) sau procedeul continuu (figura 6.32.).

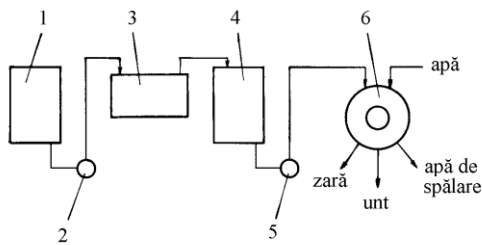


Fig. 6.31. *Procedeul discontinuu de fabricare a untului: 1- vas alimentare; 2,5- pompă; 3- pasteurizator; 4- vană maturare, 6- putinei*

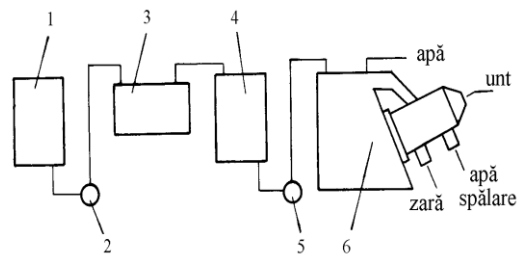


Fig. 6.32. *Procedeul continuu de fabricare a untului: 1- vas alimentare; 2,5- pompă, 3- pasteurizator; 4- vană maturare; 6- instalație Fritz*

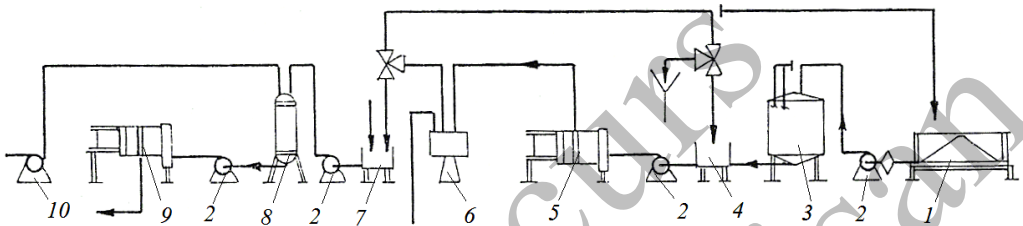


Fig. 6.33. *Schema de fabricare a untului topit: 1- vană topire unt; 2- pompe; 3- tanc tampon cu pereți dubli și agitator; 4,7- bazine cu nivel constant; 5- pasteurizator cu plăci; 6- separator centrifugal; 8- dezodorizator; 9- răcitor cu plăci; 10- pompă de vid*

După obținerea untului, prin cele două procedee de fabricare, pentru mărirea concentrației în grăsimi și îndepărtarea componentelor negrease de tip apă, proteine și lactoză, untul este topit și prelucrat ajungând la un conținut de minim 98 % grăsime în instalații precum cea din figura 6.33. Sub formă topită, untul este pasteurizat și trecut apoi la un separator centrifugal, unde are loc separarea fazei grase de faza negră. Faza grasă este trimisă la dezodorizatorul sub vid, de unde se separă gazele și mirosurile, după care este răcită la 25-28 [°C] și ambalată în bidoane. Untul topit are avantajul că poate fi păstrat în condiții de calitate un timp mult mai îndelungat față de untul obișnuit, la temperaturi mai mari de 0 [°C]. În practica industrială, la fabricarea untului se folosesc instalații cu funcționare continuă care realizează toate fazele procesului tehnologic.

Instalația din figura 6.34. este de tip cu funcționare continuă. Smântâna de la vana de fermentare este trimisă prin intermediul unei pompe în cilindrul de batere 2. Baterea se face cu ajutorul unor palete rotative cu turație reglabilă între 1500-2500 [rot/min], la o temperatură de 10 [°C]. Amestecul de boabe de unt și zară cade în cilindrul de prelucrare 3, răcit printr-o manta dublă, unde are loc aglomerarea parțială a boabelor de unt. Amestecul este deplasat și descărcat în toba cu sită și șicane 4, unde zara se scurge prin orificiile sitei, este evacuată într-un vas colector și preluată cu ajutorul unei pompe. Paletetele tobei antrenează boabele de unt spre cilindrul malaxor 7, trecând prin compartimentul de spălare cu jeturi de apă 6. Aici are loc aglomerarea boabelor de unt și separarea apei de spălare, care este evacuată la partea de jos a malaxorului. La capătul de ieșire din malaxor, secțiunea se îngustează și datorită presiunii untul devine o masă compactă care, înainte de ieșire este malaxată cu ajutorul unor aripioare. Tot aici are loc și reglarea conținutului în apă cu ajutorul unei pompe dozatoare.

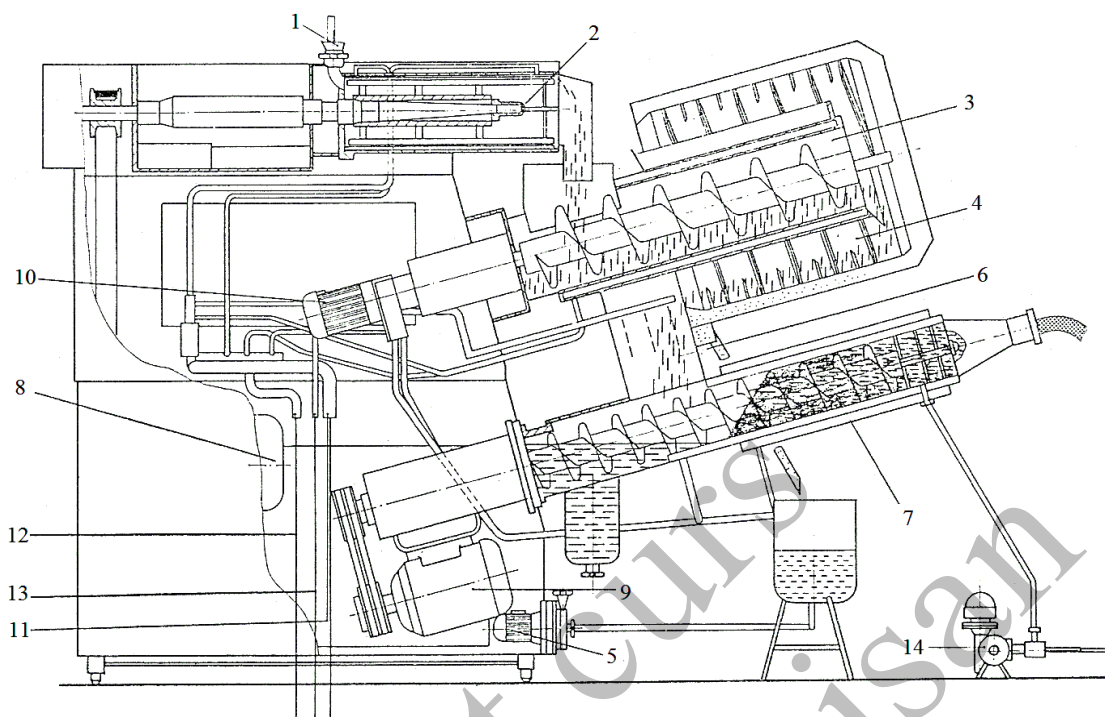


Fig. 6.34. Schema instalației de fabricare a untului în flux continuu: 1- racord intrare smântână; 2- cilindru de batere; 3- cilindru prelucrare; 4- tobă separare; 5- pompă pentru sare; 6- compartiment spălare; 7- cilindru malaxare; 8- electromotor acționare cilindru de batere; 9- electromotor acționare malaxor; 10- electromotor acționare șnecuri; 11- conductă intrare apă răcire; 12- conductă ieșire apă; 13- conductă apă de spălare; 14- pompă dozatoare

Instalațiile actuale folosite la fabricarea untului utilizează vidul în timpul malaxării (figura 6.35.), fiind prevăzute, după caz, cu dozatoare de sare cu reglare automată. După batere, toate celelalte operații se execută într-un singur corp separat prin șicane, fiind realizate două spălări ale untului, precum și evacuarea automată a apelor de spălare și a zarei.

Avantajul malaxării sub vid este faptul că se elimină aerul din masa de unt, mărind conservabilitatea acestuia.

Pentru fabricarea conservelor de lapte este necesară creșterea concentrației laptelui prin îndepărtarea unei părți din apă.

În industria alimentară se folosesc o multitudine de instalații de concentrare, pentru lapte fiind folosite cele cu flux continuu și de tip tubular, cu peliculă ascendentă sau descendentă, concentrarea fiind realizată în una sau mai multe trepte. Deoarece laptele concentrat este pulverizat fin în tuburile încălzite din exterior, cu realizarea unui schimb de căldură foarte bun, instalațiile de concentrare cu peliculă descendentă sunt utilizate pe scară largă.

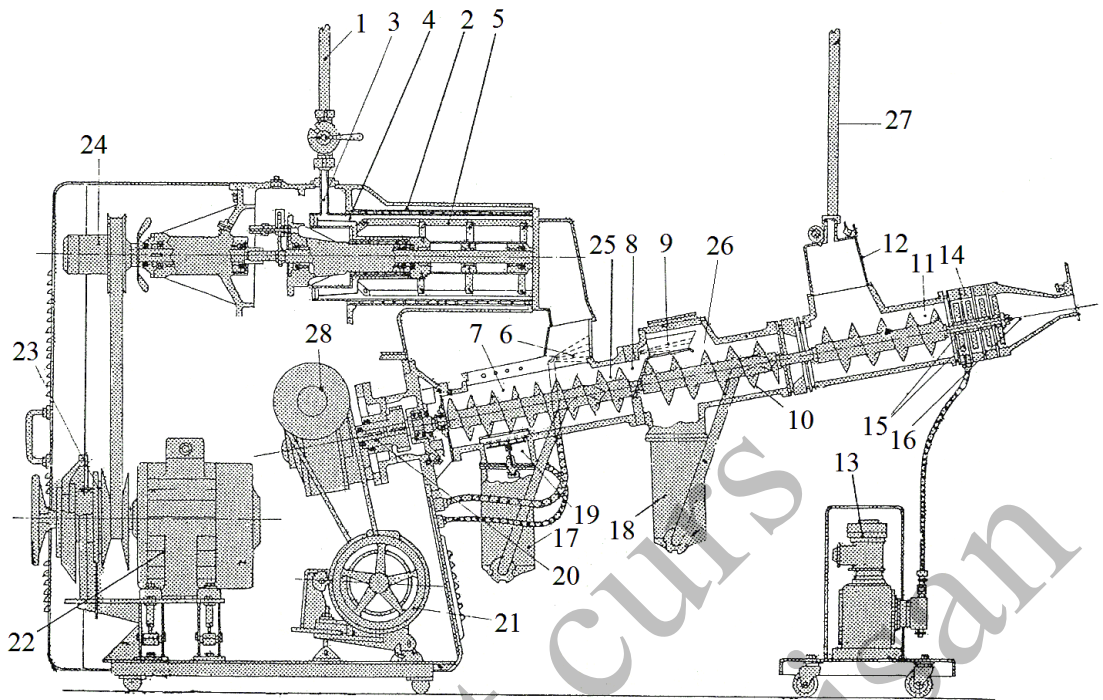


Fig. 6.35. Schema instalației de fabricare a untului în flux continuu cu malaxare sub vid: 1- intrare smântână; 2- cilindru de batere cu manta de răcire; 3- intrare tangențială smântână; 4- con de distribuție a smântânii; 5- bătător cu lamele interschimbabile; 6- prima spălare a untului cu recuperarea apei; 7- compartiment primă malaxare; 8- fantă stoarcere unt; 9- a doua spălare și fărâmițare a untului; 10- compartiment malaxarea a doua; 11- compartiment malaxare sub vid; 12- compartiment vid cu ventil de reglaj; 13- injectare apă; 14- compartiment malaxare finală; 15- plăci perforate și palete de malaxare; 16- ajutoraj evacuare unt; 17- sifon reglabil de evacuare zară; 18- sifon reglabil evacuare apă de spălare; 19- dispozitiv separare zară de unt; 20- reductor acționare șnecuri malaxare; 21- electromotor cu roată de curea; 22- electromotor acționare bătător; 23- variator de viteză; 24- julie antrenată; 25- corp malaxor; 26- zona de spălare a untului; 27- conductă de vid; 28- variator viteză

În figura 6.36. este prezentată schema unei instalații de concentrare în două trepte de tip Nagema. Instalația Nagema realizează concentrarea laptelui în două trepte încălzite din exterior cu abur, depresiunea din camerele de concentrare determinând o scădere a temperaturii de vaporizare a apei, temperatura fiind cu atât mai scăzută cu cât crește depresiunea din camere. Este compusă din două corpuri de concentrare, prevăzute cu separator, un condensator, ejector și pompe de lapte.

Laptele supus concentrării trece prin trei etape de preîncălzire: una în condensatorul 4, a doua în corpul concentratorului 5 și a treia în corpul concentratorului 6. Preîncălzit, laptele intră la prima treaptă de concentrare 6, unde fierbe la temperatura de 65-70 [°C]. Pelicula de lapte și vaporii ajung la partea inferioară și intră în separatorul de picături 7. De aici, laptele parțial concentrat este pompat în treapta a doua de concentrare 5, unde fierberea se face la temperatura de 48-50 [°C]. După trecerea prin separatorul de picături 9 laptele concentrat este evacuat cu ajutorul pompei 11.

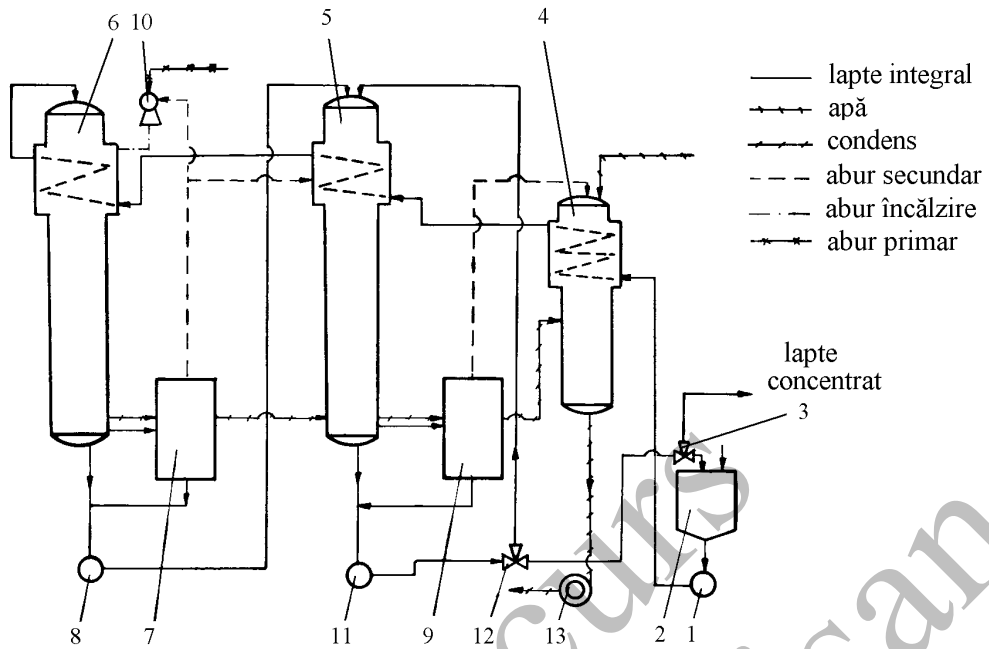


Fig. 6.36. Schema instalației de concentrare cu dublu efect, termocompresie și curent descendent Nagema: 1,8,11- pompe lapte; 2- rezervor lapte; 3,12- robinet cu trei căi; 4- condensator; 5,6- concentratoare; 7,9- separatoare de picături; 10- ejector; 13- pompă vid

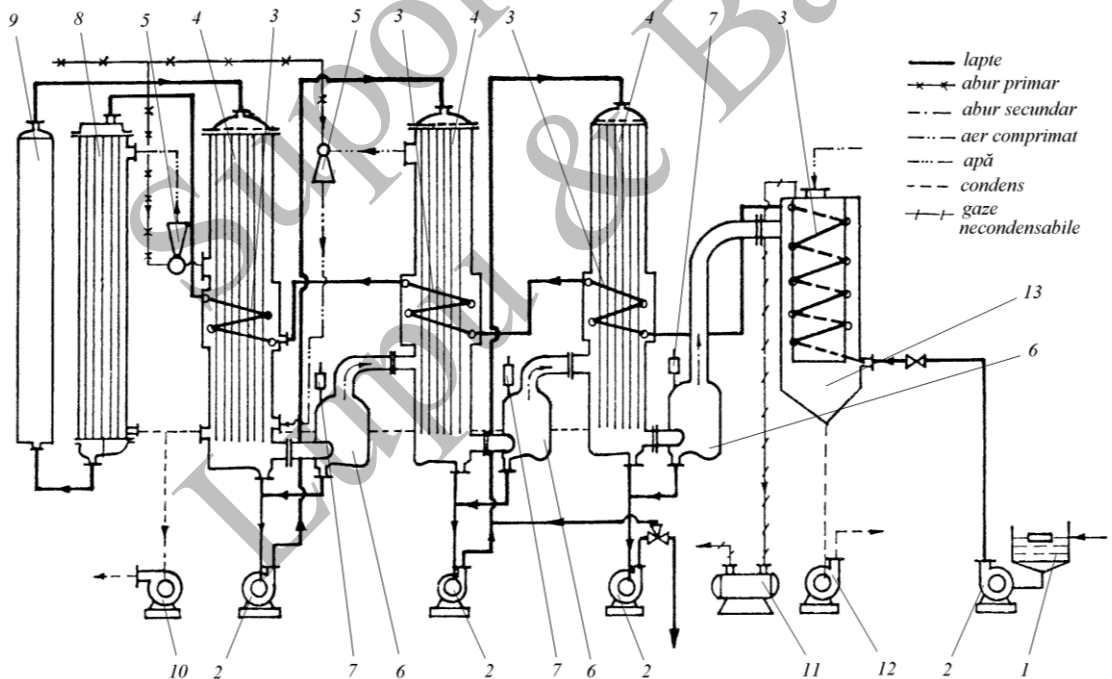


Fig. 6.37. Schema instalației de concentrare cu triplu efect tip ANHYDRO: 1- rezervor lapte; 2- pompă lapte; 3- circuit încălzire; 4- concentrator; 5- ejector; 6- separator picături; 7- termometru; 8- pasteurizator; 9- corp menținere temperatură; 10,12- pompă condens; 13- condensator semibarometric

Prin concentrarea laptelui în instalația cu trei trepte de concentrare de tip ANHYDRO (figura 6.37.), procesul de lucru este mai bine controlat și parametrii de lucru permit realizarea unei calități superioare a produsului finit.

Din rezervorul de alimentare laptele trece prin patru trepte de încălzire: prima prin serpentinele condensatorului, iar următoarele trei prin serpentinele montate în mantaua de încălzire a concentratoarelor. După încălzire, laptele este pasteurizat la 90-93 [°C], cu menținere de circa 3 [min] și trecut la cele trei trepte de concentrare, vidul fiind menținut cu ajutorul unei pompe cu inel lichid.

Instalația de concentrare tip pelicular și dublu efect Ahrens-Bode (figura 6.38.) este alcătuită din două concentratoare cu separator de picături, trei filtre, un condensator semibarometric cu serpentină, un pasteurizator cu oală de condens, pompă de vid, ejector și pompe de circulat lichidele. Laptele este supus la trei trepte de preîncălzire, ultima fiind la temperatura de 80-82 [°C] în pasteurizator, după care este trecut la cele două trepte de concentrare, temperatura de fierbere fiind de 68-70 [°C] la prima treaptă și de 46-50 [°C] la treapta a doua.

La fabricarea brânzeturilor se folosesc aparate și utilaje specifice, care asigură formarea coagulului și prelucrarea lui.

Înainte de prelucrare, laptele destinat fabricării brânzeturilor este supus operațiilor de curățire, normalizare, omogenizare și pasteurizare, după care este introdus în vane din oțel inoxidabil cu manta dublă și dispozitive de tăiere și amestecare.

Din punct de vedere constructiv, aceste vane sunt de tip verticale (fig 6.39. și 6.40.), având secțiunea dreptunghiulară ovală, cilindrică etc.) sau orizontale (fig 6.41.).

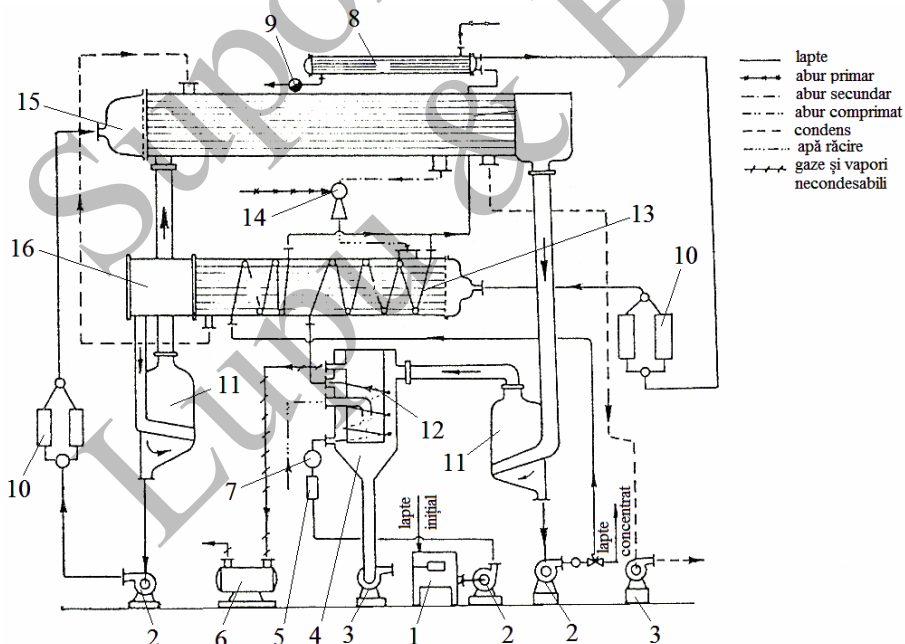


Fig. 6.38. Schema instalației de concentrare cu dublu efect și termocompresie: 1- vas de alimentare; 2- pompă lapte; 3- pompă condens; 4- condensator semibarometric; 5- filtru; 6- pompă vid; 7- debitmetru; 8- pasteurizator; 9- oală condens; 10- filtru; 11- separator picături; 12,13- serpentine; 14- ejector; 15,16- concentratoare

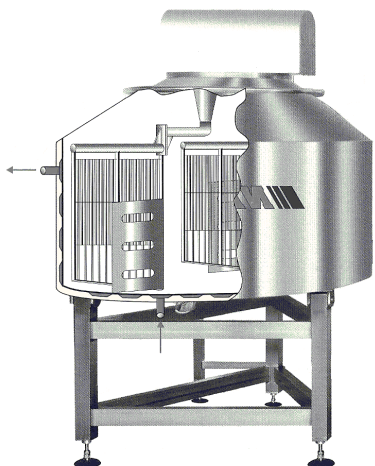


Fig. 6.39. Vană verticală pentru prelucrat coagul de formă ovală



Fig. 6.40. Vană verticală pentru prelucrat coagul de formă cilindrică

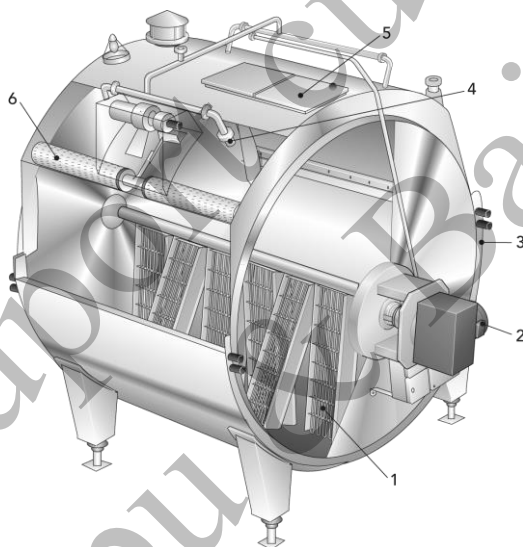


Fig. 6.41. Vană orizontală pentru prelucrare coagul: 1- organe de tăiere și amestecare coagul; 2- regulator de turație a axului central; 3- manta pentru încălzirea laptelui din vană; 4- senzor temperatură și aciditate; 5- capac; 6- ax tubular cu orificii evacuare zer

Vanele verticale au fundul sub formă de sită cu orificii prin care se scurge zerul, în timp ce vanele orizontale au prevăzute un ax tubular cu orificii prin care este aspirat zerul.

În funcție de rețetă, în vane se introduce maia de producție, în doze ce țin cont de sortimentul fabricat, este amestecată pentru uniformizare cu acele organe tip paletă cu lamele. Concomitent cu amestecarea se face și încălzirea laptelui cu ajutorul apei calde sau a aburului, temperatura fiind cea stabilită prin norma tehnologică. Se produce coagularea laptelui cu formarea de zer și pentru a favoriza aglomerarea coagulului și evacuarea zerului, se practică amestecarea și tăierea masei de coagul. Pe măsură ce se eliberează și se evacuează zerul, coagulul devine mai consistent, la final acesta fiind trecut la următoarea operație din fluxul de fabricație.

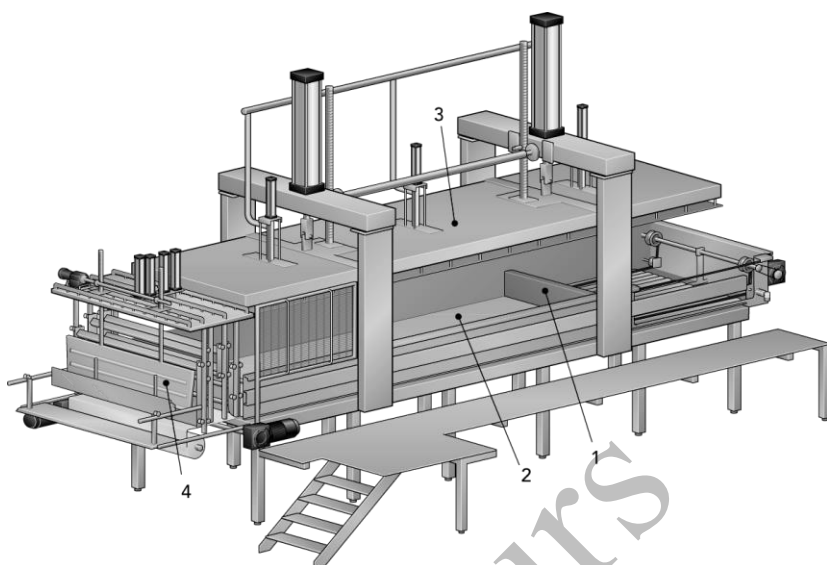


Fig. 6.42. Presă mecanică pentru formarea brânzeturilor; 1- placă mobilă; 2- transportor cu bandă perforată; 3- placă de presare; 4- dispozitiv de descărcare și tăiere

Întrucât coagulul rezultat la prelucrarea în vane are o cantitate mare de zer, pentru eliminarea acesteia coagulul este supus operației de presare. În practica industrială, există o multitudine de tipuri de prese, în funcție de capacitatea de lucru, toate având ca scop principal eliminarea zerului și mărirea consistenței coagulului. În figura 6.42. este prezentată o presă ce realizează presarea coagulului, de tip cu funcționare discontinuă. Astfel, coagulul este introdus în spațiul format de transportorul cu bandă perforată și placa mobilă. Prin acționarea simultană a plăcii de presare și a plăcii mobile se face presarea coagulului și eliminarea zerului, până la consistența dorită.

6.2. Mașini și instalații folosite la fabricarea produselor uscate din lapte

Pentru obținerea produselor uscate de tip lapte praf, zer praf, zară praf, lapte fermentat praf etc. se folosesc utilaje și instalații specifice, având la bază procedeul uscării în peliculă pe valțuri, respectiv prin pulverizare.

Instalațiile de uscare cu valțuri realizează încălzirea laptelui sub formă de peliculă timp de câteva secunde, la presiunea atmosferică sau sub vid. În figura 6.43. este prezentată schema unei instalații de uscare pe valțuri cu încălzire la presiune atmosferică. Laptele preîncălzit la 70 [°C] (eventual și concentrat la 20-25 % substanță uscată) este distribuit uniform pe suprafața valțurilor, încălzite la interior cu ajutorul aburului sub presiune. Evaporarea apei se face rapid, iar pelicula uscată, sub formă de benzi continue, este răzuită cu ajutorul unor cuțite și preluată de către două transportoare elicoidale. Pentru a obține laptele praf materialul este supus operației de măcinare la granulația dorită. Deoarece solubilitatea laptelui praf rezultat prin acest procedeu nu depășește 85 %, s-au realizat instalații care lucrează într-o cameră de vid, calitatea produsului obținut fiind superioară.

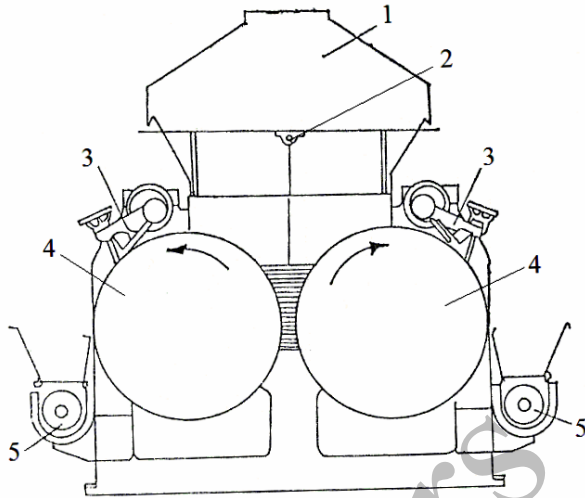


Fig. 6.43. Schema instalației de uscare a laptelui pe valțuri la presiune atmosferică: 1- hotă aspirație; 2- ventil alimentare; 3- cuțite răzuitoare; 4- valțuri încălzite cu abur; 5- transportoare colectoare lapte uscat

Uscarea prin pulverizare este cea mai utilizată metodă, deoarece produsul rezultat are o solubilitate de peste 99 %, caracteristicile organoleptice se păstrează, iar temperatura picăturilor de lapte nu depășește 50-55 [°C]. În plus față de procedeul anterior se reduce considerabil timpul necesar uscării, particulele de lapte praf fiind foarte mici ca efect al pulverizării. În practică, sunt foarte multe variante de camere de uscare, atât ca formă constructivă, cât și din punctul de vedere al sistemului de circulație a aerului cald și a laptelui concentrat (figura 6.44.).

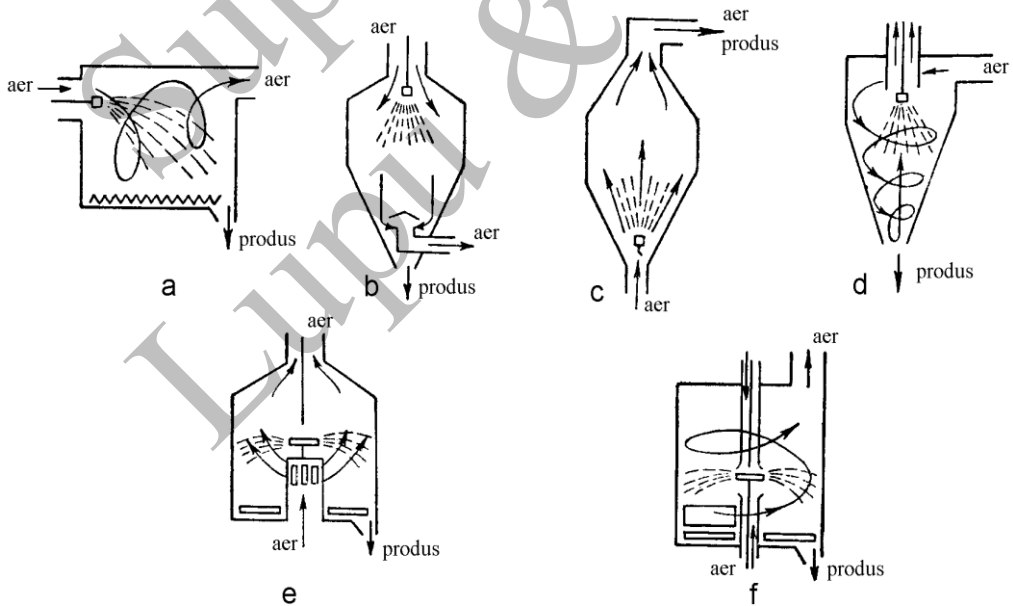


Fig. 6.44. Sisteme de circulație a aerului și laptelui în camerele de uscare: a- în echicurent orizontal; b- în echicurent vertical de sus în jos; c- în echicurent vertical de jos în sus; d- în curent mixt elicoidal; e- în contracurent; f- în contracurent mixt circular.

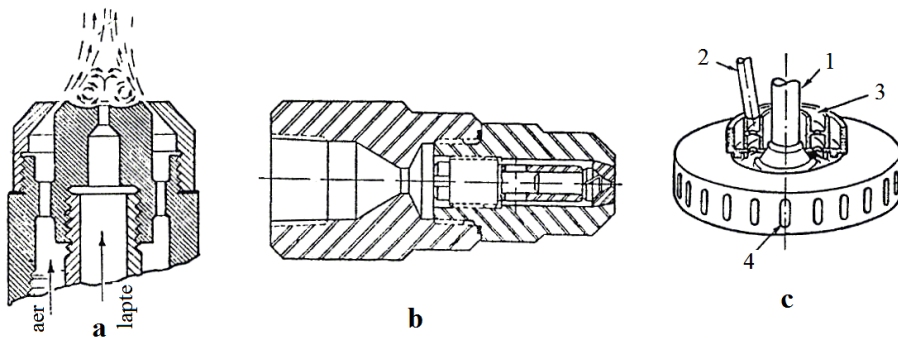


Fig. 6.45. Tipuri de capete de pulverizare: a- pneumatic; b- injector; c- centrifugal

Pentru oricare dintre aceste soluții, laptele este pulverizat în incinta camerei, pentru aceasta fiind utilizate dispozitive de pulverizare, acestea pot fi:

- dispozitive de pulverizare pneumatice (figura 6.45.a.): laptele concentrat este trimis sub formă de jet sub presiune printr-un orificiu, pulverizarea fiind accentuată de către jeturi de aer comprimat care dispersează în particule foarte fine;
- dispozitiv de pulverizare cu injector (figura 6.45.b.): laptele concentrat este trimis sub o presiune cuprinsă între 140-210 [bar], printr-un orificiu cu diametrul de 0,10-0,125 [mm], fiind pulverizat fin; au dezavantajul că duzele au tendința de înfundare, precum și de deformare a jetului ca urmare a uzurii în timp a orificiilor;
- dispozitive de pulverizare centrifugale (figura 6.45.c.): laptele concentrat este introdus la presiune normală într-un cap de pulverizare prevăzut cu orificii care se rotește cu turații ce variază între 6000-20000 [rot/min]; dimensiunea picăturilor depinde de viteza de rotație și, comparativ cu primele două dispozitive, particulele de lapte praf rezultate sunt mai mari.

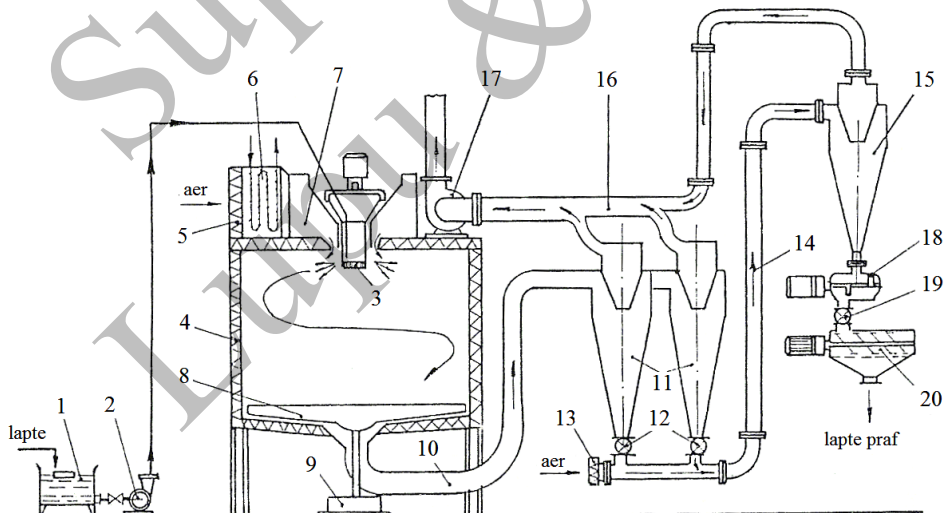


Fig. 6.46. Schema instalației de uscare a laptelui prin pulverizare: 1- rezervor lapte concentrat; 2- pompă lapte; 3- dispozitiv de pulverizare; 4- turn de uscare; 5,13- filtru aer; 6- încălzire aer; 7- distribuitor de aer cald; 8- paletă evacuare praf; 9- grup antrenare paletă; 10,14- conductă transport pneumatic; 11,15- ciclon separator; 12,19- ecluze; 16- evacuare aer; 17- ventilator; 18- antrenare lapte praf; 20- ambalare

Instalațiile de uscare tip Anhydro sunt realizate în mai multe variante constructive, două dintre acestea fiind prezentate în figurile 6.46. și 6.47.

Instalația de uscare Anhydro tip I (figura 6.46.) este caracterizată prin faptul că poate elimina apa prin evaporare până la 4000 [l/h], la o temperatură în turnul de uscare de 160-180 [°C]. Aerul necesar uscării este încălzit cu ajutorul aburului la presiune ridicată, iar în cazul unor temperaturi mai ridicate se poate combina cu încălzirea cu gaze.

Laptele concentrat este trimis sub presiune și pulverizat, cu ajutorul unui dispozitiv centrifugal, în turnul de uscare, unde în contact cu aerul cald, cedează umiditatea acestuia. Particulele uscate rezultate sedimentează la partea inferioară și sunt antrenate pneumatic în cicloane de separare: două cicloane de separare preliminară și unul pentru separarea finală. Laptele praf rezultat este trecut imediat către mașinile de ambalat, deoarece produsul este higroscopic și prin absorbția apei poate determina aglomerarea particulelor, dar și afectarea stabilității și conservabilității lui.

Instalația de uscare Anhydro tip II (figura 6.47.) are capacitatea de a evapora apa până la 8000 [l/h], la o temperatură de intrare a aerului în turnul de uscare de 220-230 [°C]. Încălzirea aerului la astfel de temperaturi se realizează prin arderea unui combustibil lichid sau gazos, gazele de ardere încălzind bateria prin care trece aerul trimis către turnul de uscare. Pentru un control mai precis a temperaturii aerului se poate folosi un sistem de încălzire electric.

În ambele variante turnul de uscare are fundul tronconic cu înclinație mai mare sau mai mică, în funcție de materia primă supusă uscării. Astfel, pentru produsele cu un conținut ridicat de grăsime, care au tendința de a se depune pe pereții camerei, se folosește un turn cu unghiul conului de 40-50°, în timp ce pentru laptele smântânit, zer, zară și chiar lapte cu conținut moderat în grăsime, se folosește un turn cu unghiul conului mult mai mic (5-10°).

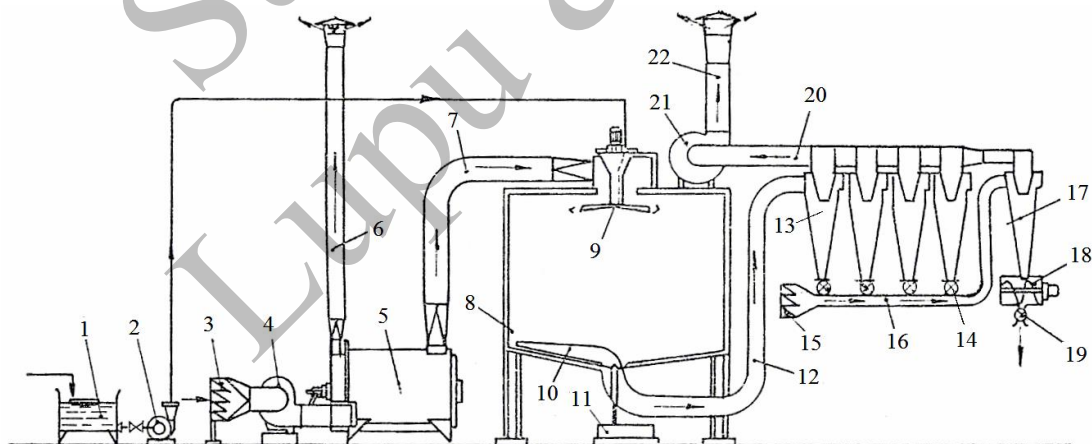


Fig. 6.47. Schema instalației de uscare a laptelui prin pulverizare: 1- rezervor lapte concentrat; 2- pompă lapte; 3,15- filtru aer; 4,21- ventilator; 5- încălzitor aer; 6- coș evacuare gaze arse; 7- conductă aer cald; 8- turn de uscare; 9- dispozitiv de pulverizare; 10- paletă evacuare praf; 11- grup antrenare paletă; 12,16- conductă transport pneumatic; 13,17- cyclon; 14,19- ecluză; 18- dispozitiv evacuare produs uscat; 20,22- conductă evacuare aer uzat

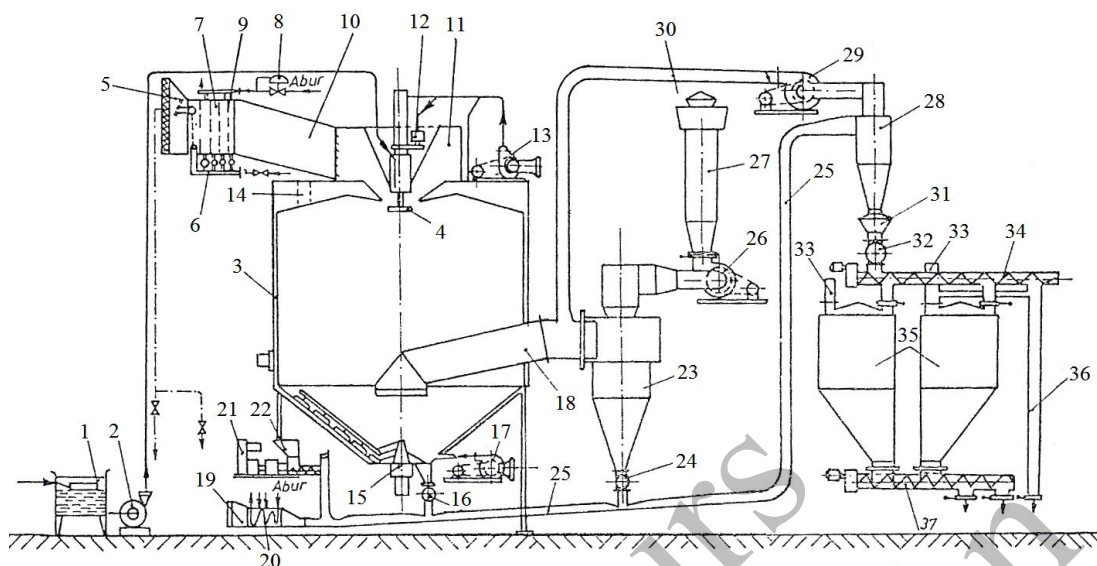


Fig. 6.48. Schema instalației de uscare a laptelui prin pulverizare tip Alfa-Laval: 1- rezervor lapte concentrat; 2- pompă lapte; 3- turn de uscare; 4- dispozitiv de pulverizare; 5- filtru aer; 6- conductă apă spălare aer; 7- baterie de încălzire; 8- ventil abur; 9- distribuitor abur; 10- conductă aer cald; 11- distribuitor aer cald; 12- grup antrenare disc pulverizator; 13,17,26,29- ventilator; 14- iluminator; 15- dispozitiv evacuare praf; 16,24,32- ecluză; 18- conductă evacuare aer din turn; 19- grup filtrarea aer; 20- baterie încălzire aer; 21- dozator; 22- buncăr cu premix; 23,28- ciclon; 25- conductă transport pneumatic; 27- conductă evacuare aer; 30- conductă aer; 31- buncăr; 33- dispozitiv de desprăfuire; 34,37- transportor melcat; 36- conductă evacuare lapte praf

Separarea particulelor uscate de aer se realizează în cicloane, timpul de plutire până la atingerea fundului ciclonului fiind de 20-40 [s], același ca și în turnul de uscare.

Instalațiile de uscare de tip Alfa-Laval (figura 6.48.) sunt de tip cu fund tronconic și înclinare mare, destinate în special la uscarea produselor cu conținut ridicat în grăsime și cu posibilitatea pentru adaosuri de tip premixuri. Laptele praf și praful de amestec sunt absorbite prin conducta de transport 25, unde are loc amestecarea și răcirea, urmând ca separarea de aer să se facă în ciclonul final 28.

Capacitatea de evaporare a apei este de circa 600 [l/h], la o temperatură a aerului în turnul de uscare de 170-180 [°C].

Instalația de uscare a laptelui prin pulverizare de tip Ahrens-Bode (figura 6.49.) se aseamănă din punct de vedere constructiv cu modelul Anhydro, diferențele constând în modul de alimentare a turnului de uscare cu aer cald, respectiv modul de evacuare din instalație a laptelui praf și a aerului. În acest caz, alimentarea cu aer cald se face atât pe la partea superioară a turnului, cât și pe la partea sa inferioară. Aerul uscat este aspirat prin lateral și după separarea particulelor în două cicloane este evacuat în atmosferă. Particulele sedimentate în turnul de uscare sunt preluate și, împreună cu cele de la curățirea aerului uscat, sunt trimise către separarea finală, pe conducta de transport pneumatic fiind realizată și răcirea lor. La final, laptele praf poate fi colectat în două variante: nesortat pe clase de dimensiuni ale particulelor (direct din ciclon) sau sortat.

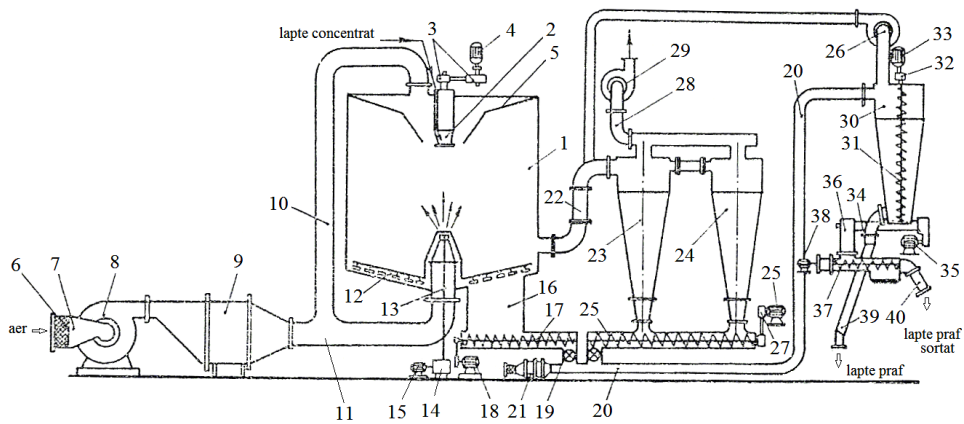


Fig. 6.49. Schema instalației de uscare a laptelui prin pulverizare tip Ahrens-Bode: 1- turn de uscare; 2- disc pulverizare; 3,27- roți de curea; 4,15,18,25,33,35,38- electromotor; 5- distribuitor aer; 6- filtru aer; 7- conductă aer proaspăt; 8,26,29- ventilator; 9- baterie încălzire; 10,11- conductă aer cald; 12- paletă cu peri; 13- ax antrenare; 14,32- reductor; 16- conductă evacuare aer din turn; 17,25,37- transportor melcat; 19- ecluză; 20- conductă transport pneumatic; 21- răcitor aer; 22- conductă evacuare spre cicloane; 23,24,30- ciclon; 28- conductă evacuare aer din ciclon; 31- melc vertical; 34- sită; 36- conductă praf; 39- conductă evacuare lapte praf din ciclon; 40- conductă evacuare lapte praf sortat

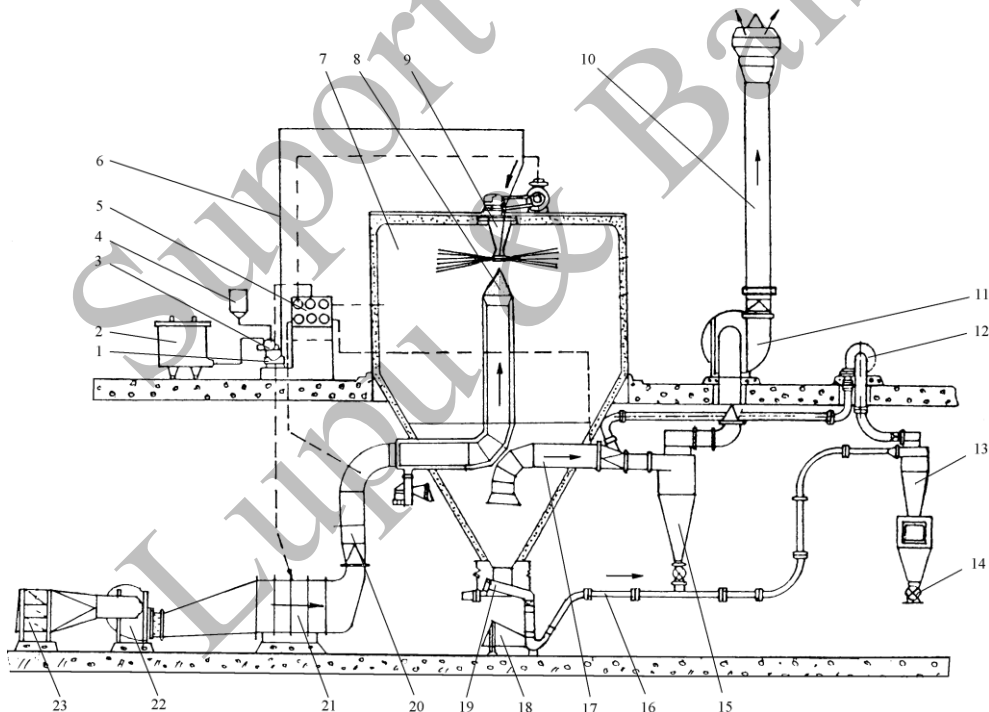


Fig. 6.50. Schema instalației de uscare prin pulverizare a laptelui Niro-Atomiser: 1- pompă lapte; 2- rezervor alimentare; 3- robinet cu trei căi; 4- vas cu apă; 5- tablou de comandă; 6- conductă alimentare; 7- cameră (turn) de uscare; 8- distribuitor aer cald; 9- dispozitiv de pulverizare; 10- conductă evacuare aer; 11,12,22- ventilator; 13,15- ciclon; 14- ecluză evacuare produs; 16- conductă transport pneumatic; 17- conductă aspirație amestec aer-praf; 18,23- filtru aer; 19- sistem vibrator; 20- conductă aer cald; 21- baterie încălzire aer.

Instalația de uscare a laptelui prin pulverizare tip Niro-Atomiser (figura 6.50.) este una dintre cele mai utilizate, fiind realizată în diferite tipuri și mărimi. Din punct de vedere constructiv, capul de pulverizare (atomizare) asigură un regim de lucru cu o turație a discului cuprinsă între 6000-24000 [rot/min], fapt ce permite o pulverizare omogenă a laptelui în turnul de uscare.

În funcție de varianta constructivă, cantitatea de apă evaporată variază între 300-3200 [l/h], la o temperatură a aerului în turnul de uscare de 180-200 [°C]. În cazul laptelui praf instant, pentru obținerea lui se folosesc două tipuri de instalații de uscare: cu uscare într-o singură treaptă, respectiv cu uscare în două trepte prin reumezire. A doua variantă de instalații realizează o umezire a particulelor rezultate în prima treaptă până la 10-20 %, după care se supun unei a doua uscări. Scopul acestei umeziri și uscări în două trepte este acela de a obține particule de lapte praf cât mai omogene, cu solubilitate instantanee care favorizează reconstituirea laptelui.

6.3. Mașini și instalații folosite la fabricarea înghețatei

Înghețata este un produs alimentar obținut prin congelarea unui amestec de materii prime și ingrediente precum: lapte, smântână, frișcă, lapte praf, zahăr, emulgatori, stabilizatori coloranți, arome, ou sau praf de ouă, fructe, sucuri de fructe etc. În urma prelucrării acestui mix se obține o structură fină, onctuoasă care se poate prezenta în două moduri: înghețată moale (la temperatura de $-3... -5$ [°C] și destinată consumului imediat) sau înghețată tare (călită sau răcită la $-28... -35$ [°C] care permite transportul și depozitarea sa pe durate mari de timp). Laptele folosit la fabricarea înghețatei este supus operațiilor specifice laptelui de consum, în timp ce ingredientele se pregătesc pentru a putea fi cât mai bine înglobate în masa de lapte. Prepararea amestecului sau mixului de înghețată se face în vane de diverse forme și dimensiuni, având capacități specifice nivelului producției.

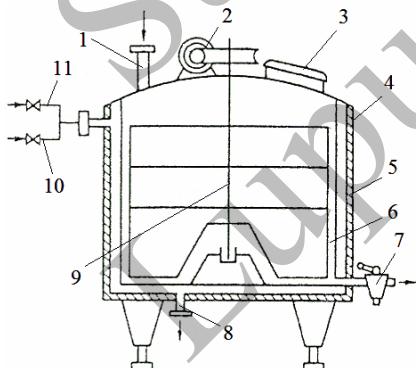


Fig. 6.51. Schema vanei de pregătire a mixului de înghețată de capacitate mare: 1- alimentare cu smântână; 2- mecanism antrenare agitator; 3- capac; 4- manta exterioară; 5- izolație termică; 6- manta interioară; 7- racord de evacuare produs; 8- evacuare agent termic; 9- evacuare produs; 10- admisie abur; 11- admisie abur

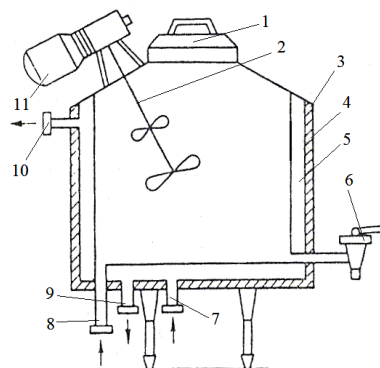


Fig. 6.52. Schema vanei de pregătire a mixului de capacitate mică: 1- capac; 2- agitator; 3- manta; 4- izolație termică; 5- manta interioară; 6- racord de evacuare produs; 7- admisie abur; 8- admisie apă; 9- evacuare agent termic; 10- preaplin; 11- grup acționare agitator

În figurile 6.51. și 6.52. sunt prezentate schemele a două vane de preparare a mixului de capacități diferite, dar având același principiu de lucru.

Vanele sunt de tip cu manta dublă, pentru a putea încălzi mixul la temperaturi specifice rețetelor de fabricație și prevăzute cu agitatoare care asigură o uniformitate a distribuirii componentelor mixului. Ca și ordine, în vană se introduc în primul rând lichidele, apoi componentele sub formă de praf, urmate de stabilizatori și emulgatori, aromele fiind adăugate de regulă în faza de răcire-maturare, pentru a evita pierderile de substanțe volatile. Pasteurizarea mixului de înghețată este necesară pentru a distruge bacteriile patogene și reducerea numărului de germeni, dar și pentru a favoriza amestecarea și dizolvarea componentelor, mărind gradul de omogenizare.

Instalațiile folosite la pasteurizarea mixului de înghețată sunt de diferite tipuri, printre cele mai utilizate, în practică, fiind vanele pentru pasteurizarea de durată (figura 6.54.), pasteurizatorul-răcitor cu plăci, pasteurizator tubular și pasteurizator cu tobă rotativă (figura 6.53.).

Vanele de pasteurizare a mixului pot avea forme cilindrice, paralelipipedice, tip jgheab în V, toate fiind prevăzute cu agitatoare și sisteme de încălzire și răcire.

Vana de pasteurizare cilindrică din figura 6.54. asigură pasteurizarea mixului de înghețată timp de 20-30 [min] la temperatura de 63-65 [°C]. Amestecul este introdus în vană pe la partea superioară, după care se introduce abur între pereții mantalei duble. Evacuarea apei calde, aburului și a apei condensate se face printr-o conductă de preaplin. Temperatura mixului este controlată cu ajutorul unui termometru sau traductor de temperatură, fiind posibilă automatizarea procesului de pasteurizare.

Instalația de pasteurizare cu tobă rotativă, figura 6.53. are funcționarea asemănătoare cu cea folosită la pasteurizarea laptelui, fiind utilizată la capacități mici de producție.

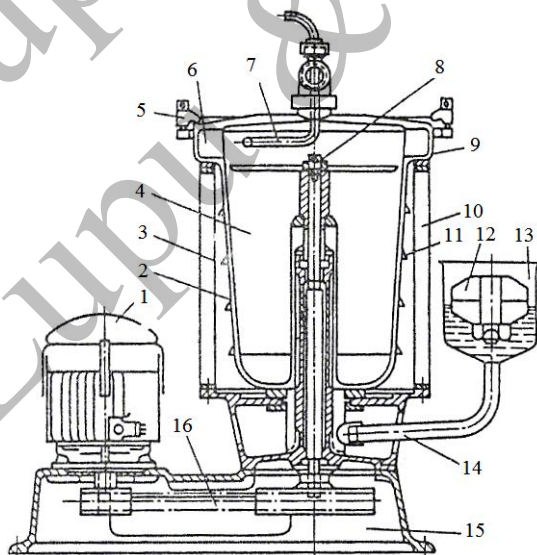


Fig. 6.53. Schema pasteurizatorului cu tobă rotativă: 1- electromotor; 2- vană; 3- manta încălzire; 4- tobă rotativă; 5- balama; 6- palete tobă; 7- conductă pentru condens; 8- bolț; 9- cupă; 10- manta încălzire; 11- inele; 12- plutitor; 13- vas primire; 14- conductă alimentare; 15- postament; 16- transmisie antrenare tobă

Instalațiile de pasteurizare cu plăci folosite la tratamentul termic al mixului de înghețată, sunt aceleași ca cele pentru pasteurizarea smântânii, deoarece au vâscozitatea asemănătoare. După pasteurizare, mixul de înghețată este supus operației de omogenizare, folosind aceleași utilaje ca în cazul omogenizării laptelui de consum. Prin dispersarea globulelor de grăsime se asigură o structură mai bună, capabilă să includă o cantitate mai mare de aer la freezare. Pentru mixul de înghețată este obligatoriu omogenizarea în minimum două trepte, regimul de presiuni fiind ales în funcție de compoziția mixului. După pasteurizare, mixul de înghețată este trecut în instalații de răcire-maturare. Acest lucru presupune răcirea amestecului la 2-4 [°C] și trimiterea lui în vase izoterme pentru maturare.

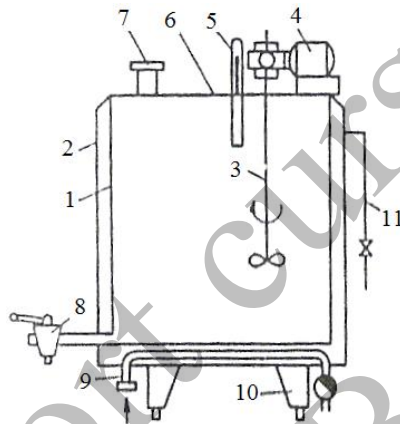


Fig. 6.54. Schema unei vane pentru pasteurizarea de durată a mixului: 1- corp interior; 2- manta exterioară; 3- agitator; 4- electromotor acționare agitator; 5- termometru; 6- capac superior; 7- racord alimentare cu mix; 8- racord evacuare mix; 9- sistem de încălzire; 10- picior de sprijin; 11- preaplin

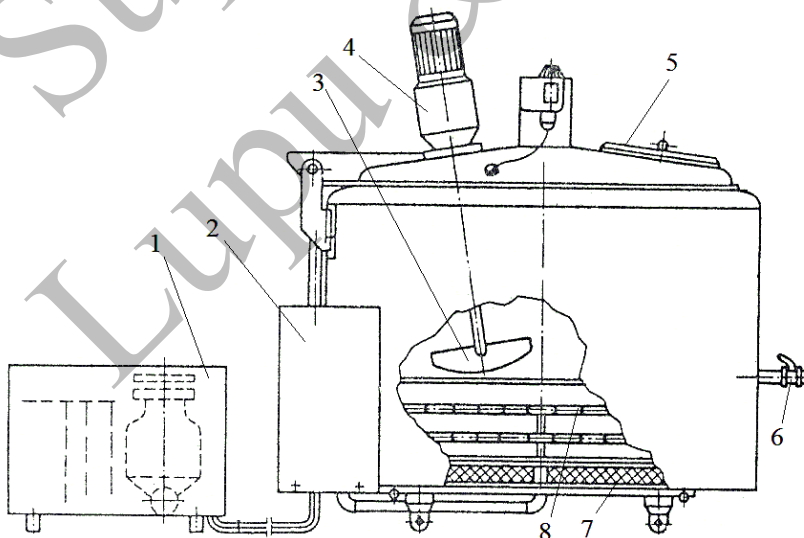


Fig. 6.55. Schema unei vane pentru răcirea mixului de înghețată: 1- grup generator de frig; 2- tablou distribuție a agentului termic; 3- agitator; 4- electromotor acționare agitator; 5- capac; 6- racord evacuare mix răcit; 7- izolație termică; 8- conducte pentru agentul termic

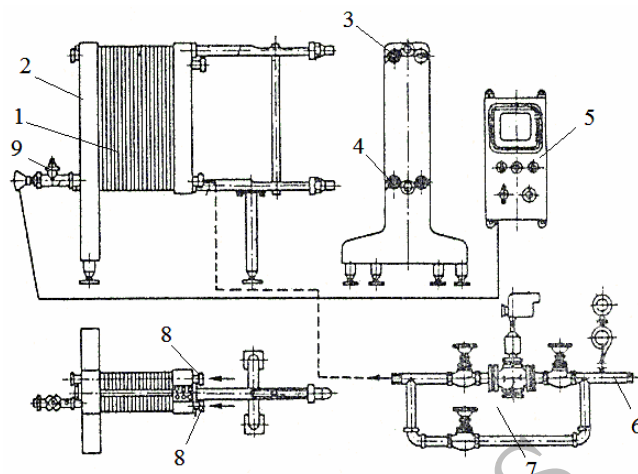


Fig. 6.56. Schema răcitorului cu plăci: 1- pachetul de plăci; 2- corp răcitor; 3- ieșire saramură; 4- intrare saramură; 5- panou comandă; 6- racord conectare la sistemul general cu saramură; 7- grup distribuție saramură; 8- intrare mix înghețată

Răcitoarele folosite în industria înghețatei sunt de tip vană cu pereți dubli (figura 6.55.), pentru cantități mici de material, respectiv de tip schimbătoare de căldură cu plăci (figura 6.56.) și răcitoare cu fascic tubular pentru cantități mari de produs. Pentru răcirea mixului de înghețată se folosește ca agent termic apa rece și saramura.

După răcire, mixul este trecut în vane de maturare izoterme, unde este menținut un timp de 3-4 [h], mai mult chiar în unele cazuri. Procesul de maturare constă în formarea unui gel slab elastic, ca urmare a absorbirii unei părți din umiditate de către mediu (scade procentul de apă și crește vâscozitatea amestecului).

Gradul și viteza de gelificare depind de concentrația stabilizatorului și viteza de mișcare a particulelor. La finalul maturării se introduc pentru amestecare în vasul de maturare aromele și coloranții.

Freezerarea sau congelarea amestecului, constă în congelarea unei părți a apei din mix (între 30-50 %), simultan cu înglobarea de aer în masa de înghețată, operația fiind realizată într-un timp foarte scurt.

Din punct de vedere constructiv și funcțional, freezerule pot fi verticale sau orizontale, cu funcționare continuă sau discontinuă, iar din punctul de vedere al modului în care se realizează înglobarea aerului în mixul de înghețată, acestea sunt de tip prin batere, prin absorbție, respectiv prin suflare.

Congelarea parțială a apei din mixul de înghețată se face în strat subțire pe pereții aparatului, desprinderea fiind realizată cu dispozitive de răzuire. Amestecătorul (agitatorul) din interiorul aparatului amestecă înghețata, contribuind la înglobarea aerului și la uniformizarea congelării în masa produsului.

În figura 6.57. este prezentat un freezer de tip cu funcționare discontinuă, răcit cu amoniac și înglobarea aerului prin batere. Cilindrul de lucru este prevăzut cu un agitator care face o malaxare a amestecului și care, după congelare este evacuat sub presiune către camerele de călire sau direct la mașinile de ambalat.

În figura 6.58. este prezentat un freezer cu funcționare discontinuă, răcit cu saramură și înglobarea aerului prin batere.

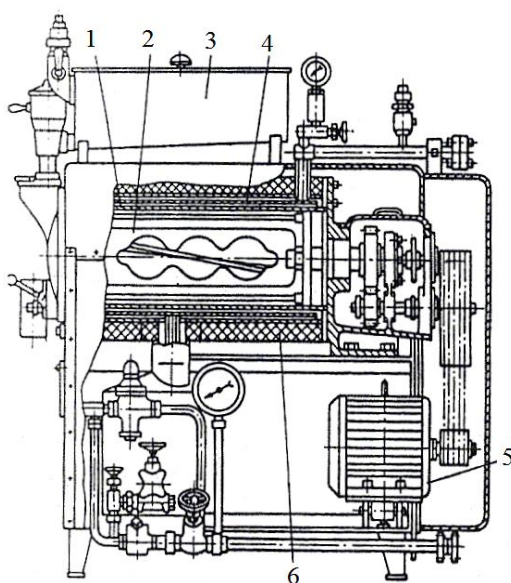


Fig. 6.57. Freezer discontinuu model OFA; 1- cilindru de lucru; 2- agitator; 3- vas de primire mix; 4- manta de răcire; 5- motor electric; 6- termoizolație

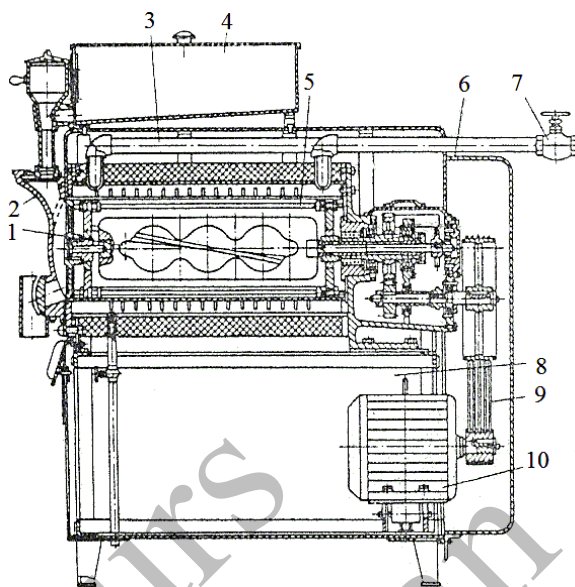


Fig. 6.58. Freezer discontinuu model OFI: 1- agitator; 2- capac; 3- conductă saramură; 4- canea; 5- cilindru de lucru; 6- apărătoare; 7- ventil; 8- postament; 9- curele trapezoidale; 10- electromotor

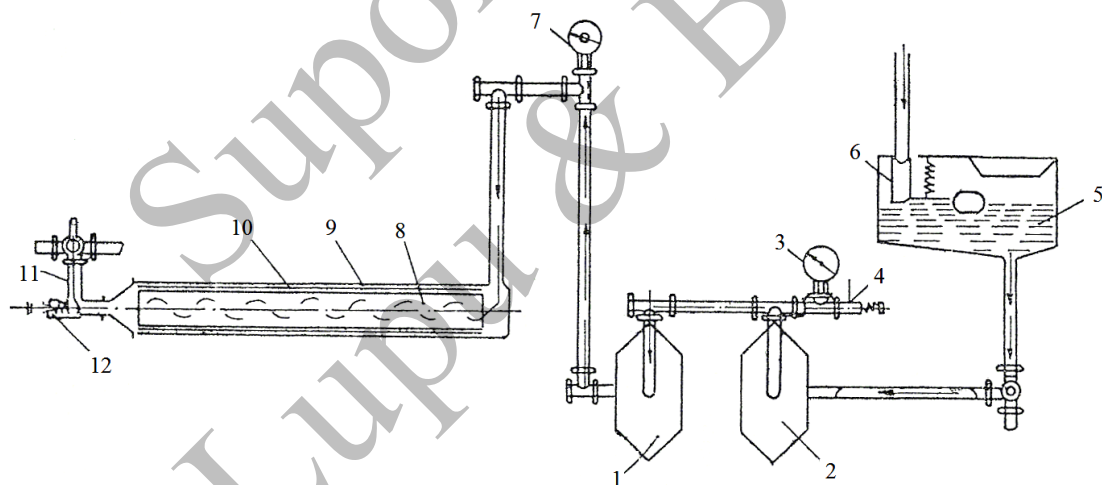


Fig. 6.59. Schema de funcționare a freezerului discontinuu cu aspirație: 1,2- pompă amestec; 3,7- manometru; 4- supapă admisie aer; 5- bazin primire amestec; 6- flotor; 8- cilindru cu cuțite; 9- manta răcire; 10- cilindru de lucru; 11- racord evacuare produs; 12- supapă de reglat presiunea

În figura 6.59. este prezentat modul de lucru al unui freezer cu funcționare discontinuă, răcit cu amoniac și înglobarea aerului prin absorbție.

Din bazinul de amestec, amestecul răcit și maturat este preluat de prima pompă cu o singură treaptă și trecut la a doua pompă cu două trepte. Ca urmare a diferenței de turație și debit dintre cele două pompe, pe linia dintre ele se formează vacuum.

Pompa în două trepte absoarbe aer printr-o supapă reglabilă, aer care saturează amestecul și îl trimite în cilindrul de lucru. Aici, are loc congelarea sa în contact cu peretele interior al acestuia (răcit cu amoniac), iar prin rotirea malaxorului cuțitele răzuiesc stratul congelat și amestecă înghețata, rezultând o structură uniformă. Evacuarea amestecului congelat se face printr-o conductă sub presiune.

În figura 6.60. este prezentată schema unui freezer specific comerțului stradal, instalația de răcire funcționând pe principiul unui frigider cu compresor. Alimentarea cu amestec se face din două vase tampon. Cilindrul de lucru 1 este cu manta de răcire și bătător pentru înglobarea aerului, răzuire, amestecare și înaintarea amestecului către ventilul manual de evacuare 2. Instalația frigorifică este compusă din compresorul 6, condensatorul 5, ventilul de laminare 3, vaporizatorul 1 și dispozitivul de reglaj 4. Operația de freezerare se desfășoară instantaneu în momentul deschiderii ventilului de evacuare.

În raport cu freezerele cu funcționare discontinuă, freezerele cu funcționare continuă prezintă o serie de avantaje: evacuarea înghețatei se poate face la temperaturi mai scăzute (cu efecte benefice asupra texturii), aerul este încorporat mai ușor cu reglarea gradului de creștere a volumului înghețatei, reducerea timpului de freezerare, posibilitatea de ambalare la ieșirea din freezer.

Principiul de lucru al unui freezer cu compresie de aer este prezentat în figura 6.61. Aerul pentru amestecare trece prin filtrul 1 și este trimis sub presiune de compresorul 2 către cilindrul de lucru 6, presiunea aerului fiind evidențiată de către manometrul 3, iar debitul reglat prin robinetul 4. Mixul de înghețată este trimis în cilindrul de lucru 6 cu ajutorul pompei de alimentare 8, unde este amestecat cu aerul prin intermediul rotorului cu cuțite 5. Congelarea parțială a apei se face ca urmare a contactului mixului cu peretele interior al cilindrului de lucru, răcit prin mantaua 7 cu amoniac. După congelare și omogenizare, înghețata este evacuată din freezer cu pompa de evacuare 9.

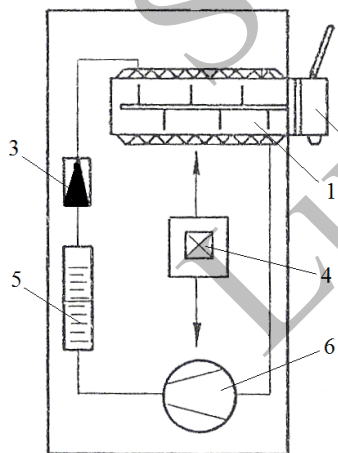


Fig. 6.60. Schema unui freezer pentru comerț stradal

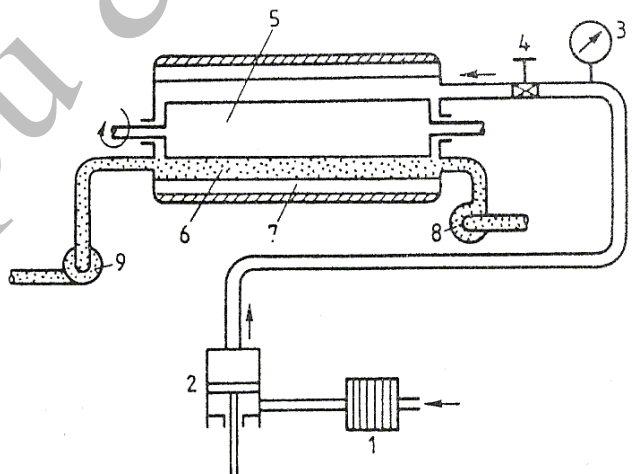


Fig. 6.61. Schema de funcționare a freezerului cu compresie de aer

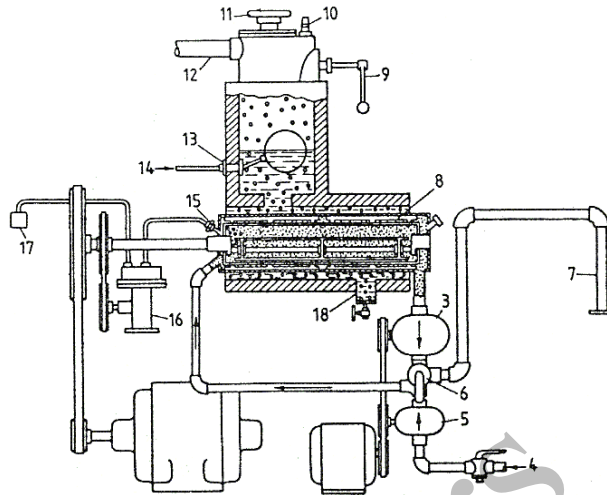


Fig. 6.62. *Schema de principiu a freezerului cu funcționare continuă Creamery-Package: 1- electromotor acționare agitator; 2- electromotor acționare pompă mix și pompă de înghețată; 3- pompă de înghețată; 4- conductă intrare mix; 5- pompă de mix; 6- valvă recirculare; 7- conductă evacuare către ambalare; 8- lame răzuire înghețată; 9- deschidere vizor inspecție; 10- valvă; 11- regulator de presiune; 12- conductă evacuare amoniac; 13- valvă comandată de flotor; 14- conductă intrare amoniac; 15- valvă aer; 16- compresor aer; 17- filtru aer 18- ventil golire manta cu amoniac*

Freezerul din figura 6.62. este cu funcționare continuă și compresie de aer. Mixul supus freezerării este trimis în cilindrul de lucru prin intermediul unei pompe, unde înglobează aerul sub presiune trimis de către un compresor și congelează în contact cu peretele interior, răcit cu ajutorul amoniacului. Cuțitele rotorului desprinde materialul congelat de pe peretele cilindrului de lucru și îl amestecă până la obținerea omogenității cerute, după care înghețata este evacuată din freezer cu ajutorul unei a doua pompe.

Freezerul din figura 6.63. este de tipul cu funcționare continuă și aspirație de aer, răcirea fiind realizată cu ajutorul amoniacului. Instalația este prevăzută cu două pompe pentru mix: prima pompă are debitul egal cu cel al debitului ce trece prin freezer, iar a doua pompă are un debit de trei ori mai mare. Pe conducta ce leagă cele două pompe se formează vacuum, iar prin montarea unei valve reglabile se controlează cantitatea de aer aspirată. Amestecul mix-aer este trimis sub presiune în cilindrul de lucru unde este congelat, amestecat și împins de bătător către capătul de evacuare al înghețatei. Răcirea cilindrului de lucru se realizează cu ajutorul a două mantale duble: în prima manta este adus amoniac lichid, iar în a doua manta amoniac gazos. În urma freezerării, înghețata rezultată are o consistență semifluidă, motiv pentru care nu își poate păstra forma un timp mai îndelungat. Acest lucru împiedică transportul și depozitarea înghețatei o perioadă mai îndelungată. De aceea, înghețata este supusă operației de călire ce constă în păstrarea ei un timp determinat la temperaturi de $-30...-40$ [°C], utilajele de călire fiind camere răcite cu aer, tunele de răcire sau congelatoare cu plăci. De la freezer, înghețata este adusă în aparatele de călire unde temperatura coboară la -18 [°C], procentul de apă congelată fiind de 75-80 %. În timpul călirii nu se formează cristale noi de gheață, fiind semnalată doar o creștere a celor existente, volumul total de gheață fiind dependent de temperatura la care ajunge înghețata în timpul călirii.

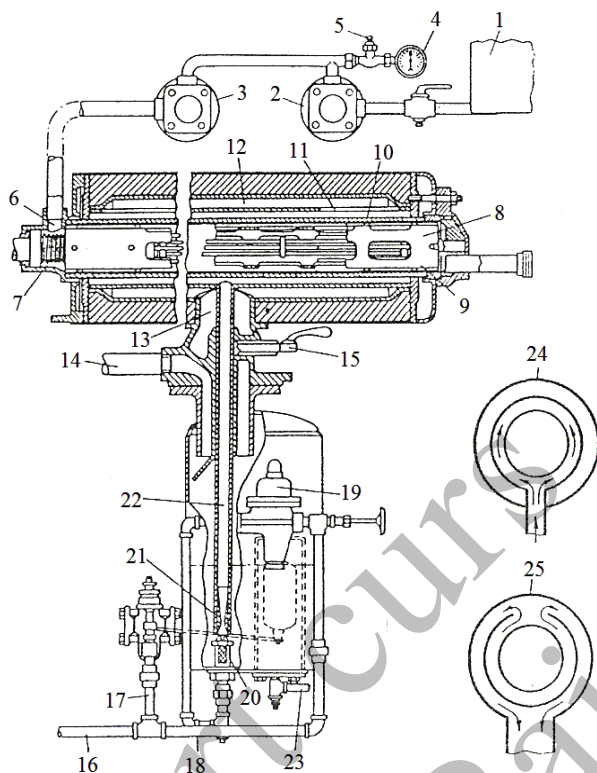


Fig. 6.63. Schema de principiu a freezerului cu funcționare continuă Vogt: 1- rezervor mix; 2- pompă mix (etaj I); 3- pompă mix și aer (etaj II); 4- vacuumetru; 5- valvă aer; 6- intrare mix; 7- legătură rotativă; 8- bătător pentru mix; 9- lame răzuitoare; 10- manta interioară pentru NH_3 lichid; 11- deschideri pentru curgere NH_3 lichid/vapori în mantaua exterioară; 12- manta exterioară; 13- retur NH_3 lichid/vapori la acumulator; 14- linie secțiune NH_3 ; 15- valvă pentru NH_3 ; 16- linie aport NH_3 ; 17- alimentare valvă plutitor; 18- conductă NH_3 ; 19- regulator presiune; 20- duză; 21- tub Vneturi; 22- canal alimentare freezer cu NH_3 ; 23- acumulator retur; 24- modul de alimentare cu NH_3 lichid în mantaua interioară; 25- modul de întoarcere a amestecului vapori/lichid NH_3 la acumulatorul de NH_3

Tunelele de călire sunt construcții asemănătoare tunelurilor de congelare de la carcusele de animale și păsări, doar că sunt mai mici ca dimensiuni. Agentul de răcire este aerul, a cărui temperatură este de $-30...-35$ [°C] și viteza de circulație de 2-3 [m/s].

În funcție de construcție, tunelurile de călire pot fi cu funcționare continuă sau discontinuă, modurile de circulație a aerului rece în spațiul de lucru fiind prezentat în figura 6.64.

Înghețata ambalată în vrac (bidoane sau cutii cu capacitate mare) sau în ambalaje de dimensiuni mici, este așezată pe cărucioare tip rastel și introduse în spațiul de lucru, necesarul de frig fiind determinat asemănător ca la congelarea cărnii.

Camerele de călire sunt spații izolate din punct de vedere termic, în care se introduce înghețata așezată la fel pe cărucioare tip rastel. Capacitatea de lucru este mai mică decât la tunelurile de călire, dimensionarea camerei fiind dependentă de producția de înghețată. Răcirea aerului se face în interiorul camerei cu ajutorul unor evaporatoare alimentate cu amoniac lichid.

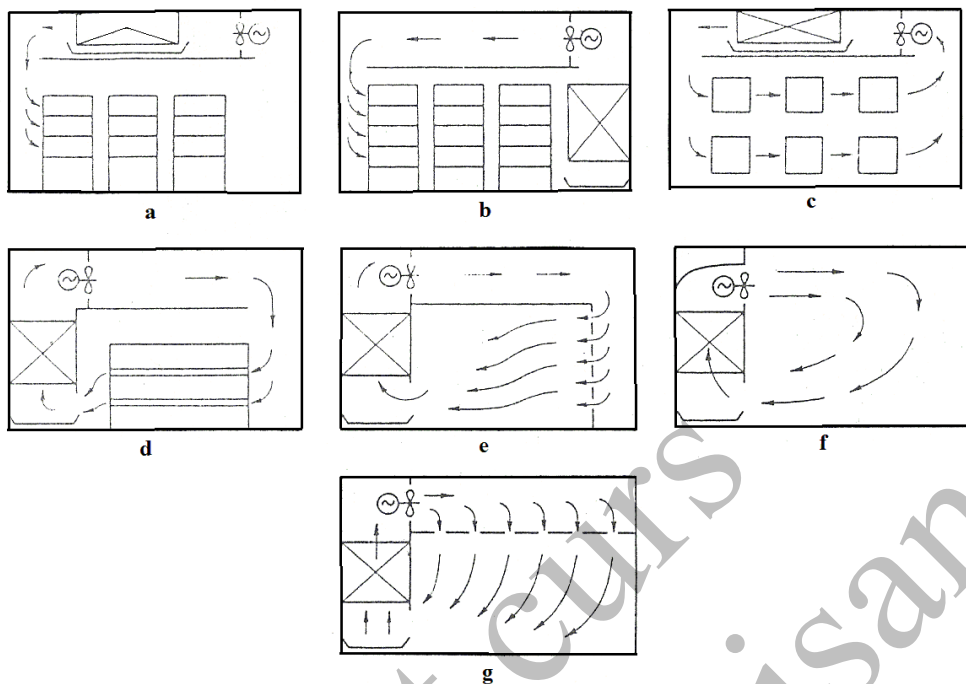


Fig. 6.64. Modul de circulație a aerului în tunelele de călire a înghețatei: a- cu circulație longitudinală în plan vertical a aerului și răcitor montat deasupra tavanului fals; b- cu circulație longitudinală în plan vertical a aerului și răcitor montat la un capăt al tunelului; c- cu circulație longitudinală în plan vertical a aerului; d- cu circulație transversală a aerului, cu tavan fals și fante; e- cu circulație transversală a aerului, cu perete fals, orificii sau fante; f- cu răcitoare de aer cu refulare liberă; g- cu circulație verticală a aerului, tavan fals cu fante

VII. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA PEȘTELUI

Peștele ca materie primă poate fi valorificat sub diverse forme, de la consumul în stare proaspătă și până la produse de tip conserve de pește.

Conservarea peștelui se poate realiza sub mai multe feluri: pește congelat (eviscerat sau neeviscerat), pește afumat, pește sărat, pește uscat, pește prăjit, semiconserve și conserve de pește. O categorie importantă o constituie făina de pește, aceasta valorifică peste 4 % din peștele pescuit.

Cea mai utilizată metodă de conservare a peștelui utilizează frigul, în funcție de temperatura produsului avem refrigerare și congelare.

Refrigerarea peștelui se realizează în camere frigorifice cu aer răcit, în mod semănător cărnii, acesta fiind așezat pe rafturi sau suspendat cu cârlige, regimul de lucru fiind caracterizat prin umiditatea, temperatura și viteza de circulare a aerului.

O metodă des utilizată este refrigerarea peștelui cu gheață, constă în așezarea peștelui în straturi alternative cu gheață mărunțită. Viteza de răcire depinde de temperatura inițială a peștelui, mărimea peștelui, gradul de mărunțire a gheții, durata de răcire fiind mai mare ca în primul caz. Metoda se aplică, de regulă, atunci când între momentul pescuitului și cel al prelucrării primare există un interval de timp ce poate afecta calitatea peștelui.

O altă metodă de refrigerare constă în imersia sau stropirea peștelui cu saramură. În primul caz, peștele este trecut printr-o baie de saramură de concentrație 2 %, răcită la rândul ei cu gheață la -1 [°C], a cărei concentrație este menținută constant pe toată durata de lucru. În al doilea caz, peștele este pus pe o bandă transportoare ce trece pe sub dușuri cu saramură.

Congelarea peștelui este o metodă des utilizată, cu deosebire în cazul pescuitului industrial pe mări și oceane, când timpul dintre momentul pescuitului și cel al prelucrării este foarte mare, peștele fiind o materie primă care se biodegradează repede. În funcție de gradul de dotare, congelarea se poate face cu aer răcit, respectiv cu amestec de gheață și sare. Congelarea cu aer răcit se poate face în camere sau tunele de congelare, similare din punct de vedere constructiv cu cele folosite la congelarea cărnii. Congelarea cu amestec de gheață și sare presupune așezarea peștelui sub formă de straturi succesive cu amestec de gheață și sare, având contact direct cu acest amestec.

Una dintre cele mai vechi metode de păstrare a peștelui este cea prin sărare, uscată, umedă sau mixtă, respectiv sărare la cald sau sărare la rece.

Sărarea uscată este o metodă ce prezintă unele dezavantaje în cazul peștelui. Astfel, sarea uscată nu formează saramură imediat după aplicarea ei, devine insuficientă, iar în cazul peștelui gras, deoarece nu este acoperit complet cu saramură, grăsimea acestuia se oxidează.

Sărarea umedă presupune scufundarea peștelui într-o baie de saramură de o anumită concentrație, metodă aplicată mai ales la peștele destinat uscării și afumării.

Sărarea mixtă constă în tratarea prealabilă a peștelui prin sărarea uscată, după care acesta este introdus în recipiente peste care se toarnă saramură.

Sărarea umedă și mixtă se realizează la rece, în timp ce sărarea la cald presupune folosirea saramurii la diverse temperaturi (între 50-90 [°C]), în funcție de tehnologia aplicată, efectul fiind acela că se mărește considerabil viteza de difuzie a sării în țesuturile peștelui.

Pentru a îmbunătăți calitatea peștelui sărat este necesară spintecarea acestuia, se îndepărtează unele organe și părți din corp, dar se mărește și suprafața peștelui supus sărării. În funcție de mărimea sa, peștele este încadrat în trei categorii: pește mărunț (se sărează nespintecat), pește mijlociu (se sărează spintecat sau nespintecat) și pește mare (se sărează după spintecare). În afară de spintecare, pentru unele sortimente de pește sărat se mai pot efectua și alte operații precum despicațul pe spate cu cap sau fără cap, despicaț pe abdomen și capul îndepărtat, tăiat în bucăți, fileuri.

Conservarea peștelui cu ajutorul fumului este realizată prin afumarea la rece și afumarea la cald.

Afumarea la rece se aplică peștelui proaspăt și sărat, după spintecare în cazul peștilor mari sau fără spintecare, în cazul peștelui mic. Temperatura fumului nu depășește 40 [°C], iar instalațiile de afumare sunt similare celor folosite în industria cărnii. Specific afumării peștelui este operația de atârnare a acestuia, se poate realiza cu cârlige, pe sfoară sau vergele, astfel ca fumul să vină în contact cu toată suprafața peștelui.

Afumarea la cald presupune utilizarea fumului la temperaturi cuprinse între 60-170 [°C]. Înainte de afumare, peștele se leagă cu sfoară pe vergele de lemn și se supune zvântării la temperaturi cuprinse între 60-80 [°C], în vederea coagulării proteinelor din stratul superficial și favorizarea depunerii particulelor de fum pe suprafața peștelui. După zvântare, peștele este supus operației de coacere la temperaturi de 110-140 [°C] timp de 15-20 [min], scopul fiind de a coace carnea peștelui. Afumarea propriu-zisă se face la temperaturi de până la 115 [°C], durata procesului fiind dependentă de starea suprafeței peștelui, de concentrația și viteza de circulare a fumului, umiditatea și temperatura acestuia. După afumare, peștele este răcit imediat pentru a stopa procesul de coacere.

În practica industrială, la procesarea peștelui se folosesc mașini, utilaje și instalații diverse, în funcție de produs și tehnologia aplicată.

Înainte de prelucrare, peștele este sortat, curățat de solzi și așezat pentru a putea fi trecut prin mașinile de prelucrat.

Sortarea peștelui este necesară deoarece se evită amestecarea diferitelor specii, precum și asigurarea unei mărimi uniforme a peștilor, care să permită funcționarea normală a mașinilor de desfacere a peștilor.

S-au realizat mai multe variante constructive de mașini de sortat pește, majoritatea lor realizând sortarea după dimensiuni (figura 7.1.).

Înainte de desfacerea peștelui se face îndepărtarea solzilor, operație realizată pe mașini cu tambur (figura 7.2.), în cazul speciilor la care desprinderea solzilor se face relativ ușor, respectiv manual cu freze speciale, prin deplasări repetate de la coadă spre cap.

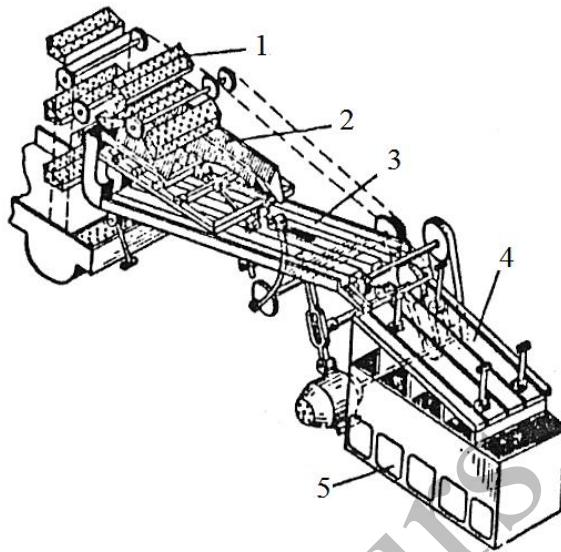


Fig. 7.1. Schema unei mașini de sortat pește după dimensiuni: 1- elevator cu cupe pentru alimentare; 2- dispozitiv de orientare; 3- gheab vibrator; 4- site de sortare; 5- buncăre pentru pește sortat

Mașina de îndepărtat solzi cu tambur (figura 7.2.) este alcătuită din doi tamburi conici 3 și 4, montați pe același ax. Peștele este introdus în mașină prin gura de alimentare 1 și ajunge, prin intermediul unor dispozitive de alimentare și uniformizare tip cruce 2 și 5, respectiv discul cu orificii 6, în tamburul 2. Ambii tamburi au suprafața interioară sub formă de orificii rotunde și dreptunghiulare cu marginile îndoite, asemănător unei răzătoare. Prin rotirea tamburului peștele intră în contact cu suprafața sa curățându-se de solzi, fiind deplasat către capătul opus al tamburului, unde prin intermediul unei pante înclinate, este trecut în al doilea tambur a cărui conicitate este inversă față de primul. Această trecere de la un tambur la altul determină rostogolirea peștelui și curățirea de solzi pe întreaga suprafață a lui, pentru îndepărtarea solzilor fiind folosite jeturi de apă. După îndepărtarea solzilor și spălarea cu apă, peștele este evacuat din mașină prin jgheabul 7.

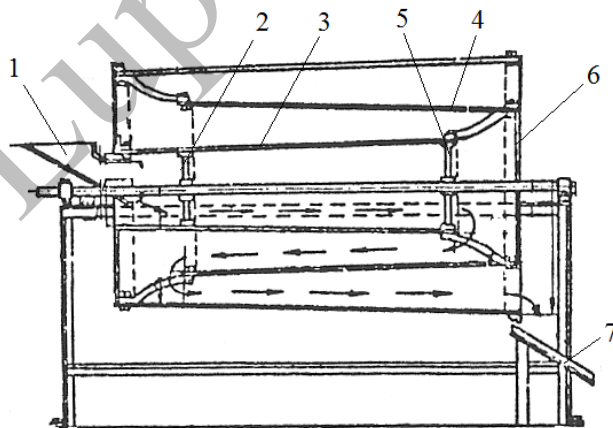


Fig. 7.2. Schema mașinii de îndepărtat solzi de pește cu funcționare continuă

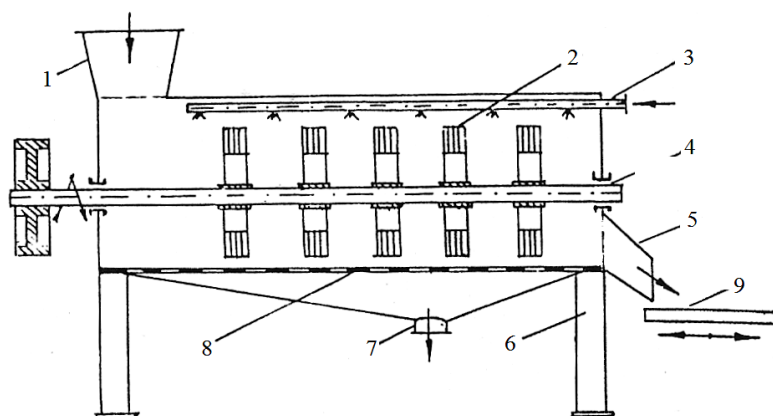


Fig. 7.3. Schema mașinii de spălat pește și bucăți de pește cu perii

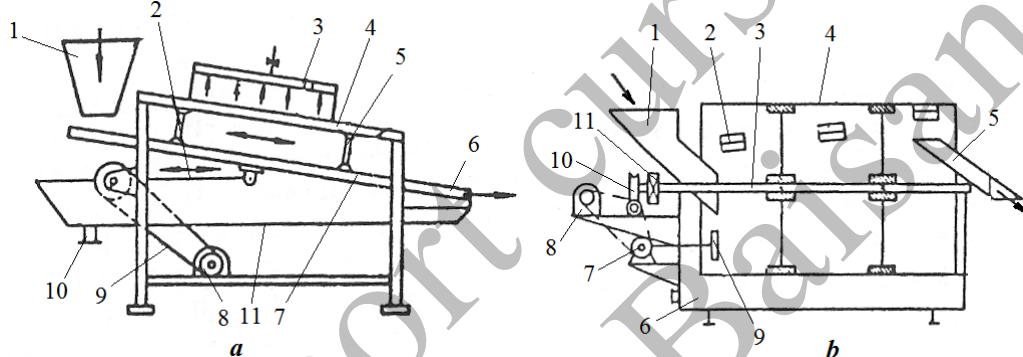


Fig. 7.4. Mașini de spălat pește cu organe de lucru vibratoare: a- cu site vibratoare; b- cu tambur și mișcare de vibrație

Spălarea peștelui se poate realiza cu mașini de spălat cu perii, cu tambur rotativ și vibrator, cu site vibratoare, etc.

Mașina de spălat cu perii (figura 7.3.) este destinată spălării peștelui și a bucăților de pește, fiind formată dintr-o toabă perforată în care se rotește un ax cu paletă din pai. Materialul de spălat este introdus prin gura de alimentare 1 și ajunge în toba 8, unde este preluat de paletetele 2, fixate pe axul rotativ 4. În interiorul tobei, la partea superioară este plasată o rampă cu duze de spălare 3, apele murdare fiind captate de către cuva 8, fixată de cadrul mașinii 6 și evacuate prin conducta 7. După spălare peștele și bucățile de pește sunt evacuate din mașină prin jgheabul 5 și sunt preluate de transportorul vibrator 9 pentru îndepărtarea apei de pe suprafața lor.

Mașina de spălat pește cu site vibratoare (figura 7.4.a.) este cu funcționare continuă. Peștele introdus prin gura de alimentare 1 ajunge pe sita vibratoare 7, antrenată în mișcare de oscilație de biela 2. Antrenarea excentricului se face de la motorul electric 8 prin intermediul unei transmisii cu curele 9. Spălarea peștelui se face prin stropirea cu apă, pentru aceasta mașina fiind prevăzută cu o rampă cu duze de stropire 4 montată pe cadrul mașinii 5. După spălare, peștele este evacuat prin capătul 6, în timp ce apele murdare ajung în cuva inferioară 11, de unde sunt evacuate prin racordul 10.

Mașina de spălat cu tambur și mișcare de vibrație (figura 7.4.b.) poate asigura atât spălarea peștelui mărunț, cât și curățirea de solzi. Peștele este introdus în mașină prin gura de alimentare 1 și ajunge în tamburul perforat 4. Prin intermediul axului cu perii dispuse elicoidal 3, peștele este spălat și dirijat către jgheabul de evacuare 5. Datorită perforațiilor 2 ale tamburului, la contactul peștelui cu acesta se realizează și desprinderea solzilor, care trec prin orificii și ajung în cuva 6 odată cu apa murdară. Antrenarea tamburului se face de la motorul electric 7, reductorul 8, grupul melcat 10 și roțile dințate 11, în timp ce tamburul este pus în mișcare de oscilație de către vibratorul 9, antrenat de la motor prin intermediul unei transmisii cu curele trapezoidale. Mișcarea de vibrație este necesară pentru a intensifica procesul de îndepărtare a solzilor, precum și pentru a evita obturarea orificiilor tamburului cu solzi.

Mașina de spălat din figura 7.5. este cu tambur cilindric rotativ deschis. Tamburul este înclinat spre partea de evacuare cu 4-8°, asigurând deplasarea peștelui de la capătul de alimentare către cel de evacuare.

Întregul ansamblu al mașinii este plasat pe un sistem de traverse din lemn, dispuse astfel încât apele murdare se pot scurge printre ele. Peștele este introdus pe la capătul tamburului și este antrenat în mișcare longitudinală către capătul de evacuare. În interiorul tamburului cilindric sunt dispuse rampe cu duze de stropire cu apă. Mișcarea de rotație a tamburului este asigurată prin sprijinirea lui pe role antrenate de către un motor electric și transmisii mecanice.

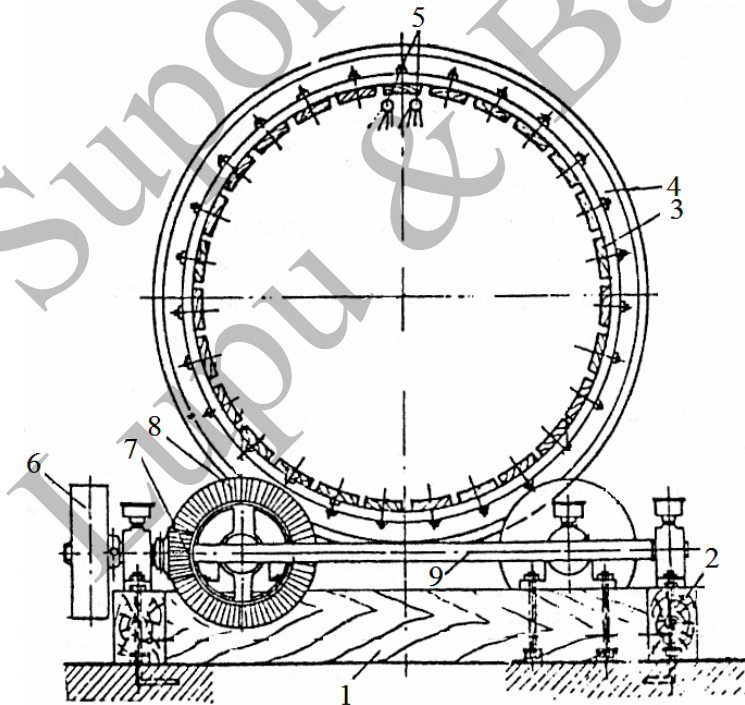


Fig. 7.5. Schema mașinii de spălat pește cu tambur rotativ cilindric: 1- grinzi transversale; 2- grinzi longitudinale; 3- tambur rotativ; 4- manta de ghidare; 5- rampă cu duze de spălare; 6- roată transmisie; 7- pinion conic; 8- roată conică; 9- ax antrenare

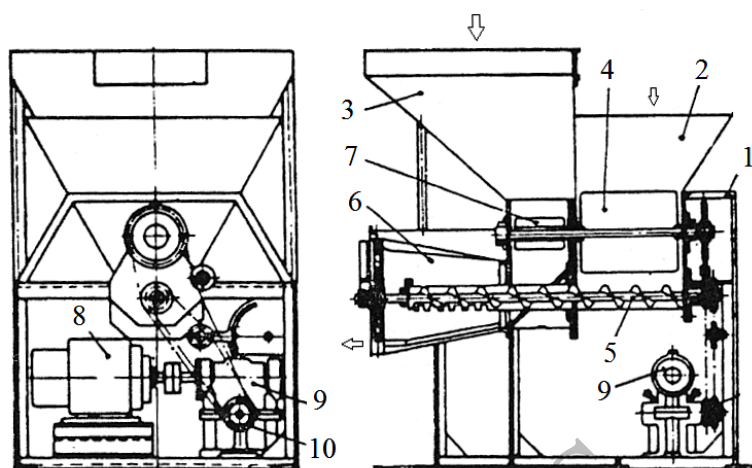


Fig. 7.6. Schema mașinii pentru sărarea uscată a peștelui

Sărarea peștelui se realizează pe mașini de sărare uscată sau umedă.

Sărarea uscată a peștelui mărunț se realizează cu ajutorul unei mașini de sărat a cărei schemă este prezentată în figura 7.6. Pe cadrul mașinii 1 sunt plasate buncărul de alimentare cu pește 3 și buncărul de alimentare cu sare 2. Sarea este dirijată cu ajutorul dozatorului cu palete 4 către melcul 5, tot aici ajungând și peștele distribuit cu dozatorul 7. Sărarea se face în tamburul conic 6, prin capătul acestuia fiind evacuat peștele sărat. Antrenarea melcului, tamburului conic și a celor două dozatoare se face de la motorul electric 8 prin intermediul unui reductor 9 și transmisiile cu lanț 10.

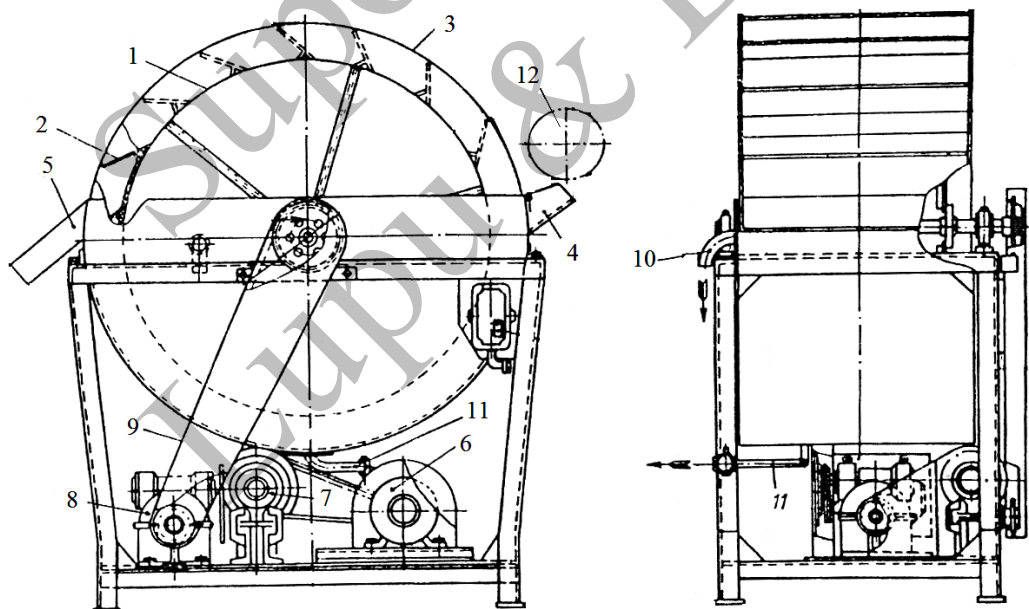


Fig. 7.7. Schema mașinii pentru sărarea umedă a peștilor mari și a bucăților de pește: 1- tobă rotativă; 2- palete; 3- carcasă; 4- jgheab alimentare; 5- jgheab evacuare; 6- electromotor; 7- reductor; 8- roată de curea; 9- curea trapezoidală; 10- preaplin saramură; 11- evacuare saramură; 12- dispozitiv uniformizare alimentare

Mașina pentru sărarea umedă a peștelui și a bucăților de pește (figura 7.7.) este formată dintr-o tobă rotativă cu palete care se rotește în interiorul unei carcase, unde este introdusă saramura. Nivelul saramurii din carcasă este controlat cu ajutorul unui preaplin, iar evacuarea totală se face pe la partea inferioară a carcasei. Peștele și bucățile de pește sunt introduse în tobă printr-un jgheab, prevăzut cu un dispozitiv de uniformizare, astfel încât să poată fi preluate de către palete. În carcasa în care se rotește toba se introduce saramură prin care este trecut peștele, timpul de menținere în saramură fiind depedent de mărimea peștelui, temperatura și concentrația saramurii.

Pentru a putea alimenta în mod continuu mașinile de despicat este necesară orientarea și așezarea peștelui astfel ca acesta să treacă cu burta prin dreptul cuțitului. În figura 7.8. este prezentată schema unei mașini de orientat peștele de tip cu funcționare continuă. Peștele din buncărul mașinii este adus la dispozitivul vibrator 3, care orientează peștele cu capul înainte, după care acesta trece într-un jghiab montat pe o ramă vibratoare și de aici la transportorul special de evacuare.

Desfacerea peștelui presupune despicarea abdomenului cu eliminarea viscerelor, detașarea capului, a înotătoarelor și a altor părți necomestibile. Aceste operații pot fi realizate pe mașini specializate care realizează una sau mai multe operații.

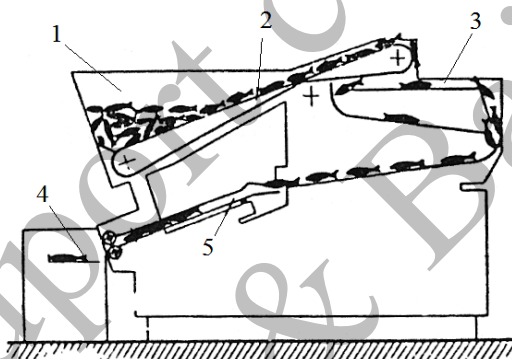


Fig. 7.8. Schema mașinii de orientat pește: 1- buncăr alimentare; 2- transportor; 3- vibrator; 4- jgheab înaintare vibrator; 5- transportor pește orientat

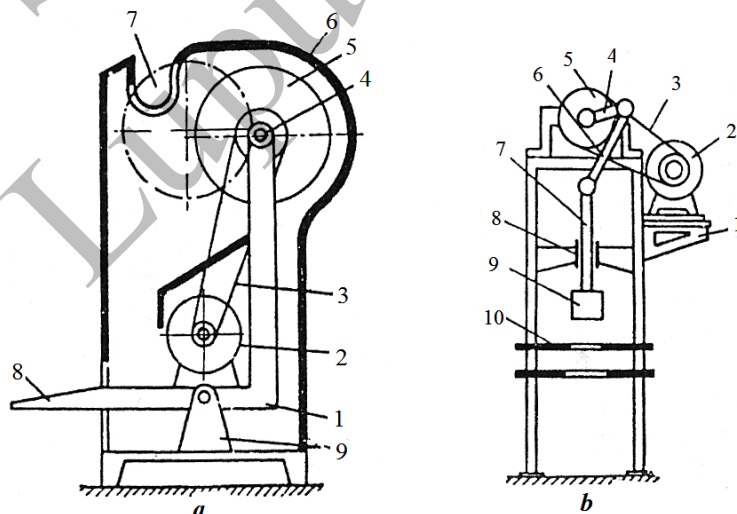


Fig. 7.9. Schema mașinii de tăiat capul peștelui: a- cu cuțit disc; b- cu cuțit tip ghilotină

Tăierea capului peștelui se face cu ajutorul unor mașini specializate (figura 7.9.), care necesită așezarea manuală și acționarea cuțitului.

Mașina de tăiat capul din figura 7.9.a. are în construcția sa un sistem basculant 1, comandat prin intermediul pedalei 8, cuțitul disc 5 montat pe axul 4, antrenat în mișcare de rotație de la motorul electric 2 prin intermediul curelei trapezoidale 3. În carcasa mașinii este prevăzut jgheabul 7 unde este așezat peștele. Prin acționarea cu picior a pedalei aceasta basculează în jurul articulației 9 și deplasează cuțitul disc ce intră în fanta jgheabului și taie capul peștelui.

Mașina de tăiat capul din figura 7.9.b. este de tip cuțit ghilotină. Pe cadrul 1 al mașinii se găsesc montate masa 10 unde este așezat peștele, cuțitul tip pană 9 demontabil și fixat pe tija culisantă 7. Mecanismul de acționare a cuțitului este format din motorul electric 2, transmisia cu curea 3, roata 4 pe axul căreia este prinsă biela 5 și manivela 6. În timpul lucrului cuțitul are o mișcare rectilinie alternativă deoarece tija 7 execută mișcare pe verticală, alunecând prin ghidajul 8. Peștele este împins manual pe masa 10, sub cuțitul ghilotină.

Mașinile care realizează tăierea capului și despicarea abdomenului sunt mai complexe și sunt de tip semimecanizat.

Mașina de tăiat capul și abdomenul din figura 7.10. realizează tăierea capului peștelui cu ajutorul unui cuțit disc. Peștele este fixat cu cleme pe platforma mobilă și deplasat cu aceasta spre discul de tăiere, fiind detașat capul. Cu același cuțit se taie și abdomenul, prin așezarea peștelui cu abdomenul în jos în fereastra 11.

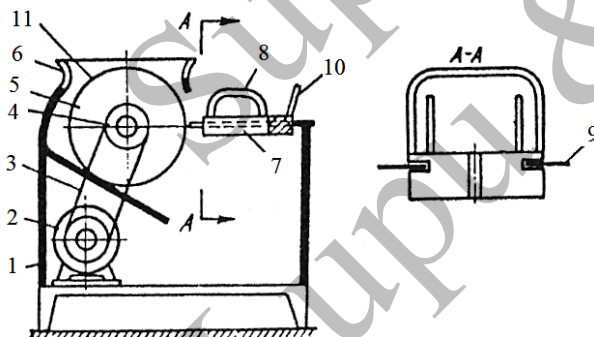


Fig. 7.10. Schema mașinii de tăiat capul și abdomenul: 1- șasiu; 2- electromotor; 3- curea trapezoidală; 4- ax; 5- cuțit disc; 6- apărătoare; 7- platformă mobilă; 8- cleme fixare pește; 9- ghidaje alunecare; 10- manetă acționare; 11- fereastră pentru cuțit

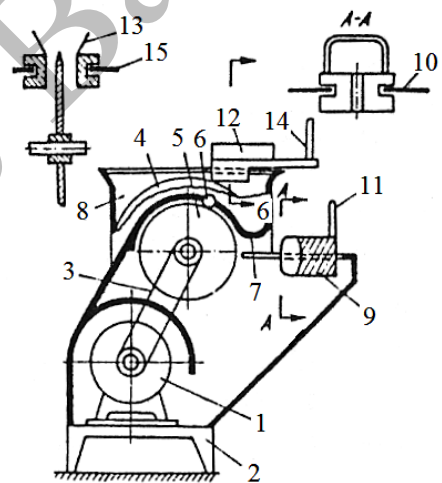


Fig. 7.11. Schema mașinii de tăiat capuși abdomenul peștelui cu două cuțite: 1- electromotor; 2- șasiu; 3- curea trapezoidală; 4- cuțit pentru tăiat abdomen; 5- cuțit pentru tăiat capul; 6- jgheab colectare cap; 7- apărătoare mobilă; 8- apărătoare; 9- cursor; 10- ghidaje; 11- manetă; 12- cursor; 13- jgheab; 14- manetă acționare; 15- ghidaje

Mașina de tăiat capul și abdomenul din figura 7.11. are în construcție două cuțite disc: unul pentru tăierea capului și altul pentru tăierea abdomenului. Peștele fixat pe cursorul 9 este împins cu meneta 11 spre discul 5 care taie capul, apărătoarea 7 ridicându-se puțin pentru a descoperi discul. După tăierea capului peștele se așează cu abdomenul în jos în jgheabul 13, care culisează pe ghidajele 15 trecând peștele prin dreptul cuțitului 4 și care execută tăierea abdomenului.

Mașina de tăiat din figura 7.12. este cu un singur disc. Peștele este așezat în jgheaburile cilindrului rotitor 1, iar la trecerea prin dreptul cuțitului disc 2 se realizează tăierea capului. Abdomenul peștelui se taie cu același cuțit disc, prin poziționarea acestuia în jgheabul 3 practicat în apărătoarea cuțitului disc.

Peștele destinat prăjirii este supus operației de înfăinare ce are ca scop protejarea țesutului muscular la temperaturile ridicate din timpul prăjirii, precum și protejarea țesutului muscular la deshidratare. Crusta formată la prăjire se datorează acțiunii termice asupra proteinelor și hidraților de carbon din făină, contribuind la formarea aromei și a gustului. Mașinile de înfăinat pește sunt realizate în diferite variante constructive precum: cu tambur rotativ, cu benzi suprapuse, cu suprafețe vibratoare, în câmp electrostatic etc.

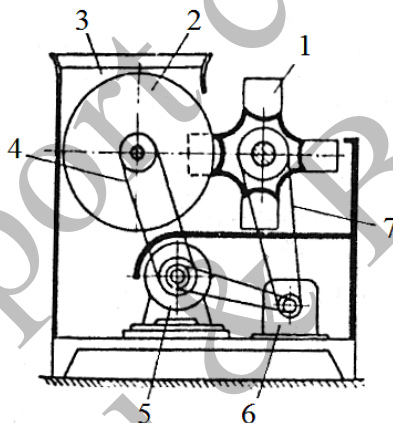


Fig. 7.12. Schema mașinii de tăiat capul și abdomenul cu cilindru cu jgheaburi: 1- cilindru cu jgheaburi; 2- cuțit disc; 3- jgheab; 4,7- curea trapezoidală; 5- electromotor; 6- reductor

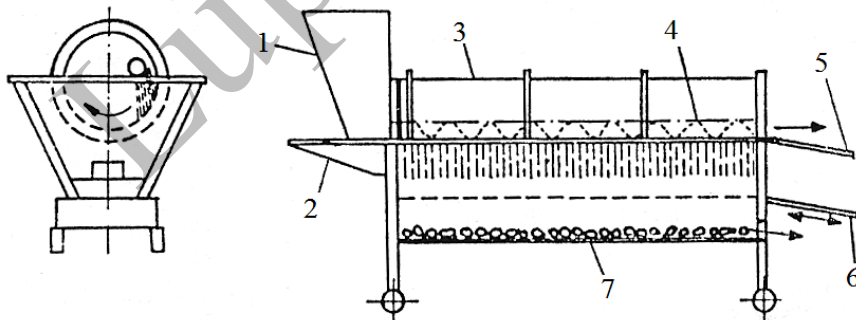


Fig. 7.13. Schema mașinii de înfăinat pește cu tambur rotativ: 1- buncăr cu făină; 2- gură alimentare cu pește; 3- tambur rotativ; 4- melc transportor; 5- gură evacuare făină; 6- sită vibratoare; 7- jgheab colector făină

În figura 7.13. este prezentată schema unei mașini de înfăinat pește cu tambur rotativ. Peștele și bucățile de pește sunt introduse în toba rotativă perforată. Făina din buncăr este preluată de melcul transportor, plasat deasupra axului tobei într-o carcasă perforată și distribuită sub formă de pulbere pe toată lungimea tamburului, surplusul de făină fiind evacuat prin gura de evacuare 5. Peștele și bucățile de pește se amestecă cu făina și sunt transportate axial prin rotația tamburului, fiind evacuate pe sita vibratoare. Excesul de făină din tambur este recuperat la partea inferioară a mașinii în jgheabul colector.

Peștele înfăinat este supus prăjirii în cuptoare de prăjire cu ulei, la care încălzirea se face cu ajutorul aburului (figura 7.14.) sau cu încălzire electrică (figura 7.15.).

Peștele și bucățile de pește înfăinate sunt aduse de către transportorul alimentator și așezate în tăvi perforate, fixate și antrenate în mișcare de către un transportor cu lanțuri. Tăvile se deplasează prin baia de ulei unde se realizează coacerea la temperaturi de 140-160 [°C], descărcarea tăvilor fiind realizată cu ajutorul unui dispozitiv de descărcare la capătul băii, ramura de întoarcere a transportorului trecând pe sub bazinul cuptorului.

Bazinul de prăjire este realizat sub forma a două secții, la care încălzirea se face în partea superioară cu conducte prin care circulă aburul, sub acestea fiind plasate conductele de răcire cu apă. În bazin se introduce apă, peste care se introduce uleiul necesar operației de prăjire. Pentru compensarea pierderilor de ulei, în timpul prăjirii, instalația este prevăzută cu un rezervor de ulei proaspăt și un filtru de ulei.

Calculul termic al cuptorului de prăjire a peștelui cu încălzire cu abur, va ține cont de bilanțul termic al instalației, cu evidențierea căldurilor intrate și ieșite din sistem, fiind asemănător cu calculul instalațiilor de opărire a porcilor.

Pentru un control mai bun al temperaturii, dar și pentru a înlocui apa ca agent de încălzire a uleiului, s-au realizat cuptoare de prăjire a peștelui la care încălzirea se realizează cu rezistențe electrice.

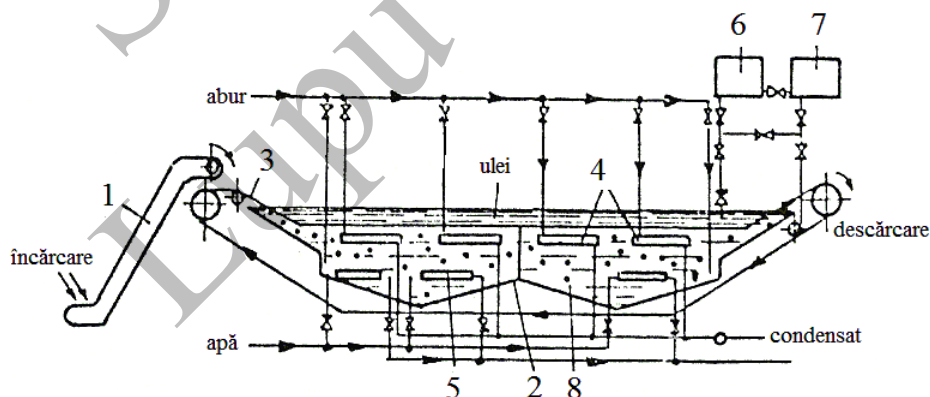


Fig. 7.14. Schema unui cuptor de prăjit pește în ulei încălzit cu abur: 1- transportor alimentare; 2- bazin cu ulei cu două compartimente; 3- transportor cu tăvi perforate montate pe lanțuri; 4- conducte încălzire ulei; 5- conducte răcire cu apă; 6- rezervor cu ulei proaspăt; 7- filtru ulei

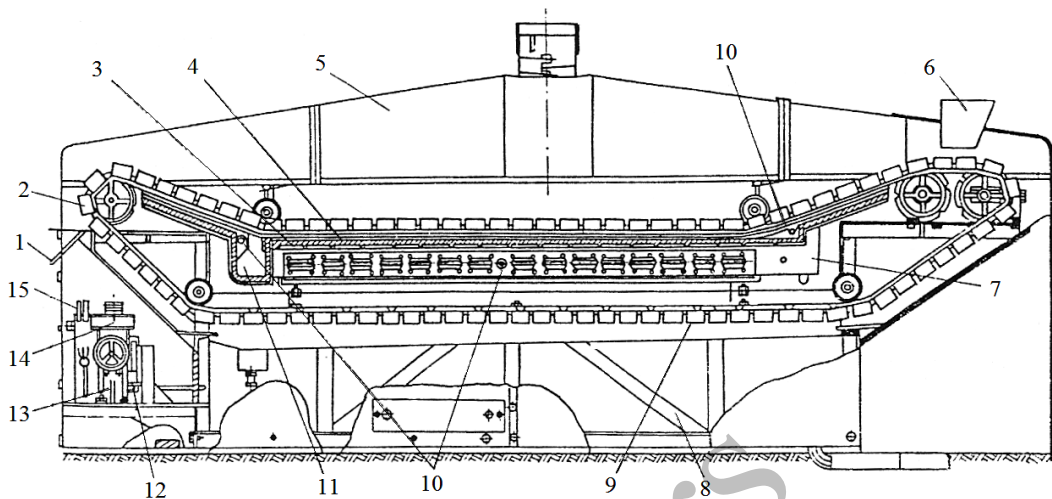


Fig. 7.15. Schema cuptorului de prăjit pește cu încălzire electrică

Cuptorul de prăjire a peștelui din figura 7.15. este realizat pe un schelet metalic 8, unde cuva cu ulei mineral 7 (folosit ca agent termic intermediar) este încălzită cu ajutorul unor rezistențe electrice 3, uleiul pentru prăjit fiind în tava 4. Conveierul 2, prevăzut cu tăvi perforate, preia peștele adus prin gura de alimentare 6 și îl trece prin baia de ulei încinsă, după care tăvile sunt descărcate la celălalt capăt printr-o fantă pe placa înclinată 1. Antrenarea conveierului se face de la electromotorul 12, prin intermediul reductorului 13 și a variatorului de turație 14, întinderea lanțurilor conveierului fiind asigurată cu stația de întindere 15. În apropierea capătului de evacuare a peștelui prăjit sunt montate niște răzuitoare, ce îndepărtează particulele aderente ce sunt colectate în buzunarul 11. Sub ramura inferioară a conveierului se găsește un fund perforat 9 ce permite recuperarea uleiului care se scurge de pe aceasta. Temperatura uleiului mineral și a uleiului de prăjit sunt controlate automat cu ajutorul unor traductori de temperatură 10, integrați în sistemul de automatizare a cuptorului.

Un alt tratament termic la care este supus peștele destinat fabricării conservelor este blanșarea. Scopul operației este de a elimina excesul de umiditate, de a realiza coagularea proteinelor (se mărește consistența peștelui) și de a distruge o parte a microorganismelor de la suprafața peștelui. Operația se poate realiza în saramură, în abur sau în ulei.

Blanșarea în saramură presupune imersarea peștelui timp de 10-15 [min] într-o soluție de clorură de sodiu la temperatura de 80-85 [°C], dacă acesta este destinat fabricării semiconservelor. În cazul blanșării peștelui pentru fabricarea conservelor, acesta este imersat timp de 3-5 [min] în soluție la temperatura de 100-105 [°C]. Pentru peștele gras, blanșarea se face timp de 8-10 [min] la temperatura de 88-90 [°C].

Aparatele utilizate la blanșarea peștelui în saramură sunt de tip cu conveier (figura 7.16.a.) sau cu așa numita roată pariziană (figura 7.16.b.).

La primul aparat de blanșare, de conveierul 1 sunt prinse, prin intermediul unor cărucioare 2, tăvile perforate 3 în care se așează peștele. Traseul conveierului asigură imersarea tăvilor în saramură în zona 4, bazinul 5 asigurând necesarul de saramură, iar sistemul de încălzire 6 temperatura sa.

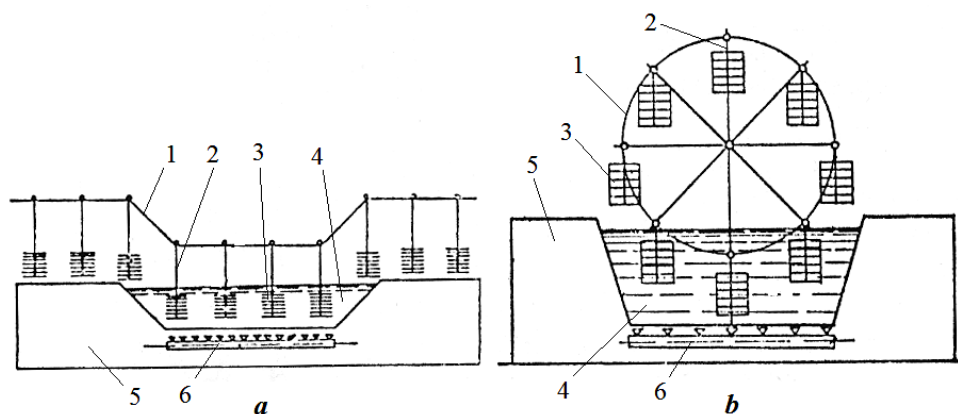


Fig. 7.16. Schema aparatelor pentru blanșarea peștelui în saramură: a- cu conveier; b- cu roată pariziană

Aparatul de tip roată pariziană are o roată 1 pe care sunt suspendate cărucioarele 2 cu tăvile perforate 3. Acestea sunt imersate în saramură în spațiul 4, bazinul 5 asigurând necesarul de saramură, iar sistemul de încălzire 6 temperatura saramurii.

Pentru fabricarea conservelor de pește se folosesc linii tehnologice care utilizează utilajele descrise anterior, la care se mai adaugă mașini de dozat, umplut și închis cutii și instalații de sterilizare.

Linia de fabricare a conservelor de pește în sos tomat (figura 7.17.) folosește ca materie primă pește congelat sau pește proaspăt. În primul caz, peștele este decongelat și împreună cu peștele proaspăt este trecut la mașina de îndepărtat solzi. De aici peștele trece pe la mașinile de tăiat capul și coada, ajungând la banda de eviscerare. Peștele mare este porționat în mașina de porționat după care este introdus în bazinul de sărare. După scurgere și înfăinare, peștele este prăjit și adus la mașina de dozat și umplut, unde are loc umplerea cutiilor conform rețetei de fabricație. După spălarea cutiile sunt supuse operației de sterilizare, utilajele folosite fiind cele de la sterilizarea conservelor de carne.

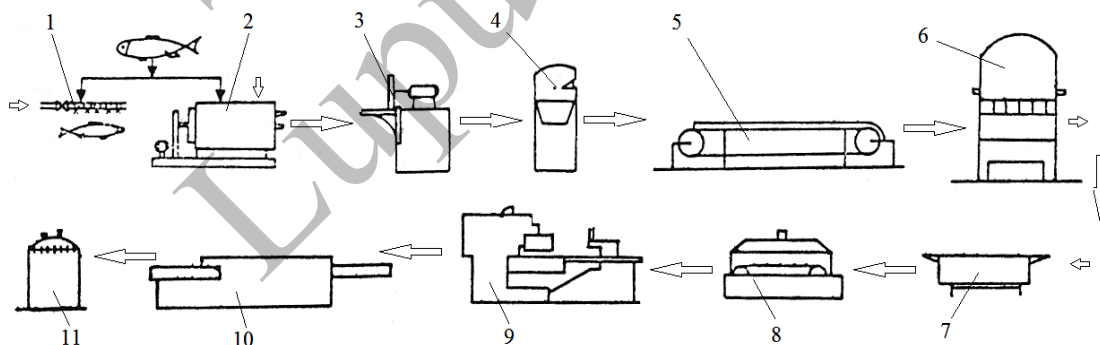


Fig. 7.17. Schema liniei tehnologice de fabricare a conservelor de pește în sos tomat: 1- instalație de decongelare; 2- mașină de îndepărtat solzi; 3- mașină de tăiat capul peștelui; 4- mașină de tăiat coada peștelui; 5- bandă eviscerare; 6- mașină de porționat; 7- bazin de sărare; 8- prăjitor; 9- mașină de dozat și închis cutii; 10- mașină de spălat cutii; 11- instalație de sterilizare

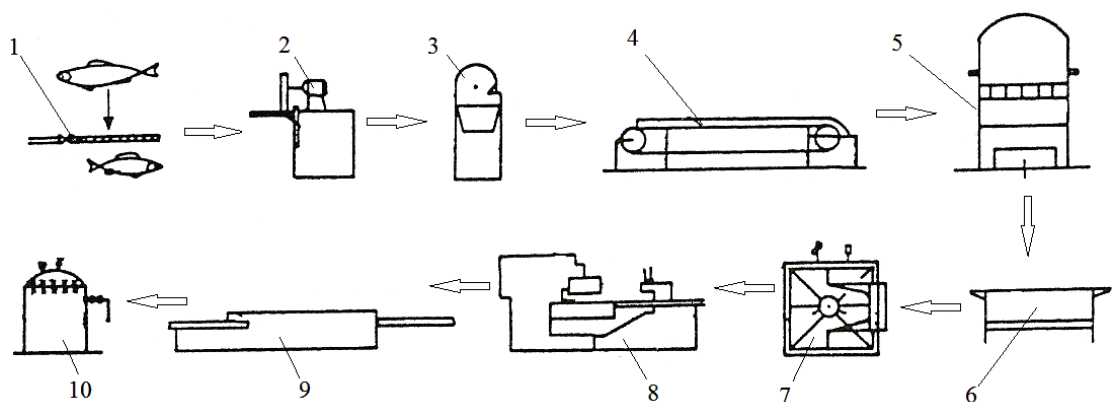


Fig. 7.18. Schema liniei tehnologice de fabricare a conservelor de pește în ulei: 1- instalație de decongelare; 2- mașină de tăiat capul peștelui; 3- mașină de tăiat coada peștelui; 4- bandă eviscerare; 5- mașină de porționat; 6- bazin de sărare; 7- aburitor; 8- mașină de dozat și închis cutii; 9- mașină de spălat cutii; 10- instalație de sterilizare

Linia de fabricație a conservelor în ulei (figura 7.18.) folosește ca materie primă pește oceanic congelat.

După decongelare se taie capul și coada peștelui, se eviscerează și se porționează, peștele fiind trecut la bazinul de sărare.

După scurgere, peștele este introdus în cutii și supus operației de aburire, fiind trecut la mașinile de dozat și închis cutii care, după spălare se supun sterilizării.

Linia de fabricare a conservelor de pește tip pastă (figura 7.19.) este asemănătoare cu primele două cu deosebirea că, după aburire peștele este tocat împreună cu legumele și amestecat în malaxor cu condimente și sosuri, amestecul urmând a fi dozat în cutii.

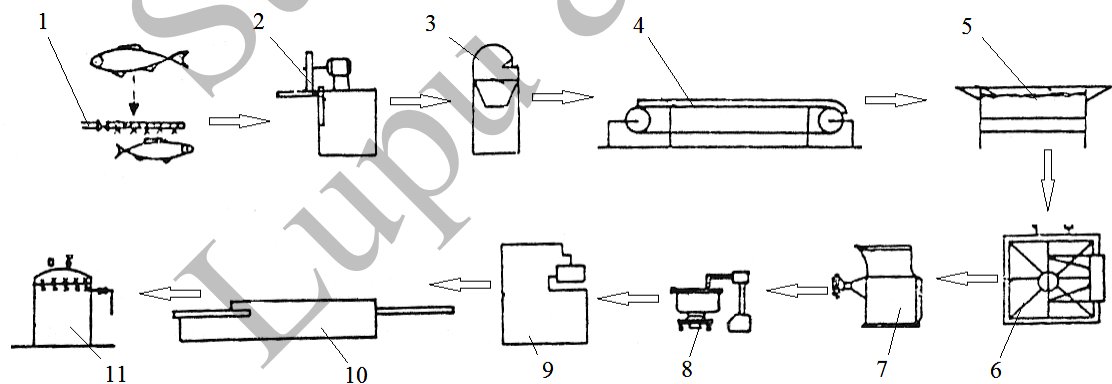


Fig. 7.19. Schema de fabricare a conservelor de pește tip pastă: 1- instalație de decongelare; 2- mașină de tăiat capul peștelui; 3- mașină de tăiat coada peștelui; 4- bandă eviscerare; 5- bazin de sărare; 6- aburitor; 7- mașină de tocat; 8- malaxor; 9- mașină de dozat și închis cutii; 10- mașină de spălat cutii; 11- instalație de sterilizare

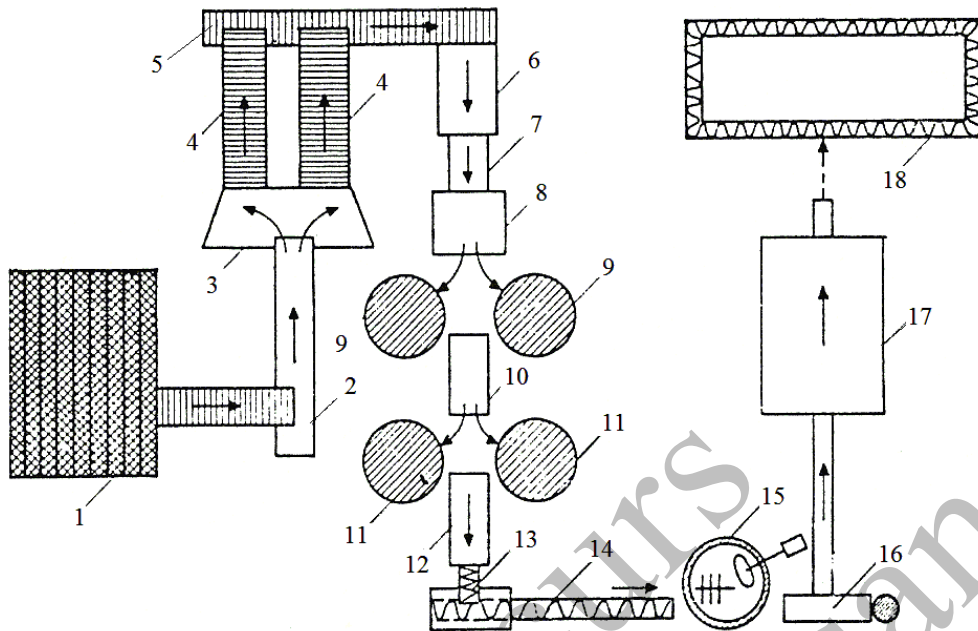


Fig. 7.20. Schema liniei tehnologice de fabricare a pastei din carne de pește: 1- mașină de spălat pește; 2- transportor; 3- buncăr tampon; 4- mașini de filetat; 5- transportor pentru inserția fileurilor; 6- bazin spălare fileuri; 7- centrifugă separare piele și aripioare; 8- rezervor primire; 9- rezervor pentru prima extracție; 10,12- sită rotativă; 11- rezervor pentru a doua extracție; 13- presă cu melc; 14- transportor melcat; 15- cutter; 16- pompă de carne; 17- mașină de umplut forme; 18- congelator cu plăci

Linia tehnologică pentru fabricarea pastei din carne de pește (figura 7.20.), are în componența sa o serie de utilaje specifice, în final fiind obținut un produs doar din carne de pește.

După spălare, peștele este adus la mașinile de filetat, operație ce constă în tăierea peștelui și îndepărtarea coloanei vertebrale cu oase. După spălare, fileul de pește este trecut la o centrifugă unde se separă pielea și aripioarele. Produsul rezultat este introdus în site rotative unde are loc extragerea apei și a componentelor solubile, în două etape, după care este preluat de către o presă cu melc pentru eliminarea suplimentară a componentelor solubile. De la presă, materialul tocat este trecut la un cutter pentru mărunțire fină și prin intermediul unei pompe de carne ajunge la mașina de umplut forme. Pasta din carne de pește rezultată este conservată în instalații de congelare cu plăci.

Peștele mic și cel de calitate inferioară este prelucrat sub formă de făină de pește, schema tehnologică de fabricație fiind prezentată în figura 7.21. Ca faze principale de lucru se disting mărunțirea materiei prime, fierberea, separarea uleiului și a bulionului, uscarea și măcinarea produsului.

Peștele este introdus în instalație la mașina de tocat 1, de unde, cu ajutorul melcului dozator 2 tocătura ajunge la sterilizatorul 3. Aici are loc distrugerea microorganismelor, coagularea proteinelor și separarea unei cantități de suc ca efect al fierberii.

De la sterilizare materialul ajunge în presa cu melc 4 unde are loc separarea fazei solide de emulsia de grăsimi și apă, numită bulion, particulele solide antrenate de fracția lichidă fiind reținute de către sita vibratoare 12. Lichidul rezultat de la sita oscilantă este trimis de pompa 13 la preîncălzitorul 14 și separat în ulei, bulion și nămol în centrifuga 15. Uleiul este colectat în rezervorul 16, în timp ce bulionul și nămolul sunt colectate în recipientul 17.

Fracția solidă este adusă în zdrobitorul 5 și de aici în uscătorul cu fascicol tubular 6. Prin încălzirea la 90-95 [°C] se aduce umiditatea produsului la 8-10 %, vaporii degajați fiind aspirați de exhaustorul 7. După uscare, materialul este răcit în răcitorul 8, mărunțit în moara cu ciocănele 10 și trecut la separare în cicloanele 9. Măcinătura sedimentează și este evacuată pe la partea inferioară a ciclonului, în timp ce aerul este evacuat în atmosferă de către exhaustorul 11.

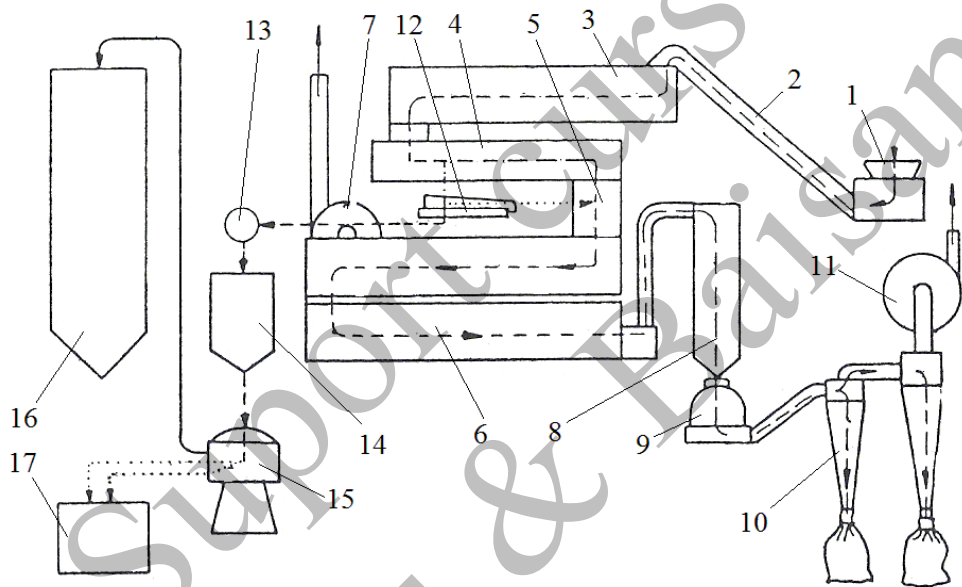


Fig. 7.21. Schema liniei tehnologice de fabricare a făinii de pește

VIII. MAȘINI ȘI INSTALAȚII PENTRU PRELUCRAREA OUĂLOR ȘI A PRODUSELOR APICOLE

Ouăle sunt prelucrate în vederea păstrării lor pe perioade îndelungate ca atare sau sub formă de produse congelate și uscate.

În stare proaspătă, ouăle se supun operației de refrigerare, fiind răcite la 0-2 [°C] în camere de refrigerare cu aer răcit la umiditate de 85-90 % și recirculat în proporție de 6-8 volume pe oră. Se pot refrigera doar ouăle proaspete, curate și cu coaja integră, puse în ambalaje noi curate și lipsite de mirosuri străine.

În stare congelată, ouăle se pot păstra sub formă de melanj pentru întreg conținutul oului, albuș sau gălbenuș, după spargerea și îndepărtarea cojii. În figura 8.1. este prezentată schema liniei tehnologice pentru prelucrarea ouălor sub formă de melanj congelat și praf de ouă.

Conservarea prin deshidratare a ouălor presupune uscarea sub formă de praf a melanjului de ouă, respectiv a albușului și a gălbenușului, folosind instalații de uscare prin atomizare.

Înainte de prelucrare, ouăle se spală cu ajutorul mașinilor de spălat cu perii, cu apă la 40 [°C], după care sunt răcite cu apă rece. Dacă ouăle sunt murdare, în apele de spălare se introduc substanțe cu rol de dezinfectant.

Spargerea ouălor se realizează pe mașini speciale, capabile să separe albușul de gălbenuș. Cojile rezultate sunt evacuate pneumatic și trecute la o centrifugă, unde are loc separarea albușului aderent, în final fiind măcinate și folosite în diverse scopuri, datorită conținutului mare în calciu.

Melanjul de ou este filtrat și răcit la 4 [°C] într-un răcitor cu plăci, după care este stocat în rezervoare la temperatură constantă și omogenizat cu ajutorul unui agitator mecanic. Albușul lichid este supus suplimentar la o fermentare cu enzime speciale care, prin modificarea pH-ului contribuie la distrugerea microorganismelor.

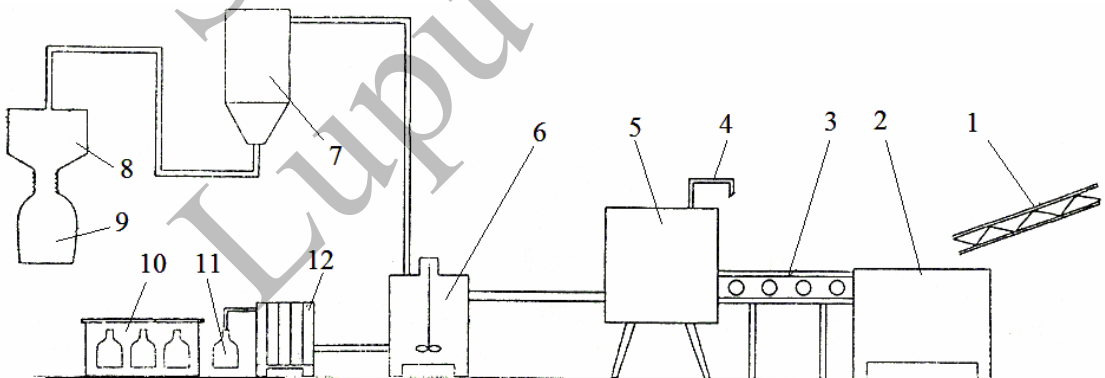


Fig. 8.1. Schema liniei tehnologice pentru prepararea melanjului și a prafului de ouă: 1- transportor alimentare cu ouă; 2- mașină de spălat și dezinfectat ouă; 3- transportor ouă spălate; 4- dispozitiv de spargere ouă; 5- mașină de separat coajă, albuș și gălbenuș; 6- omogenizator; 7- uscător prin pulverizare; 8- ciclone; 9- buncăr colectare praf; 10- cameră de colare; 11- ambalare melanj; 12- pasteurizator

Albușul lichid, gălbenușul și melanjul de ou se supun unui tratament termic de pasteurizare timp de 15 minute la temperatura de 65 [°C], în pasteurizatoare cu plăci. Produsul pasteurizat este depozitat în vederea uscării sau congelării.

Congelarea se face în camere sau tunele de congelare, cu produsul introdus în ambalaje speciale, regimul termic fiind dependent de instalația folosită și caracteristicile termofizice ale ambalajelor. Păstrarea în stare congelată se face în depozite cu controlul temperaturii, umidității și circulației aerului în spațiul de depozitare.

Uscarea melanjului de ou, a albușului și a gălbenușului se face în instalații de uscare prin atomizare, la care temperatura din turnul de uscare este de 180-185 [°C] pentru melanj și gălbenuș, respectiv de 150-155 [°C] pentru albuș. Praful rezultat în urma uscării este colectat și ambalat în saci din materiale plastice, deoarece produsele sunt higroscopice.

Pentru păstrarea ouălor întregi pe durate de timp mai mari se pot utiliza și alte metode de conservare:

- conservarea cu apă de var și clorură de sodiu: ouăle sunt așezate în bazine cu o soluție de 5-10 % var și 6 % clorură de sodiu, timpul de păstrare ajungând la 4-5 luni;
- conservarea cu silicat de sodiu sau potasiu: ouăle sunt așezate în bazine cu o soluție de 4-10 % silicat de sodiu sau potasiu, timpul de păstrare ajungând la 8-10 luni.

Ca urmare a conținutului ridicat în calciu, magneziu și fosfor, cojile de ouă sunt utilizate ca materie primă în industria farmaceutică sau în rețete de furajare a animalelor și păsărilor.

Ouăle necomestibile pot fi valorificate imediat în hrana păsărilor și a masculilor reproducători din diferite specii, iar dacă există o cantitate mare atunci se prelucrează sub formă de făinuri furajere.

Mierea de albine constituie un aliment valoros, având și calități terapeutice prin conținutul bogat în vitamine, enzime și microelemente cu rol de biostimulator. Extracția mierii din faguri și condiționarea ei sunt principalele activități ce privesc prelucrarea industrială a acesteia.

Extracția mierii din faguri presupune spargerea alveolelor în care se găsește mierea, operație numită descăpăcire (sau căpăcire) și scoaterea ei din alveole prin centrifugare.

Descăpăcirea presupune desprinderea sau spargerea capacului de ceară cu care albinele acoperă alveolele cu miere, operație ce se poate realiza manual (cu cuțite speciale, cu furculițe speciale, cu cilindri cu dinți, perforatoare manuale), pe mașini semiautomate sau automate.

În figura 8.2. este prezentată o mașină semiautomată de descăpăcit.

Fagurele este pus într-un suport special și trecut manual printre cei doi tamburi, prevăzuți cu perii ce sparg capacele de ceară. Fragmentele de ceară și o parte din mierea care se scurge ajung într-un vas colector și de aici sunt trimise la o presă cu melc, unde are loc separarea mierii de ceară și alte fracții solide ce se desprind de pe ramele fagurelui.

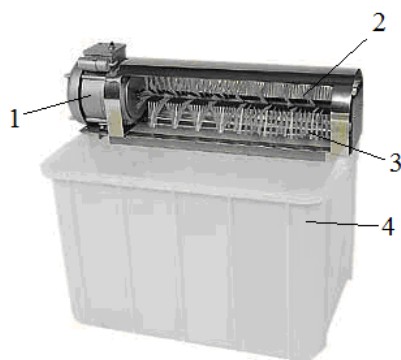


Fig. 8.2. Mașină semiautomată de descăpăcit: 1- mecanism antrenare; 2- tambur rotativ cu perie superior; 3- tambur rotativ cu perie inferior; 4- vas colectare miere

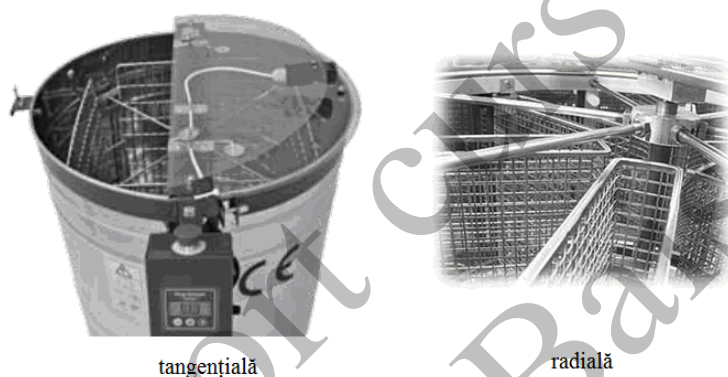


Fig. 8.3. Centrifuge verticale cu funcționare discontinuă

După descăpăcire, fagurii sunt introduși în mașini de separare prin centrifugare care, din punct de vedere constructiv sunt verticale și orizontale, reversibile sau nereversibile. Centrifugele verticale se folosesc la extracția mierii de albine atunci când producția este mică și mijlocie, în timp ce centrifugele orizontale se folosesc la liniile de extracție de mare capacitate.

Centrifugele verticale (figura 8.3.) au două moduri de așezare a fagurilor: tangențială (când fagurii sunt așezați după o curbă tangentă imaginară, cu fața la carcasa centrifugei) sau radială (fagurii sunt așezați radial față de axul centrifugei). În primul caz, fagurii se introduc în centrifugă și se pune în mișcare de rotație, fiind extrasă mierea din alveolele de pe partea cu fața la carcasă, după care se oprește centrifuga și se întorc fagurii pentru a fi extrasă mierea și de pe cealaltă față. Aceste centrifuge se rotesc într-un singur sens și sunt folosite pentru extragerea mierii în gospodăriile individuale, cu număr mic de familii de albine.

Centrifugele cu așezare radială a fagurilor sunt reversibile, putându-se roti în ambele sensuri. Astfel, după introducerea fagurilor descăpăciți, se pune în mișcare centrifuga într-un sens de rotație și se extrage mierea de pe o parte a fagurelui. Prin rotirea în sens opus se extrage mierea de pe cealaltă față a fagurelui.

Centrifugele orizontale sunt cu așezare radială a fagurilor și reversibile, încărcarea lor fiind manuală sau automată, regăsindu-se cu precădere în liniile industriale de extracție a mierii de albine.

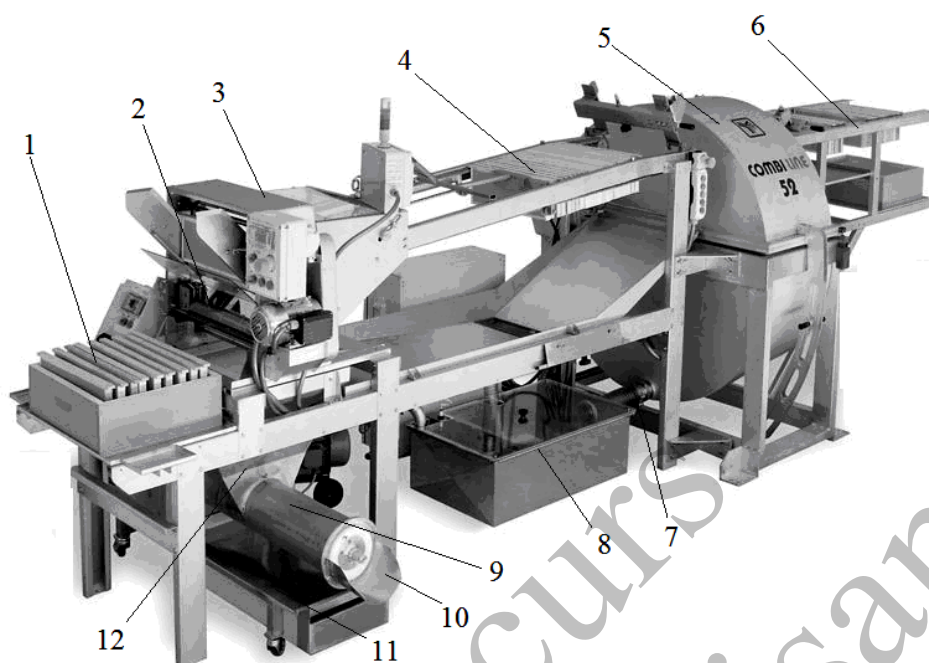


Fig. 8.4. Linie tehnologică de extracție a mierii de albine

În figura 8.4. este prezentată o linie tehnologică de extracție a mierii de albine de mare capacitate. Fagurii cu miere *1* sunt așezați în cutii speciale și preluați de către un dispozitiv *2*, care îi trimite la mașina de descăpăcit *3*. Fragmentele de ceară și mierea care se scurge ajunge în cuva de alimentare *12* a preseii cu melc *9*. Mierea ce trece prin orificiile sitei este colectată în cuva *11*, în timp ce partea solidă este evacuată prin pâlnia *10* și trimisă la prelucrare în vederea recuperării cerii. Fagurii descăpăciți sunt așezați pe un sistem de transport *4* ce are la capăt un dispozitiv de preluare a fagurilor, către centrifuga *5*, traseu sub care se găsește un colector de miere. Centrifuga orizontală este reversibilă și cu încărcare automată. Pentru aceasta, capacul superior este rabatabil, deschizându-se în fazele de încărcare și descărcare. Dispozitivul de preluare ia fagurele din zona de transport și îl așează în ramele radiale ale centrifugei, după care se închide capacul și se pornește centrifuga. Descărcarea centrifugei se face după ridicarea capacului, cu ajutorul unui dispozitiv de prindere similar plasat pe zona de evacuare a fagurilor *6*. Mierea de albine extrasă din fagure se evacuează prin conducta *7* și împreună cu cea scursă și de la presare ajung în vasul colector *8*, de unde este filtrată și pompată la condiționare.

Condiționarea mierii constă în separarea impurităților din mierea extrasă prin strecurare sau filtrare, maturare, cristalizare controlată și lichefiere.

Strecurarea mierii se face cu ajutorul unor site din plasă de oțel inoxidabil, cu orificii capabile să rețină toate fracțiile solide. Pentru separarea impurităților se mai pot folosi și tancuri decantare cu pereți dubli și filtre detașabile, pentru îmbunătățirea vitezei de decantare (scăderii vâscozității) mierea fiind încălzită.

Filtrarea mierii se face în aparate cu funcționare continuă, cu încălzirea mierii, ca elemente filtrante fiind folosite site din inox sau din naylon.

Maturarea mierii constă în păstrarea ei în vase o perioadă de timp, în vederea limpezirii, decantării și eliminării excedentului de umiditate. Din punct de vedere al construcției, maturatoarele pot fi pasive și active.

Maturatoarele pasive sunt vase de diferite capacități, unde mierea este depozitată și menținută la temperaturi de 30-40 [°C] și umiditate de până la 30-35 %. În acest timp are loc limpezirea prin sedimentare și eliminarea umidității, durata de limpezire în maturatoare fiind dependentă de vâscozitatea mierii, temperatura mierii și forma vasului.

Maturatoarele active sunt aparate în care mierea este depozitată într-un vas numit deshidrator. Acesta este legat la o rețea de depresiune și prin încălzirea mierii (vasul este prevăzut cu manta dublă pentru încălzirea cu abur), se realizează o diminuare considerabilă a umidității într-un timp relativ scurt.

Lichefierea este o operație de condiționare și se aplică mierii cristalizate parțial sau total, în vederea cupajării sau pentru a putea fi dozată în ambalaje, respectiv pentru obținerea unui produs cu cristale mici și uniforme, cu aspect cremos. Lichefierea este un proces ce trebuie bine controlat, executat necorespunzător duce la degradarea mierii și transformarea ei într-o soluție de zahăr. Operația se poate realiza în incinte încălzite, cu mierea adusă temperatura de 40 [°C], prin încălzirea vaselor sau prin încălzirea mierii în vas cu ajutorul unor rezistențe electrice.

Pentru mărirea conservabilității mierea se poate pasteuriza în borcane la care temperatura maximă în centrul termic nu depășește 55 [°C]. Astfel, după umplerea borcanelor acestea sunt încălzite, fără capace, la temperatura de pasteurizare, se mențin un timp necesar distrugerii microorganismelor de la suprafața mierii, după care se pun capacele și se răcesc.

BIBLIOGRAFIE

1. Abdelkrim Azzouz, 2000, Tehnologie și utilaj în industria laptelui. Casa Editorială Demiurg Iași.
2. Al-Baali, A.G., Farid, M.M., 2006, Sterilization of Food in Retort Pouches. New York, Springer Science & Business Media, LLC.
3. Alexe, P., 1996, Tehnologia cărnii. Abatorizare. Lito. Universitatea “Dunărea de jos” din Galați.
4. Alfa Laval, *Hygienic Double Wall Plates Increase Production Safety*, www.alfalaval.com.
5. Amarfi R., și col., 1996, Procesarea minimă atermică și termică în industria alimentară. Editura Alma Galați.
6. Banu C. și col., 2009, Tratat de industrie alimentară. Editura ASAB București.
7. Banu C., 1980, Tehnologia produselor din carne. Editura Didactică și Pedagogică București.
8. Banu C. și col., 2003, Procesarea industrială a cărnii. Editura Tehnică București.
9. Banu C. și col., 1992, Progrese tehnice, tehnologice și științifice în industria alimentară, vol I. Editura Tehnică București.
10. Banu C. și col., 1993, Progrese tehnice, tehnologice și științifice în industria alimentară, vol II. Editura Tehnică București.
11. Banu C. și col., 1990, Exploatarea, întreținerea și repararea utilajelor din industria cărnii. Editura Tehnică București.
12. Banu C. și col., 2002, Manualul inginerului de industrie alimentară, vol I și II. Editura Tehnică București.
13. Banu C., Vizireanu C., 1998, Procesarea industrială a laptelui. Editura Tehnică București.
14. Băisan I., Panaite C.E., 2013, Tehnologii generale în industria alimentară. Editura PIM Iași.
15. Băisan I., Panaite C.E., 2015, Conservarea produselor agroalimentare. Editura PIM Iași.
16. Băisan I., Dumitrașcu A., 2017, Materii prime și materiale pentru industria alimentară. Editura Politehnicum Iași.
17. Băisan I., 2004, Operații și procese în industria alimentară. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași.
18. Belleflame, Ch., Sindic, M., Deroanne, C., Transformation de produits laitiers á la ferme, Bruxelles.
19. Brennan J.G., 2006, Food Processing Handbook. Wiley-VCH Publisher.
20. Cesar L., 2008, Tecnologia de Produtos de Origem Animal. UFES – Universidade Federal Espirito Santo.
21. Chintescu G., Grigore St., 1982, Îndrumător pentru tehnologia produselor lactate. Editura Tehnică București.
22. Costin, G.M., 2005, Produse lactate fermentate, Ed. Academica Galați.

23. Csatlós C., 2002, Mașini și instalații pentru prelucrarea produselor de origine animală. Vol I, Editura Universității Transilvania Brașov.
24. Costin M.Gh., Lungulescu G., 1985, Valorificarea subproduselor din industria laptelui. Editura Tehnică București.
25. Georgescu Gh. și col., 2000, Tratat de producerea, procesarea și valorificarea cărnii, Ed. Ceres, București.
26. Holdsworth S.D., Simpson R., 2015, Thermal Processing of Packaged Foods. Springer International Publishing Switzerland.
27. Hydrolock, 2015, ACB Hydrolock. Le Bignon, France. Retrieved from: <http://www.hydrolock-sterilizers.com/our-solutions/for-tin-cans-and-hdpe-andpp-bowls/>.
28. Ioanca L., Kathrein I., 1989, Condiționarea și valorificarea superioară a materiilor prime animale în scopuri alimentare – tehnologii și instalații. Editura Ceres București.
29. Ionescu A., 1995, Tehnici și procedee de conservare a peștelui. Editura Hypatya Galați.
30. Macovei V., 2001, Calcule de operații și utilaje pentru procesarea termică și biochimică în biotehnologii. Editura Alma Galați.
31. Macovei V., 2000, Culegere de caracteristici termofizice pentru biotehnologie și industria alimentară. Editura Alma Galați.
32. Nedeff V., Moșneguțu E., Băisan I., 2001, Echipamente de proces în industria alimentară. Editura TEHNICA-INFO Chișinău.
33. Niculiță P., Purice N., 1986, Tehnologii frigorifice în valorificarea produselor alimentare de origine animală. Editura Ceres București.
34. Oțel I., 1979, Tehnologia produselor din carne. Editura Tehnică București.
35. Pavel O., ș.a., 1980, Utilajul și tehnologia prelucrării cărnii și laptelui. Editura Didactică și Pedagogică, București.
36. Písecký, J.: Handbook of Milk Powder Manufacture. Niro A/S Copenhagen, Denmark, 1997.
37. Pleșa A., ș.a., 2008, Utilaje termice. Schimbătoare de căldură cu plăci, vol. I. Editura MEDIAMIRA Cluj-Napoca.
38. Sălăgean, D., Țibulcă, D., 2004, Tehnologia de fabricație a preparatelor din carne – Îndrumător de lucrări practice, Editura Bedin, Bistrița.
39. Sălăgean, D., Țibulcă, D., 2009, Tehnologia produselor din carne, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
40. Sălăgean, D., Țibulcă, D., 2010, Tehnologia cărnii și a produselor din carne – Îndrumător de lucrări practice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
41. Sârbulescu V. și col., 1983, Tehnologia și valorificarea produselor animaliere, Ed. Didactică și Pedagogică București.
42. Scorțescu G. și col., 1967, Tehnologia laptelui și a produselor lactate. Editura Tehnică București.
43. Simpson R., 2009, Engineering Aspects of Thermal Food Processing. CRC Press Publisher, Florida.
44. SONDEX, *Plate type heat exchangers*, www.sondex.dk

45. SWEP – *GX Plate heat exchangers*, Reg. No. Fbla-121, phe@swep.se
46. Ștefănescu I., 2003, Utilaje pentru prelucrarea primară a materiilor prime din industria alimentară. Editura TEHNICA-INFO Chișinău.
47. Toledo R.T., 2010, *Fundamentals of Food Processing*. Springer Verlag, Berlin.
48. Țibulcă, D. și Sălăgean, D., 2000, *Tehnologia cărnii și a produselor din carne*, vol I, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
49. Vidu L. și col., 2006, *Tehnologii de producere a laptelui*, Ed. Printech, București.
50. Vidu L., 2006, *Filiera cărnii*. Editura PRINTECH Bucureți.
51. VIEX, *Viexbloc Applications Series*, 2005, www.viex.com
52. Westergaard, V.: *Milk Powder Technology*. Niro A/S, Copenhagen, Denmark, 2004
53. *** *Dairy processing handbook*, Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Ed. Gösta Bylund 2003, Sweden.
54. *** *Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products*, CAC /RCP 57-2004.
55. *** *Ghid de bune practici de igienă și de producție în industria laptelui și a produselor lactate* – Ed.AFIR, București, 2007.
56. <https://www.academia.edu/>.
57. <https://www.apftrade.ro>.
58. <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com>.