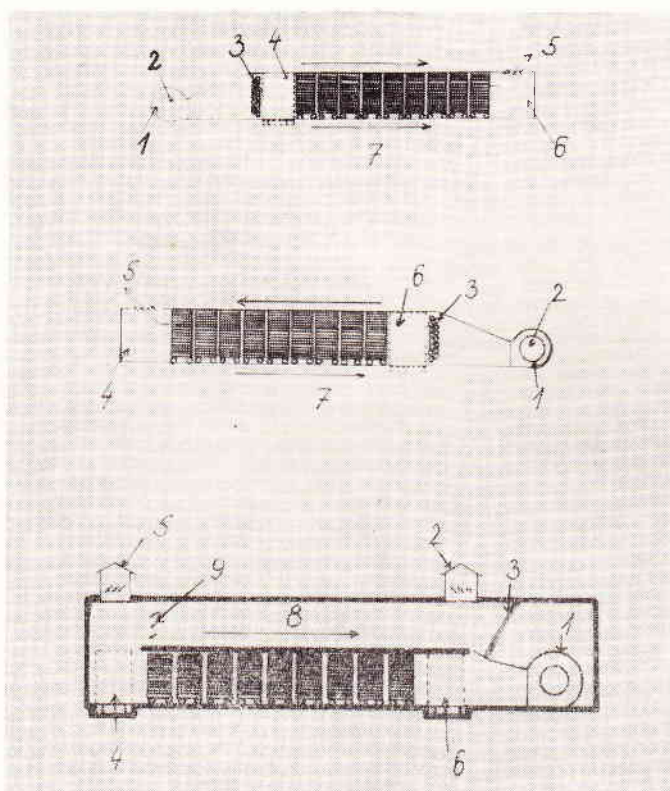


Prednosti sušenia húb v prefukovanej vrstve

A. ŠEPITKA

Po druhej svetovej vojne sa spotreba húb, najmä umele pestovaných, značne zvýšila. Tak napr. v USA za posledných 10 rokov sa spotreba umele pestovaných húb zvýšila 8-násobne, z čoho až 65 % sa spracúva konzervovaním v slanom náleve (*Agaricus campestris* a *Agaricus bisporus*).



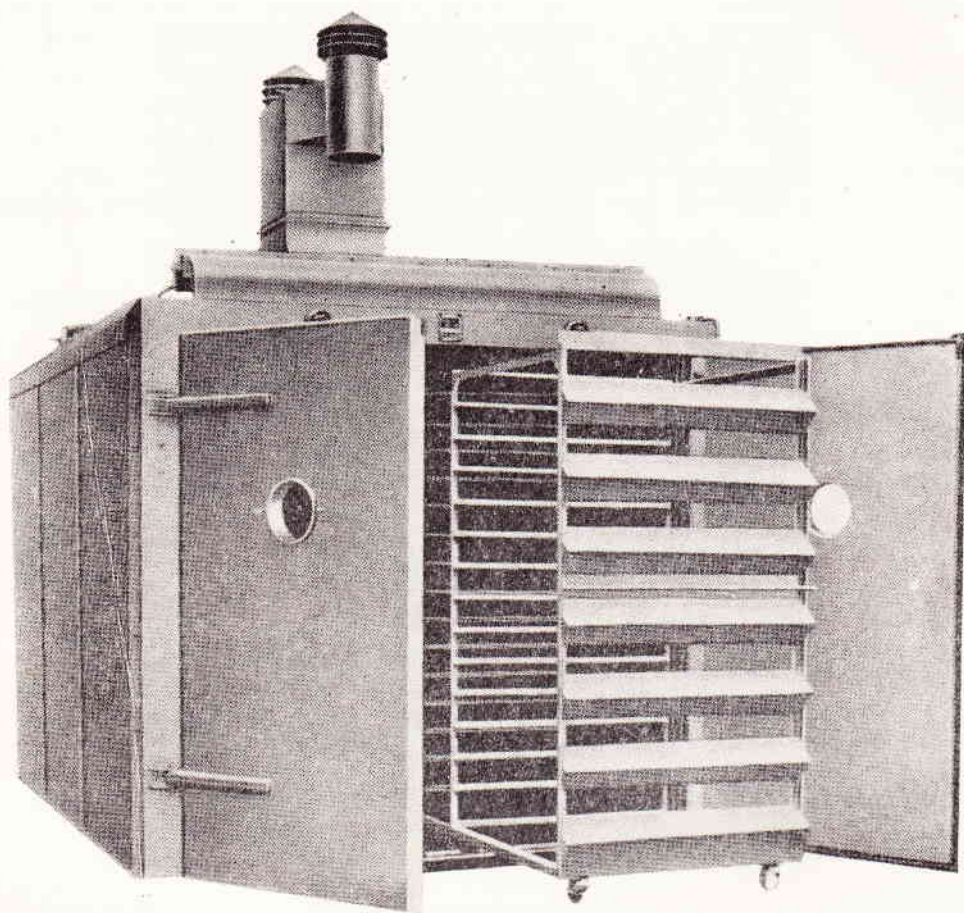
Obr. 1. Schémy tunelových sušiarňí;

a — so súprúdnyim tokom vzduchu; b — s protiprúdnyim tokom vzduchu; c — s možnosťou recirkulácie vzduchu. 1 — ventilátor; 2 — vstup čerstvého vzduchu; 3 — kalorifer; 4 — vstup vlhkého materiálu; 7 — smer pohybu vozíkov; 8 — recirkulujúci vzduch.

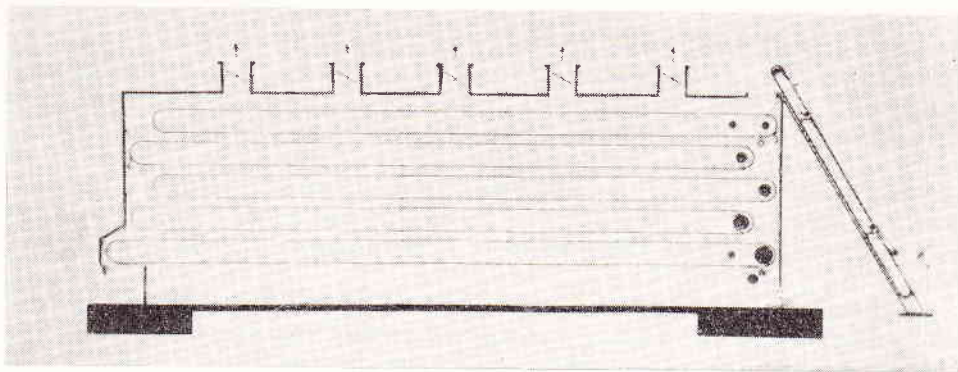
Istú značnú časť sušia sublimačným sušením a teplovzdušným sušením a ich úpravou robia prípravky na rôzne určenia, ako napr. zmes do omáčok, polievok, rizot, na špagety a pod. Tba nepatrné množstvo húb sa suší sublimačným spôsobom (0,3 %) (1).

Na sušenie húb sa v Európe používajú rôzne typy sušiarňí, najmä tunelové (obr. 1), komorové (obr. 2) a viacpásové (obr. 3). Čas sušenia na týchto sušiarňach je značne dlhý (6 až 10 hod.), čo neprispieva kvalite získaného sušeného produktu. Niektorí autori odporúčajú na sušenie húb ničím nepodložený sled teplôt, ako sme zvyknutí pri sušení zeleniny a ovocia. Odporúčajú počiatočnú sušiacu teplotu 60 °C a konečnú okolo 75 °C (1).

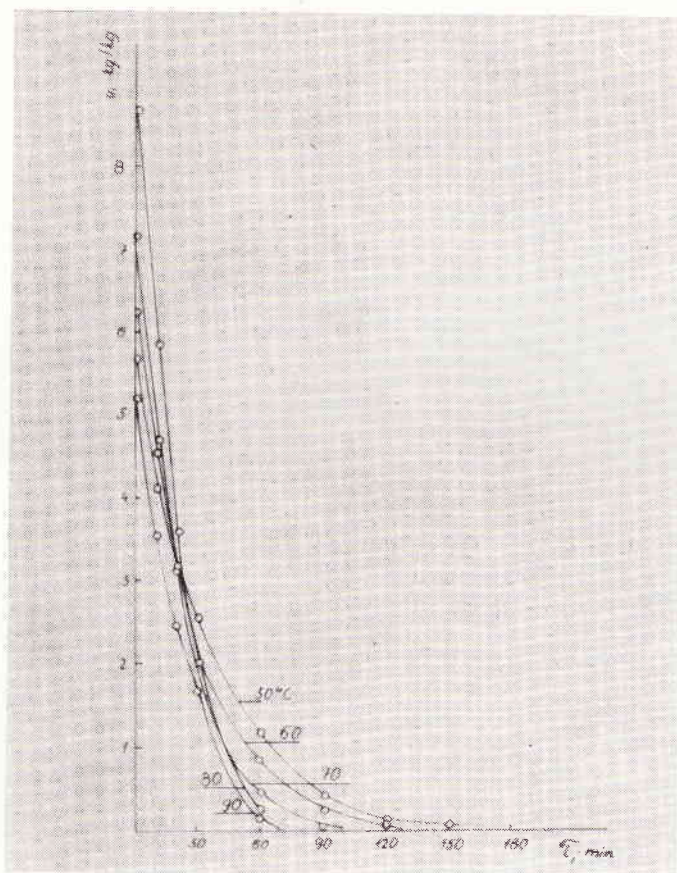
Po oboznámení sa s praktickými problémami sušenia húb, ich kvalitou a ťažkosťami, s ktorými zápasia v praxi, vykonali sme pokusy za účelom štúdia vplyvu termodynamických podmienok sušenia na kvalitu vysušených húb a na priebeh sušenia, vyjadrený krivkami sušenia. Ako materiál sme použili suchohrúb-modrák,



Obr. 2. Komorová sušiareň Las-3 (poľskej výroby)



Obr. 3. Prierez 5-pásovou sušiarňou



Obr. 4. Krivky sušenia húb (suchohrúb-modrák) pri teplote 50, 60, 70, 80 a 90 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s.

ktorý sme po nakrájaní na plátky sušili pri konštantnej rýchlosti vzduchu 3,5 m/s, pri teplotách 50, 60, 70, 80 a 90 °C. Celú škálu teplôt sme preskúšali aj preto, že v praxi je rozšírený názor, že huby sa nedajú s dobrým výsledkom sušiť pri vyšších teplotách.

Výsledky týchto pokusov uvádzame na obr. 4 a analytické rozborý a hodnotenie podľa 100-bodového systému v tabuľke 1 a 2. Pri vyšších teplotách sušenia (70 až 90 °C) možno huby vysušiť na potrebnú sušinu za 1 až 1,5 hod.; pri teplotách 50 až 60 °C za 2 až 2,5 hodiny, najmä pri správnom usporiadaní podmienok sušenia. V praxi toto sušenie trvá, ako sme už uviedli, 6 až 10 hodín.

Ako ukázali naše pokusy, správnym voľením teplôt a prúdenia vzduchu možno tento čas podstatne skrátiť bez toho, aby sa zhoršila kvalita vysušených húb. Naopak, rýchlejšim vysušením sa zamedzí nežiadúcim zmenám, ktoré vedú k znehodnoteniu prílišným tmavnutím húb v dôsledku enzymatických a chemických reakcií v prítomnosti vlhkosti, vzdušného kyslíka a zvýšenej teploty.

Hodnotenie podľa 100-bodového systému potvrdzuje správnosť cesty intenzifikácie sušenia húb. Tieto pokusy sme vykonali teplovzdušným sušením húb v tunelovej sušiarňi. Hrúbka vrstvy húb bola maximálne 2 cm.

Sušenie v prefukovanej vrstve

Na základe predehádzajúcich zistení, že intenzifikácia má priaznivý vplyv na ich kvalitu, študovali sme sušenie húb v prefukovanej vrstve (fluidne).

Tabuľka 1.

Analytické rozborý sušených húb (suchohrúb-modrák) pri teplote 50, 60, 70, 80 a 90 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s.

Teplota sušenia [°C]	Čerstvé huby	50	60	70	80	90
Vlhkosť [%]	84,7	4,2	1,7	0,3	1,8	1,8
Sušina [%]	15,3	95,8	98,3	99,7	98,2	98,2
Perforácia	0	0	0	0	0	0

Z doterajších našich poznatkov pri štúdiu vplyvu termodynamických a vnútorných podmienok sušenia na kvalitu produktu môžeme urobiť uzáver, že sušenie v prefukovanej vrstve sa javí najperspektívnejším pre sušenie koloidných kapilárne poréznych látok, teda aj húb. Vysoká intenzita procesu, jeho krátke trvanie, rovnomerné chranie každej častice sú predpokladom k tomu, aby sa získal vysoko-hodnotný produkt. Sušením v prefukovanej vrstve sa výskumnne zaoberáme na našom ústave.

Princíp sušenia v prefukovanej vrstve a jeho problematiku sme rozobrali v práci (2).

Vzduch pri sušení prechádzajúci cez prefukovanú vrstvu plní 3 úlohy: zabezpečuje prívod tepla, odvádza vlhkosť zo sušeného materiálu a premiešava ho.

Tabuľka 2.

Suchohrib-modrák sušený pri teplote 50, 60, 70, 80 a 90 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s.
Hodnotenie podľa 100-bodového systému.

Teplota sušenia [°C]		50	60	70	80	90	max. počet bodov
Zmyslové znaky akosti	vzhľad	15	15	15	15	15	15
	farba dužiny	20	20	20	20	20	20
	veľkosť plátkov	7	7	7	7	7	10
	chuť a vôňa	15	15	15	15	15	15
	počet bodov	57	57	57	57	57	60
Analytické znaky akosti	vlhkosť	20	20	20	20	20	20
	perforácia	20	20	20	20	20	20
	počet bodov	40	40	40	40	40	40
Celkový počet bodov		97	97	97	97	97	100

Zariadenia na sušenie vo fluidnej vrstve, či už o konštantnom priemere alebo rozširujúce sa v smere vertikálnom, vďaka jednoduchosti konštrukcie našli široké použitie v priemysle a čím ďalej, tým viac sa presadzujú do potravinárskeho priemyslu a poľnohospodárstva.

Nedostatkami fluidnej vrstvy v takýchto zariadeniach sú:

1. Nemožnosť zvýšenia rýchlosti vzduchu nad hodnotu hornej hranice fluidizácie;
2. Obťažnejšie sa sušia polydisperzné materiály, čo si žiada určitú rovnomernosť krájania vhodnej veľkosti.

Uvedené nedostatky čiastočne kompenzuje možnosť zvýšenia výkonu týchto zariadení. Do istej miery spomínané nedostatky možno odstrániť použitím zariadenia, ktoré sa rozširuje po výške prierezu a takto sa potom môže pracovať aj v oblasti prúdenia častíc.

Najrozšírenejšie sú komorové sušiarne, v ktorých fluidná vrstva sa vytvára na pevnom, vzduch rozdeľujúcom site. Jednokomorové sušiarne sú veľmi jednoduché, no vo väčšine prípadov sa na sušenie potravín nehodia, lebo materiál sa suší a ohrieva nerovnomerne. Mnohokomorové sušiarne umožňujú získať vysušený produkt vysokej kvality. Sušiarne s postupným pohybom materiálu sú rozdelené na sekcie, umiestnené nad sebou alebo vedľa seba. Vo všetkých prípadoch materiál prechádza cez všetky sekcie a sušiaci vzduch sa privádza do každej sekcie zvlášť.

Najlepšie výsledky čo do rovnomernosti sušenia možno získať v sušiarňach s núteným premiestňovaním sušeného materiálu po rozdeľovacom site (miešadlom, vibráciou).

Podľa našich poznatkov zo štúdia vplyvu termodynamických a vnútorných podmienok na priebeh sušenia môžeme súdiť, že sušenie s prefukovanou vrstvou prebieha prakticky medzi týmito dvoma krajnými stavmi:

1. Sušenie v podstate prebieha iba v periode konštantnej rýchlosti, pričom teplota sušeného produktu je konštantná a rovná sa teplote vlhkého teplomeru. V tomto prípade proces sušenia a jeho rýchlosť určuje množstvo privádzaného tepla a rýchlosť jeho prívodu. Ako ukázali naše pokusy, vhodnou úpravou vnútorných podmienok sušenia (napr. rozmermi krájania), možno dosiahnuť tento stav, i keď v niektorých prípadoch to bude iba určitá časť celkovej dĺžky sušenia.

2. Druhým krajným prípadom je sušenie produktu, ktorý kladie značný termický odpor vnútornej difúzii vlhkosti z vnútorných častí produktu na povrch (sušenie veľkých kusov). V tomto prípade rýchlosť sušenia prakticky závisí iba od teploty a vlhkosti materiálu a takmer nezávisí od rýchlosti prúdenia a zmeny vlhkosti vzduchu.

Doterajšie výsledky mnohých autorov sú protichodné, čo sa týka vplyvu rôznych premenných na koeficient výmeny tepla v prefukovanej vrstve, či už ide o vplyv hrúbky vrstvy, rýchlosti vzduchu, usporiadanie sita, počiatočnej vlhkosti materiálu a pod. Preto sa pri riešení praktických úloh nezaobídeme bez vlastnej experimentálnej práce na konkrétnom uvažovanom materiáli, ktorý chceme v predpokladanom type sušiarne s prefukovanou vrstvou sušiť.

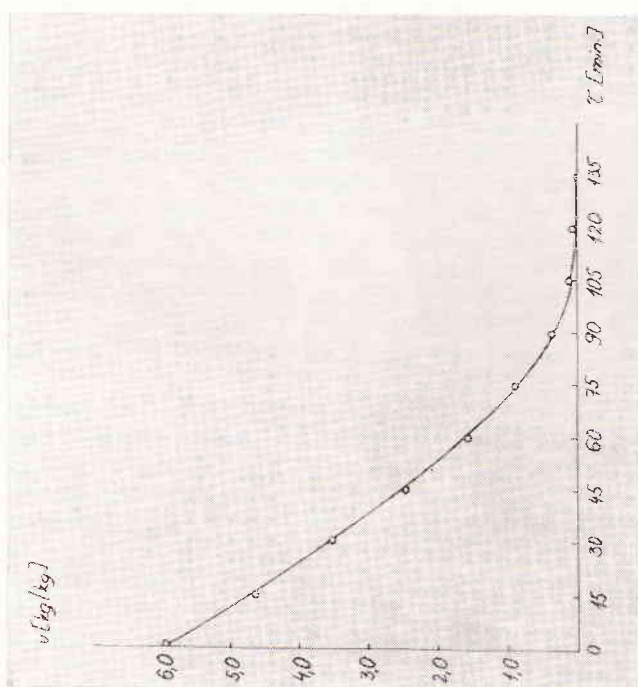
V záujme získania vlastných poznatkov pre praktické riešenie sušenia húb v prefukovanej vrstve študovali sme tento spôsob sušenia na laboratórnej fluidnej sušiarňi.

Ako materiál sme použili suchohrúb-modrák. Krivka sušenia v prefukovanej vrstve pri režime sušenia: teplota 70 °C, rýchlosť vzduchu 5 m/s., vsádzka 22 kg/m² je uvedená na obr. 5. Aj v tomto prípade pri hrúbke vrstvy húb cca 6 cm možno huby vysušiť za 1,5 až 2 hodiny. Pritom kvalita vysušených húb sa takmer vyrovná kvalite húb sušených sublimačným spôsobom. Predpokladáme, že tak ako pri sušení ovocia a zeleniny možno vsádzku bez podstatného ovplyvnenia času sušenia a kvality vysušených húb zvýšiť najmenej na hodnotu 50 kg/m².

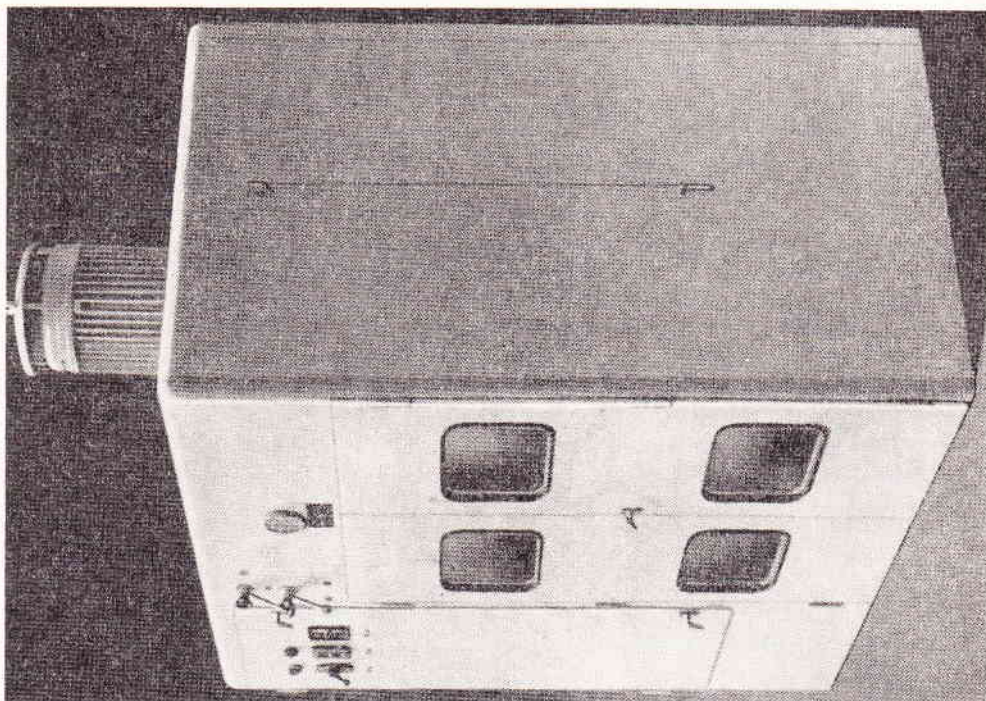
Zo sušiarňi na sušenie húb v prefukovanej vrstve u nás vyrábaných hodí sa sušiareň FS-60 (obr. 6), ktorú vyrába Vzduchotechnika, n. p., Nové Mesto nad Váhom a ktorá po malom prispôbení môže sušiť za 1 hodinu 20 kg čerstvých húb. Pre väčšie kapacity sušenia húb a iných potravinárskych produktov (zeleniny, ovocia, semien, osív, liečivých rastlín a pod.) pracujeme na stavebnicovej univerzálnej sušiarňi v prefukovanej vrstve, v ktorej bude možné blanširovať aj siriť produkt pred sušením.

Na porovnanie niekoľko údajov: Poľská skriňová sušiareň Las-3, ktorá má rozmery 2,6×4×2,8 m a cca 100 m² sušiacej plochy, vysuší 1,7 kg/h sušených húb pri dobe sušenia 6 až 10 hodín, t. j. za sušiaci cyklus, 10—17 kg sušených húb. Univerzálna sušiareň, ktorú projektujeme, by na rovnakej zastavanej ploche usušila 20 kg/h sušených húb. Cyklus sušenia počítame 2 hodiny, t. j. za sušiaci cyklus sa vyrobí 40 kg sušených húb.

Záverom toľko: všetky požiadavky na riešenie progresívnych spôsobov sušenia húb, ako aj iných potravinárskych produktov, môžete zadať na Výskumný ústav potravinársky — SPA, ktorý má úzku spoluprácu s výrobcom sušiarňi Vzduchotechnika, n. p., v Novom Meste nad Váhom.



Obr. 5. Krivka sušenia húb (suchotrib-modník) v pretekovanej vrstve. Režim sušenia: $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$; $v = 5\text{ m/s}$; vzdĺžka 22 kg/m^2



Obr. 6. Fluidná sušiareň FS-60 (Vzduchotechnika, n. p., Nové Mesto n/V.)

Súhrn

Študovali sme vplyv termodynamických podmienok sušenia húb (suchohrúb-modrák) na ich kvalitu. Ako teploty sme preskúšali 50, 60, 70, 80 a 90 °C pri rýchlosti vzduchu 3,5 m/s. Pri vyšších teplotách (70 až 90 °C) možno huby vysušiť za 1 až 1,5 hodiny; pri nižších teplotách (50 až 60 °C) za 2 až 2,5 hodiny. Zvýšenie rýchlosti sušenia, ako sa ukázalo, má priaznivý vplyv na kvalitu vysušených húb. Pri sušení húb v prefukovanej vrstve pri teplote 70 °C a rýchlosti vzduchu okolo 5 m/s možno na 1 m² ploche vysušiť za 2 hodiny okolo 25 kg čerstvých húb. Pritom kvalita vysušených húb je výborná.

Literatúra

1. Feinberg B., Food Technol., 1966, č. 9, s. 60—8.
2. Šepitka A., Bulletin VÚP-SPA IX/4 — 1970, s. 29.

Преимущества сушки грибов в продуваемом слое

Резюме

В настоящей работе изучается влияние термодинамических условий сушки грибов на их качество. Эксперименты проводились при температуре 50, 60, 70, 80 и 90 °C и скорости протекания воздуха 3,5 м/сек. При более высоких температурах (70—90 °C) можно грибы высушить в течение 1—1,5 часа; при более низких температурах (50—60 °C) в течение 2—2,5 ч. Эксперименты показали, что повышение скорости сушки положительно влияет на качество сухих грибов. При сушке грибов в продуваемом слое с температурой 70 °C и скоростью воздуха 5 м/сек можно на площади 1 м² высушить в течение 2 часов около 25 кг свежих грибов. Качество сушеных грибов очень высоко.

Advantages of mushrooms dehydration in blowing-through layer

Summary

We have studied the influence of thermo-dynamic conditions of mushrooms dehydration (*Xerocomus badius*) on their quality. We have examined temperatures of 50, 60, 70, 80 and 90 °C, under the air velocity of 3,5 m/s. During higher temperature (70 to 90 °C) it was possible to dehydrate mushrooms in 1 to 1,5 hour. Under lower temperature (50 to 60 °C) in 2 to 2,5 hours. Increasing of drying out velocity proved to have a favourable influence on quality of dehydrated mushrooms. During dehydration of mushrooms in a blowing-through layer at temperature of 70 °C and air velocity of approx. 5 m/s it is possible on area of 1 m² to dehydrate in 2 hours approx. 25 kg of fresh mushrooms. The quality of dehydrated mushrooms is excellent.