عوامل موثر بر کیفیت نهایی قارچ دکمه‌ای خشک شده در ایران

• **زهرا عبادی**، کارشناس ارشد موسسه تحقیقات علوم دامی‌کشور،
• **ابراهیم محمدی گل تپه** ،عضو هیأت علمی‌دانشگاه تربیت مدرس،
• **علیرضا بصیری**، عضو هیأت علمی‌سازمان پژوهشهای علمی‌و صنعتی ایران

تاریخ دریافت : شهریور ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۲

چکیده

قارچ خوراکی یکی از فرآورده های کشاورزی است که دارای ارزش غذایی قابل توجهی بوده ولی قابلیت فسادپذیری آن نیز بالا می‌باشد در نتیجه زمان نگهداری آن بسیار محدود می‌گردد. در این تحقیق برای افزایش زمان ماندگاری قارچ خوراکی دکمه‌ای ***A. bisporus*** به روش هوای داغ با استفاده از تیمارهای شیمیایی و حرارتی (بلانچینگ) خشک گردید. محصول نهایی از نظر رنگ، درصد و نسبت جذب مجدد آب و میزان آلودگی میکروبی مورد ارزیابی و قیاس قرار گرفت. تاثیر عوامل و شرایط ذیل بر کیفیت محصول نهایی مورد ارزیابی قرار گرفت ؛ اعمال تیمارهای مختلف شیمیایی (هیپوکلریت کلسیم، اسیدسیتریک، متا بی سولفیت سدیم (M.B.S)، EDTA و استفاده توام M.B.S با هر یک از مواد فوق، انجام تیمار حرارتی (بلانچینگ آبی و بخاری)، تاثیر شرایط پرورش در کشت و صنعت، سویه های مختلف قارچ ***A. bisporus*** ، تعداد برداشت یا چین قارچ و زمان مناسب فرآیند (از هنگام برداشت قارچ تا قبل از فرآیند) . نتایج تجزیه آماری نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف و سطوح آنها معنی‌دار می‌باشد ($P < ۰/۰۰۰۱$). تیمار کلر در حد ppm ۵۰ بار میکروبی محصول را کاهش داده است. اسید سیتریک در تمام سطوح بررنگ محصول تاثیر مثبت و معنی‌دار نسبت به شاهد داشته و میزان آلودگی در ppm ۵۰۰ و ۶۰۰ کمتر از شاهد بود. متا بی سولفیت سدیم در مقدار ppm ۴۰۰ و ۵۰۰، رنگ را بهبود بخشیده در صورتی که EDTA بر رنگ تاثیری نداشته است و بهترین رنگ در مصرف توام آن با M.B.S بدست آمده و استفاده توام M.B.S با کلر در کاهش آلودگی محصول موثر بوده است ترکیب M.B.S با اسید سیتریک ایجاد رنگ زرد لیمویی نموده که با افزایش مقدار اسید بر میزان زردی افزوده گردیده است. عمل بلانچینگ باعث تیرگی رنگ محصول شده درصد و نسبت جذب مجدد آب و میزان پروتئین نمونه‌های بلانچ شده به طور محسوس کمتر از شاهد بوده است. عملیات بلانچینگ در کاهش بار میکروبی تاثیر قابل توجهی داشته است. نتایج بلانچینگ آبی و بخاری تقریباً مشابه به هم عمل کرده است. شرایط پرورش در کشت و صنعت های مختلف، تاثیر بسیار مهمی‌بر کیفیت نهایی قارچ خشک شده داشته است. سویه های مختلف قارچ ***A.bisporus*** ($A_{۵}$،۴۱۳، $X_{۱}$، $U_{۳}$، $U_{۱}$) در شرایط پرورش یکسان تا حدودی بر رنگ و بافت محصول تاثیر گذاشته ولی از نظر آلودگی میکروبی اختلاف معنی دار مشاهده نشده و بهترین رنگ قارچ خشک شده از برداشت ۲ - ۱ بوده که با افزایش تعداد برداشت به تیرگی رنگ محصول افزوده می‌شود.نتایج تحقیق نشان می‌دهد در صورتی که قارچ تازه بلافاصله پس از برداشت تبدیل گردد. از نظر ظاهر و رنگ کیفیت مناسبی نداشته است و بهترین رنگ با درصد و نسبت جذب مجدد آب از قارچی به دست آمده که پس از ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت بعد از برداشت تحت فرآیند قرار گرفته است.

کلمات کلیدی : قارچ خوراکی دکمه ای، خشک شده، کیفیت، ایران

Pajouhesh & Sazandegi No:63 pp: 12-20

Factors inFluencing the quality of dried button mushroom in Iran.

By: Z. Ebadi, Animal Sciences Research Institute of Iran. Karaj, Iran.
E. Mohammadi Goltapeh, Depertment of Plant Pathology, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran and Basire, A, Iranian Research Organization of Saience and Technology, Tehran, Iran.

Edible mushroom is one of the agricultural product which has high nutritional value but is extremely perishable and has a short shelf life period. This study was conducted to extend the shelf life of *A. bisporus* by hot air drying method, novel chemical and heat treatment (blanching). Colour change percentage and ratio of rehydration, protein content and microbial count were used as primary criteria for the evaluation of the quality of the dried mushroom slices under optimum condition. Below factors which change the quality of dried product were studied; Chemical treatments by H.Cl.Ca, citric acid, EDTA, metabisulphite (M.B.S.) and combination of M.B.S with other chemicals, Pre-treatment blanching with steam or boiling water, different strains of *A. bisporus*, number of break or flush, best time of drying (from harvest to processing time), differents condition of culture, determine shelf life of the products. Results indicated that different treatments and levels were affected significantly ($p<0.0001$). Chemical treatment with chlorine solution at 50 ppm reduced the microbial count. Citric acid slightly improved the colour and microbial load at 500 and 600 ppm in comparison with the control. Effect of metabisulphite with 400 and 500 ppm improved colour while EDTA had no change on colour of the dry product as compared to the control. On the other hand using M.B.S plus EDTA produced superior dehydrated product from the consumer point of view. M.B.S with cholorine solution effectively decreased the microbial load. Combination of M.B.S with citric acid caused a slight pale-yellow colour. This colour change was increased as acid quantity, increased and turned completely yellow. Blanching reduced the attractiveness of dried mushroom compared to the control. Unblanched dried mushroom had higher rehydration value and lower protein content than blanched dried mushroom. Treatment of mushroom by blanching (steam or boiling water) reduced the microbial count. Similar results were obtained by either boiling water or steam blanching. This reduction also was similar in either boiling water or steam of blanching. Cultivation conditions of mushroom farms had very important effect on the colour, texture, percentage and ratio of rehydration as well as on nutritional value and microbial contamination of the quality of the dried products. Strains of *Agaricus bisporus* such as U1, U3, X1, 413 and A-5 on the same cultivation condition had a slight effect on colour and texture but not the total microbial count. The best colour of the dried mushroom were obtained from the 1st and 2nd flushes. Increasing the number of flushes, colour changes also increased. Result showed that harvested fresh mushroom should not be immediately processed, processing should take place after 48, 72 and 96 hours post harvest.

Keywords : Button mushroom, Dried, Quality, Iran.

مقدمه

قارچ خوراکی دکمه ای از فرآورده های ارزشمند کشاورزی است ولی کیفیت آن از هنگام برداشت تحت تاثیر عوامل مختلف قرار گرفته و کاهش مییابد برای جلوگیری از ضایع شدن و افزایش زمان ماندگاری آن به طرق مختلف فرآوری می‌گردد. یکی از روشهای مهم نگهداری به صورت خشک می‌باشد. برای تولید قارچ خشک با کیفیت مطلوب علاوه بر کنترل مراحل و شرایط در حین عمل خشک کردن، عواملی وجود دارد که می‌تواند نقش تعیین کننده تر از بعضی از فاکتورهای مهم مثل درجه حرارت فرآیند داشته باشد. Brenan تاثیر استفاده از ۹ ماده مختلف شیمیایی را بر افزایش زمان ماندگاری و کیفیت قارچ تازه مورد ارزیابی قرار داده است(۶).از مواردی که در این بررسی استفاده شده می‌توان به اسید سیتریک، EDTA و M.B.S اشاره نمود. اسید سیتریک و EDTA به نسبت ۴۰ گرم در لیتر به مدت ۱۰ دقیقه موجب افزایش زمان نگهداری شده در حالی که تیمار یک گرم در لیتر از M.B.S در مدت زمان فوق تاثیر ناچیزی داشته است . Belmonte اثر روش‌های خشک‌کردن، سولفیت و رطوبت نهایی روی کیفیت قارچ خشک شده (*Volvariella volvacea*) را ارزیابی نمود(۵). بر اساس صفتهای رنگ، بافت و عطر، دو مرحله ای خشک کردن قارچ را تأیید نمود (مرحله اول ۵۰-۴۵ درجه سانتی گراد و مرحله دوم ۶۲-۵۸ درجه سانتی گراد) و تیمار ppm ۸۰۰ متا بی سولفیت رنگ را روشن‌تر و قابل قبول تر از شاهد نمود ولی با افزایش میزان M.B.S به مقدار ۱۰۰۰ و ppm ۱۲۰۰ بر بهبود رنگ بی‌تأثیر بود. Suhaila اثر پارامترهای مؤثر در خصوصیات قارچ خشک شده (Oyster) را مورد بررسی قرار داده و سدیم هیپوکلراید، سدیم متا بی‌سولفیت و گلیسرول رابرای کاهش قهوه ای شدن رنگ به کار برد، افزایش گلیسرول بافت قارچ خشک شده را بهبود بخشید(۱۶). بهترین درجه حرارت برای حفظ رنگ و بافت در درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد و برای محافظت بیشتر اسیدآسکوربیک درجه حرارت

۶۰ درجه سانتی گراد را توصیه نمود. Gothandapani و همکاران قبل از خشک کردن، از نیم درصد K.B.S (متا بی‌سولفیت پتاسیم) به عنوان تیمار شیمیایی استفاده نموده اند، نتایج حاصله از نظر رنگ و بالا بودن نسبت جذب آب قابل توجه بوده و مصرف ۱/۵٪ از K.B.S به مقدار قابل توجهی آلودگی میکروبی را کاهش داده است(۱۷). برای انجام تیمارهای حرارتی (بلانچینگ) نظریات مختلف وجود داشته، Riaz Ahmad Riaz عمل بلانچ را مورد تائید قرار داد(۱۳)، ولی Komanousky از نظر کیفیت ظاهری قارچ خشک بلانچ شده را تائید نکرده به طوری که گزارش نموده اند که عمل بلانچینگ باعث تیرگی قارچ شده و جذابیت ظاهری آن را تحت الشعاع قرار داده است(۱۰). محصول خشک شده مناسب از نظر رنگ، شکل، عطر و بو و ثبات انبارمانی از قارچهای که بلانچ نشده باشند بدست می‌آید. Komanousky گزارش نمود که چندین فرم تیروزین با سهولت با EDTA غیر فعال می‌شود. Riaz و همکاران (۱۳) اثر عمل بلانچینگ و نگهداری بر کیفیت قارچ خشک شده (پلوروتوس) را ارزیابی نمود در بررسی ایشان ورقه های قارچ با ضخامت ۵ میلیمتر در ۰/۱ ٪ اسید سیتریک (برای محافظت از رنگ) و سپس در ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۰، ۱، ۱/۵، ۲، ۵، و ۷ دقیقه آنزیم بری شد. فعالیت آنزیمی در مدت زمان ۲ دقیقه متوقف گردیده بود. بلانچینگ در مدت زمان طولانی موجب از بین رفتن ارزش غذایی (تیامین ۱۵٪، اسیداسکوربیک ۲۰٪، پروتئین ۳٪) قارچ شده و قارچهای بلانچ شده و خشک شده کیفیت مرغوب تر از قارچ های غیر بلانچ بود. اثرات نا مطلوب عمل بلانچینگ بر کیفیت قارچ خشک شده را Somogyi و Luh نیز گزارش نموده است(۱۵)، Mudahar و Bains بلانچینگ آبی و بخاری را به مدت ۵ دقیقه مورد مقایسه قرار داده اند(۱۲). علاوه بر تاثیر عملیات بلانچینگ و تیمارهای مختلف شیمیایی یکی از موارد مهم در هر فرآیند انتخاب مواد اولیه مناسب تولید می‌باشد.

در رابطه با قارچ شرایط پرورش در کیفیت نهایی محصول (قارچ خشک شده) دارای اهمیت ویژه ای می‌باشد، ضمناً سویه مختلف *Agaricus bisporus* و تعداد برداشت و همچنین زمان مناسب تبدیل از هنگام برداشت تا قبل از فرآیند حرارتی و رطوبت نهایی نیز تاثیر کیفی قابل توجهی بر محصول داشته است.

مواد و روشها

الف: مواد

در این تحقیق از قارچ *A.bisporus* با رنگ کرم روشن استفاده شد. نژادهای [U_1 , U_2، X_1، ۴۱۳، ۵- A] مورد بررسی قرار گرفت. قارچها مستقیماً از مرکز پرورش به آزمایشگاه منتقل و در یخچال (۱۰درجه سانتی گراد) نگهداری شد.

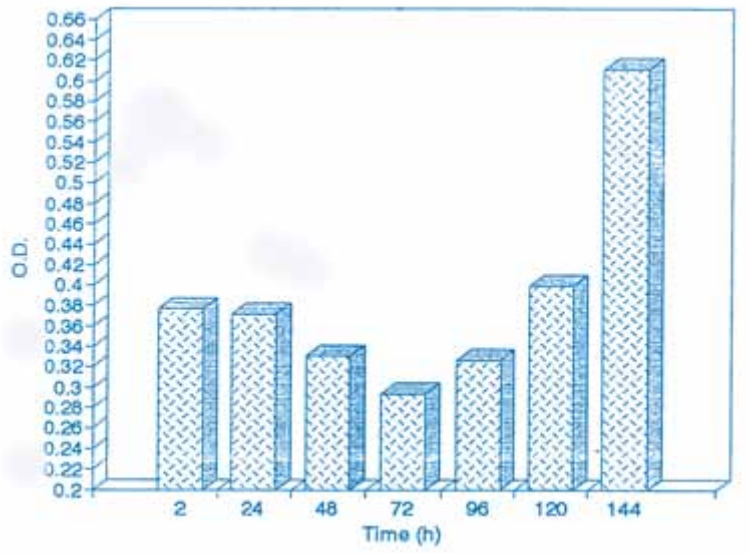
اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) ، اتردوپترول ، سود ، اسید سولفوریک (۹۵٪)، محیط کشت P.C.A و S.D.A از شرکت مرک تهیه گردید. اتانول ۶۰٪ از شرکت بیدستان تهیه شده است و با آب مقطر توسط الکلیمتر (هیدرومتر) درصد الکل آن تنظیم گردیده است. هیپوکلریت کلسیم (HClCa) با خلوص ۷۰٪ از شرکت ژاپنی نی پن سودا تهیه شده است. متا بی‌سولفیت سدیم ($Na_2S_2O_3$) از شرکت آلمانی BASF تهیه شده است با خلوص ۹۹٪ و pH آن ۴/۳ می‌باشد. سیتریک اسید با رطوبت ۰/۴۶ درصد با خلوص ۹۱/۷۹ درصد از شرکت چینی BBCA تهیه شده است. پلی پروپیلن (PP) با ضخامت ۴۰ ۲۵ میکرون از شرکت پلی ناز ترکیه(Polinas)تهیه شده است و برای بسته بندی قارچهای خشک مورد استفاده قرار گرفته است.

ب: روش‌ها

روش آزمایش

قارچ تازه پس از عمل جداسازی و درجه‌بندی (بر اساس قطر کلاهک ۵/۴ cm - ۳ برای رفع بقایای کمپوست و کاهش بار میکروبی در آب به مدت کوتاه خیسانده شده (۲ - ۱ دقیقه) و سریعاً با آب سرد به آرامی‌شسته شد تا حد امکان سریع عمل شده تا آب اضافی جذب نگردد. پس از تعیین رطوبت اولیه با چاقوهای استیل در ضخامت مورد نظر (۷-۵ mm) برش طولی داده شد. ورقه های قارچها در یک لایه برروی سینی های مخصوص چیده و به دستگاه خشک کن انتقال یافت.

روش آنزیم بری (بلانچ کردن) : عملیات آنزیم بری (بلانچینگ) با دو روش آب داغ



شکل۱- اثر زمانهای مختلف نگهداری قبل از فرایند بر رنگ (OD) محصول خشک شده

و بخـار آب انجام گردید. در ابتدا بهترین زمان و درجه حرارت مورد نیاز بـرای عمل بلانچینگ مورد بررسـی قرار گرفت با توجه به نتایج بدسـت آمده از بررسـی مقدماتی، اسـلایس قارچ با ضخامت mm ۷-۵ در مدت زمان های ۲، ۴ و ۶ دقیقه در آب با درجه حرارت درجه ۸۵ سـانتی گراد بلانـچ گردید (بلانچینگ آبـی). آنزیم بری با بخـار آب در دمای ۸۰ـ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳، ۵ و ۷ دقیقه صورت گرفته است (بلانچینگ بخـاری). در هر دو روش ورقهـای قارچ حرارت دیده سـریعاً در الک آزمایشگاهی تخلیه و با دوش آب سرد خنک شد.

روش تیمار شیمیایی

در ابتدا مقادیر مصرفی مواد شـیمیایی طوری تعیین شـد که در حداقل مقدار مصرفی اثر مفید بر روی رنگ داشته و بدون ایجاد بو و طعم خارجی در محصول نهایی باشد بعد از انتخاب حدود مناسب مواد، مقادیر کمتر و بیشتر از آن در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا وزن مواد شیمیایی نسبت به حجم آب مصرفی احتسـاب شـده و سـپس قارچهای شسته و ورقه شده در محلولهای شـیمیایی با مقادیر معین از هیپوکلریت کلسیم، اسید سیتریک، متابی‌سـولفیت سدیم (M.B.S) ، اتیلن دی امین ترا استیک اسید (EDTA)، به مدت ۱۰ دقیقه تیمار گردید. پس از مدت زمان تماس در الک آزمایشگاهی تخلیه و مجدداً توسط آب سرد شستشو داده شد.

روش خشک کردن و دستگاه خشک‌کن

برای خشـک کردن از دسـتگاههای خشـک کن که بر اساس خشک کن های کیلن طراحی گردیده و دارای سیستم کنترل کامپیوتری بود، مورد اسـتفاده قرار گرفت . تعداد ۴ دسـتگاه برای انجام آزمایشها در سه تکرار و شـاهد در شرایط یکسان و مساوی در نظر گرفته شد. هوای گرم توسط المنـت برقی تامین گردید و جریان هوا بطور عمودی بر سـینی دسـتگاه وزیده شـد سرعت آن توسط یک بادسنج Anomometer مارک Lutron مدل AM ۴۲۰۱ تنظیم گردید. هر دسـتگاه خشـک کن دارای یک سینی استیل با ابعاد ۳۰×۳۰ سانتیمتر و مش ۴ mm می‌باشد سینی به ترازویی متصل اسـت و قادر است کاهش وزن را با دقت ۱ گرم در فواصل زمانی مشخص ثبت نماید در قسمت پائین و بالای هر سینی دو سنسور حرارتی تعبیه شـده که دمای هوا قبل و بعد از تماس با محصول را ثبت می‌نماید. هوای مرطوب از دریچه ای خارج می‌شـود با رسـیدن به وزن تعیین شده (بر اسـاس رطوبـت نهایی محصول خشـک) به طور اتوماتیک سیسـتم خاموش می‌گردد. دما و رطوبت محیط آزمایشگاه نیز توسط سنسور خارج از دسـتگاه خشـک کن ثبت می‌شود. برای عمل خشـک کردن در شرایط یکسـان قارچ تهیه شـده و با ضخامت ورقه mm ۷ـ۵ در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد با سرعت ۲ متر بر ثانیه خشک گردید (۳).

بـرای تعیین رطوبت ماده اولیـه در آون معمولی در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت و رطوبت محصول نهایی (خشک) طبق روش AOAC-۱۹۹۰ توسـط آون تحت خلاء در دمای ۷۵ درجه سـانتی گراد بـه مدت ۲۴ سـاعت و تعیین پروتئین به روش کجلدال توسـط دسـتگاه Auto-Analizer تعییـن شـده و در ضریب ۴/۳۸ ضـرب گردید. تعیین چربی بوسیله دستگاه سوکسـله تعیین گردید.نمونه قارچ تازه در کوره در دمای ۶۰۰-۵۵۰ درجه سانتی گراد تعیین مقدار خاکسترگردید.

روش تعیین رنگ

نمونـه پودر شـده با حـلال اتانول ۶۰٪ مخلوط شـده پـس از ۲۴

جدول ۱- بررسی تاثیر تیمارهای مختلف شیمیایی بر میزان رنگ و آلودگی میکروبی قارچ خشک شده

شرح آزمایش / تیمار شیمیایی (ppm)	H.Cl.Ca			A.Citric			M.B.S			EDTA		
	۵۰	۱۵۰	۲۵۰	شاهد	۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰	شاهد	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰
رطوبت نهایی (٪)	۲/۲۵	۲/۷۵	۲/۷۵	۳/۲۵	۲/۲۵	۲/۷۵	۲/۲۵	۴/۲۵	۳/۵	۵/۷۵	۳/۲۵	۳/۵
OD رنگ	۰/۴۸۱	۰/۴۷۴	۰/۴۳۴	۰/۴۷۳	۰/۵۲۲	۰/۵۲۵	۵۲۹/	۰/۴۲۴	۰/۴۲۰	۰/۵۳۳	۰/۵۴۴	۰/۵۲۲
آلودگی میکروبی cfu/gr	۲×۱۰^{۱}	۲×۱۰^{۲}	$۱/۲\times۱۰^{۲}$	۱×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	$۱/۲\times۱۰^{۲}$	۹×۱۰^{۲}	$۱/۳\times۱۰^{۳}$	$۲/۵\times۱۰^{۲}$	$۱/۴\times۱۰^{۲}$	$۱/۸\times۱۰^{۲}$	۱×۱۰^{۲}

جدول ۲- میانگین و اشتباه معیار صفات رنگ و آلودگی میکروبی در سطوح مختلف تیمارهای شیمیایی قارچ خشک شده

شرح آزمایش	H.Cl.Ca				A.Citric				M.B.S				EDTA			
تیمارشیمیایی (PPm)	۵۰	۱۵۰	۲۵۰	شاهد	۲۰۰	۵۰۰	۶۰۰	شاهد	۳۰۰	۲۰۰	۵۰۰	شاهد	۳۰۰	۲۰۰	۵۰۰	شاهد
OD (رنگ)	۰/۴۸۲± ۰/۰۰۱	۰/۴۷۴± ۰/۰۰۱	۰/۴۴۲± ۰/۰۰۲	۰/۴۷۴± ۰/۰۰۲	۰/۵۲۹± ۰/۰۰۲	۰/۵۲۵± ۰/۰۰۲	۰/۵۲۲± ۰/۰۰۲	۰/۵۶۲± ۰/۰۰۲	۰/۴۲۲± ۰/۰۰۲	۰/۴۶۲± ۰/۰۰۱	۰/۴۳۵± ۰/۰۰۲	۰/۴۲۱± ۰/۰۰۱	۰/۵۲۲± ۰/۰۰۱	۰/۵۴۲± ۰/۰۰۱	۰/۶۴۷± ۰/۰۰۲	۰/۵۲۴± ۰/۰۰۲
آلودگی میکروبی (log)	۲۰±۵	۲۰۰±۱۱	۱۲۶/۷±۱۲	۱۰۲/۳±۲	۹۰۲/۳±۱۲	۱۲۲/۳±۱۲	۱۰۲/۳±۲	۷۰۰±۱۱	۱۲۰۰±۱۱۵	۲۰۰±۱۱	۱۰۲/۳±۲	۱۵۰±۱۵	۱۰۰±۰	۸۰±۱۰	۱۹۰±۱۵	۲۰۰±۱۱

سـاعت با کاغذ واتمن ۴۲ فیلتر گردید و OD در nm ۴۴۰ توسط دستگاه اسپکتروفتومتر CECIL CE۲۰۴۰ تعیین شد (۱۲).

تعیین درصد و نسبت جذب مجدد آب

اختلاف توزین نمونه قبل و بعد از جوشاندن به مدت ۱۰ دقیقه و پس از الک کردن و آبگیری از روابط زیر بدست آمد.

۱۰۰ وزن آبکش شده (وزن نمونه خشک – وزن آبکش شده)=[۱] WR ٪

(رطوبت انتها رطوبت ابتدا) وزن آب جذب شده = [۲] Rr

تعیین آلودگی میکروبی : شمارش کلی باکتریها به روش پورپلیت و شمارش قارچ و مخمر به روش سطحی تعیین گردید.

روش بسته‌بندی: قارچ خشک شده در هر تیمار بطور مجزا در بسته‌های پلی پروپیلن (PP) توسط دستگاه دوخت حرارتی بسته بندی گردید پس از کد گذاری در جای تاریک در شرایط محیط نگهداری شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری: داده ها با استفاده از نرم افزار SAS به روش آماری ANOVA در قالب طرح کاملاً تصادفی (بلانچینگ – مدل ۱) و فاکتوریل ۴ × ۴ (تیمارهای شیمیایی – مدل ۲) با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ ٪ تعیین گردید.

مدل ۱ : $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

e_{ij} = اشتباه α_i = تیمار μ = میانگین جامعه Y_{ij} = مشاهده

مدل ۲ : $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i \beta_j + e_{ijk}$

β_j = سطح (۱ تا ۴) α_i= تیمار (۱ تا۴) μ = میانگین جامعه

y_{ijk} = مشاهده $\alpha_i \beta_j$= اثر متقابل تیمار × سطح e_{ijk} = اشتباه

بحث و نتایج

تیمار شیمیایی

مقادیر مشخص از هیپوکلریت کلسیم، اسید سیتریک، متابی‌سولفیت‌سدیم (M.B.S) ، اتیلن دی امین ترا استیک اسید (EDTA)، برای ارزیابی فاکتور تیمار شیمیایی (جدول ۱) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان میدهد که تیمارهای مختلف و سطوح آنها در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است ($p< ۰/۰۰۰۱$) .

برای بررسی اثر محلول هیپوکلریت کلسیم از نظر رنگ و آلودگی میکروبی از سه غلظت، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ میکروگرم در میلی لیتر (ppm) استفاده شد در مقادیر ppm ۵۰ و ۱۵۰ بر بهبود رنگ نسبت به شاهد

آلودگی میکروبی (No.col /gr)	OD (رنگ)	رطوبت نهایی (٪)	مقدار (ppm)	تیمار شیمیایی
۵×۱۰^{۲}	۰/۵۸۱	۳/۲۵	___	شاهد
۶×۱۰^{۲}	۰/۵۷۴	۲/۲۵	۵۰۰+۶۰۰	M+A. Citric
۶×۱۰^{۱}	۰/۵۷۲	۲/۷۵	۵۰۰+۵۰	M+H.cl.ca
۸×۱۰^{۲}	۰/۵۱۷	۲/۷۵	۵۰۰+۵۰۰	M+EDTA

جدول ۳- بررسی تاثیر استفاده توام متابی سولفیت با اسید سیتریک ،کلر و EDTA بر میزان آلودگی میکروبی و رنگ قارچ خشک شده(محصول نهایی)

OD (رنگ)	رطوبت نهایی (٪)	مقدار (ppm)	تیمار شیمیایی
۰/۳۷۲	۱/۵	___	شاهد
۰/۳۱۸	۲/۵	۵۰۰	M.B.S (M)
۰/۳۳۰	۳	۵۰۰+۳۰۰	M+A. Citric
۰/۳۷۳	۳	۵۰۰+۴۰۰	M+A. Citric
۰/۴۰۶	۱/۵	۵۰۰+۵۰۰	M+A. citric

جدول ۴- بررسی تاثیر استفاده توام متابی سولفیت با اسید سیتریک ، بر میزان رنگ قارچ خشک شده (محصول نهایی)

تاثیـر چندانی نداشـته و در حد ppm ۲۵۰ تأثیر مثبت و معنی دار بر روشـنی رنگ مشـاهده شد ولی به دلیل اثر منفی بر روی طعـم و بو مقادیر بالای مصرف توصیـه نمی‌شـود. آلودگـی میکروبـی در حـدود ppm ۵۰ بـه طـور معنـی داری کاهـش یافته که مؤید نظر Luh و Lorenzo بوده است(۱۱).

تاثیر اسید سیتریک بر رنگ محصول نهائی در سـه غلظت ۴۰۰، ۵۰۰، ppm ۶۰۰ مـورد اسـتفاده قرار گرفته اسـت. افزایش اسیدسیتریک نسبت به شاهد در تمام سطوح اختلاف معنی داری داشته و رنگ محصول نهائی را روشـنتر نموده است. کاهش بار میکروبی محصـول نهایی در حدود ppm ۶۰۰ و ۵۰۰ اختلاف نسـبت به شـاهد داشته ولی بین این دو حد از نظر آماری اختلاف معنی دار مشـاهده نشده اسـت. Riaz از محلول ۰/۱ درصد اسید سیتریک برای جلوگیری از واکنش قهوه ای شده استفاده نموده است میزان آلودگی در ppm ۶۰۰ و ۵۰۰ کمتر از شاهد بوده است(۱۳).

سـه غلظت ppm ،۳۰۰،۴۰۰،۵۰۰ از متا بی سولفیت سدیم، مورد اسـتفاده قرار گرفته اسـت در حد ppm ۳۰۰ تاثیر معنی دار نسبت به شاهد نداشته ولی با افزایش میزان M.B.S رنگ نهائی محصول روشـن تر و اختلاف معنی دار نسـبت به شاهد داشت که موید نظر کومانوسکی Komanousky بود(۱۰). ایشان تاثیر مثبت متا بی سولفیت سـدیم را نسبت به شـاهد گزارش نموده اسـت. Belmonte تاثیـر M.B.S ppm ۸۰۰بر روشـنی رنگ قارچ خشـک شـده *Volvariella volvacea* قابل قبول تر از شـاهد گزارش نمـود ولی با افزایش مقـدار M.B.S بیش از آن حـد، بر بهبود رنگ بی تاثیر بوده اسـت(۵). در بررسـی حاضـر مصـرف M.B.S میـزان آلودگی میکروبـی در سـطوح ppm ، ۴۰۰،۵۰۰ نسـبت به شـاهد کاهش داشـته ولـی از نظر آمـاری معنـی دار نبود. Gothandapani و همـکاران مصرف یک و نیم درصد K.B.S (متا بی سولفیت پتاسیم) به عنوان تیمار شیمیایی استفاده نموده که به مقدار قابل توجهی آلودگی میکروبی را کاهش داده است(۷).

نتایج مقایسـه میانگین مصـرف ppm ۵۰۰، ۴۰۰، ۳۰۰ از EDTA بر کیفیت قارچ خشـک شـده اختلاف معنی دار نشـان می‌دهد ولی تنها در سـطح ppm ۳۰۰ رنگ را کمی‌بهبود بخشیده و در سایر سطوح رنگ را نسـبت به شـاهد تیره تر نیز نمود، (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که مصرف EDTA در سـطوح مصرفی در کاهش بـار میکروبی تاثیر قابل توجه نداشت.

جدول ۵- تاثیر عمل آنزیم بری با آب $85^{\circ}C$ بر رنگ ، آلودگی میکروبی ، درصد و نسبت جذب مجدد آب وپروتئین قارچ خشک شده

پروتئین (درصد)	جذب مجدد (نسبت)	جذب مجدد (درصد)	آلودگی میکروبی (No.Col./gr)	OD (رنگ)	زمان (دقیقه)	تیمار حرارتی (بلانچ – آبی)
۳۵/۱۵	۰/۰۶۵	۸۵/۱۸	۱×۱۰^{۲}	۰/۳۲۵	ـــــ	شاهد
۳۴/۲۳	۰/۰۷۵	۸۲/۹۹	۷×۱۰^{۱}	۰/۳۷۲	۲	B –W
۳۲/۵۶	۰/۰۵۴	۸۲/۷۰	۶×۱۰^{۱}	۰/۳۵۹	۴	B –W
۳۱/۹۸	۰/۰۵۲	۸۱/۷۵	۵×۱۰^{۱}	۰/۳۴۷	۶	B – W

W= water B= Blanch

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر عمل آنزیم بری با آب $85^{\circ}C$ برصفات کیفی قارچ خشک شده از طریق آزمون دانکن

صفات	مدت زمان (دقیقه)			شاهد
	۲	۴	۶	
OD	۰/۳۷۲a	۰/۳۵۹b	۰/۳۴۷b	۰/۳۲۵c
آلودگی میکروبی	۷۰b	۶۰bc	۵۰c	۱۰۰a
درصد جذب مجدد آب	۸۲/۹۹b	۸۲/۷۰b	۸۱/۷۵c	۸۵/۱۸a
نسبت جذب مجدد آب	۰/۰۷۵a	۰/۰۵۴c	۰/۰۵۲c	۰/۰۶۵b
میزان پروتئین (٪)	۳۴/۲۳b	۳۲/۵۶c	۳۱/۹۸a	۳۵/۱۵a

حروف a,b,c بیانگر اختلاف میانگین صفات در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۷- آنالیز مقایسه ای قارچ تازه در دو کشت و صنعت A و B

کشت و صنعت	رطوبت ابتدا (٪)	خاکستر (٪)	چربی(٪)	پروتئین (٪)	شمارش کلی و باکتری (No.Col./gr)	تعداد کپک و مخمر
Aw	۹۱-۹۴	۰/۸۲۲	۰/۲۶	۲۲/۴۲	$۲/۵\times۱۰^{۱}$	۲×۱۰^{۱}
Ap		۰/۷۲۱	ـــ	۲۴/۲۴	ـــ	ـــ
As		۰/۷۳۸	ـــ	۲۱/۴۱	ـــ	ـــ
Aw	۸۸-۹۲	۰/۹۰	۰/۴۷	۳۰/۳۳	$۱/۵\times۱۰^{۱}$	۱×۱۰^{۲}
Bp		۰/۸۱۵	ـــ	۳۳/۸۳	ـــ	ـــ
Bs		۰/۸۳۰	ـــ	۲۵/۹۷	ـــ	ـــ

S: stipe P= pilous W= whole

نتایج استفاده توام MBS با اسیدسیتریک، هیپوکلریت کلسیم و EDTA در جدول ۳ نشـان داده شـده اسـت. مصرف توام مواد تاثیر معنی داری بر رنگ داشـت ، بهترین رنگ در محصول نهائی ایجاد شده که با M.B.S توام با EDTA مورد مصرف قرار گرفته اسـت . ضمناً استفاده از تاثیر M.B.S با کلر از نظر کاهش میزان آلودگی میکروبی نسبت به شاهد بسیار معنی دار بود که موید نتایج Komanousky، بود(۱۰). Brenan استفاده از ۹ ماده مختلف شیمیایی را بر افزایش زمان ماندگاری و کیفیت قارچ تازه مورد ارزیابی قرار داده است،از موادی که در این بررسی استفاده شده می‌توان به اسید سیتریک، نسـبت M.B.S ، EDTA اشـاره نمود(۶). مصرف اسید سیتریک و ۴۰گرم EDTA در لیتـر به مدت ۱۰ دقیقه خیسـاندن، ۵۰ درصد زمان نگهداری را

جدول۸- مقایسه رنگ ، درصد و نسبت جذب مجدد آب ، پروتئین و آلودگی میکروبی قارچ خشک شده از یک سویه (U۳) در دو کشت و صنعت Aو B

آلودگی میکروبی (No.Col./gr)	پروتئین	جذب مجدد (نسبت)	جذب مجدد	رنگ	رطوبت نهایی	سویه	کشت وصنعت
۳×۱۰^{۲}	۳۲/۳۹	۰/۰۶۱	۸۴/۶۶	۰/۳۴۵	۳/۶۲	U۳	A
۴×۱۰^{۲}	۲۵/۲۰	۰/۰۶۹	۸۵/۷۱	۰/۲۸۵	۲/۵	U۳	B

جدول۹- تاثیر سویه های قارچ *A.bisporus* بر رنگ ، درصد و نسبت جذب مجدد آب و آلودگی میکروبی قارچهای خشک شده (محصول نهایی)

آلودگی میکروبی (No.Col./gr)	نسبت جذب مجدد	درصد جذب مجدد	رنگ (OD)	رطوبت نهایی (٪)	نژادهای A.bisporus
$۳/۲\times۱۰^{۲}$	۰/۰۶۷	۸۵/۸۳	۰/۳۳۰	۲/۷۵	U۱
$۲/۲\times۱۰^{۲}$	۰/۰۷۲	۸۶/۲۰	۰/۳۰۵	۲/۸۴	U۳
۴×۱۰^{۲}	۰/۰۶۵	۸۵/۳۳	۰/۳۶۵	۲/۵	X۱
۳×۱۰^{۲}	۰/۰۵۸	۸۴/۳۷	۰/۳۷۵	۳/۱۴	۴۱۳
$۱/۸\times۱۰^{۲}$	۰/۰۶۰	۸۴/۸۶	۰/۳۶۰	۲/۲۵	A۵

جدول ۱۰- بررسی تاثیر تعداد برداشت قارچ بر رنگ قارچ خشک شده (محصول نهایی)

سویه های قارچ A.bisporus	روزهای بعد از برداشت	رطوبت نهایی (٪)	تعداد برداشترنگ (OD)		
			۱-۲	۳-۴	۶-۵
U۳	۲	(۲-۴)	۰/۲۵۸	۰/۴۲۰	۰/۶۸۰
U۱	۶	(۳-۴)	۰/۳۴۷	۰/۳۹۷	۰/۴۴۹
X۱	۳	(۲-۳)	۰/۳۷۵	۰/۴۹۵	۰/۵۱۰

نسبت به شاهد (آب) افزایش داده است. در تیمار یک گرم در لیتر از M.B.S مدت زمان فوق تاثیر کمی‌داشته است.

در بررسی حاضر مصرف توام M.B.S با اسید سیتریک رنگ محصول نهایی را به زرد لیمویی تغییر رنگ داد که در استفاده به تنهائی از آن تغییر رنگ مشاهده نگردیده بود. رنگ زرد محصول رابطه مستقیم با افزایش مقدار اسید سیتریک داشت (جدول ۴). Modahar استفاده بی سولفیت سدیم به تنهایی و با اسیدسیتریک را از نظر رنگ و ماندگاری مورد تائید قرار داده ولی به زردی آن اشاره ننموده است(۱۲).

تیمار حرارتی
آنزیم بری (بلانچینگ)به وسیله آب داغ

نتایج عملیات بلانچینگ در آب داغ نشان میدهد که (جدول ۵) رنگ نمونه های بلانچ شده نسبت به شاهد تیره تر شده و با افزایش زمان بلانچ، میزان تیرگی تا حدودی کاهش می‌یابد ولی همچنان رنگ آن نسبت به شاهد نا مناسب تر بود. عمل آنزیم بری تاثیر محسوس بر کاهش بار میکروبی داشته و با افزایش زمان از میزان آلودگی میکروبی محصول کاسته شد و از مهمترین فاکتورهای کیفی کاهش درصد و نسبت جذب مجدد آب قارچ بلانچ شده است که نسبت به شاهد کمتر بوده که با افزایش زمان

بلانچینگ این کاهش بارزتر می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان پروتئین نمونه های بلانچ شده کاهش یافته است (جدول ۶).

آنزیم بری (بلانچینگ)توسط بخار آب

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که عمل بلانچینگ بخاری مشابه بلانچینگ آبی بوده است. Mudahar و Bains نیز اختلاف واضحی بین دو عمل بلانچینگ گزارش نکردند که مؤید نتایج بررسی حاضر می‌باشد(۱۲).

به طور کلی در ارتباط با انجام یا عدم انجام عمل بلانچینگ برای خشک کردن قارچ نظریه های مختلفی وجود دارد. Riaz عمل بلانچ راتأیید نموده ولی Komanousky عمل بلانچ را تأیید نکرده است(۱۳،۱۰) .Komanausky و Riaz تاثیر عمل بلانچینگ بر کاهش درصد جذب مجدد آب محصول خشک شده را گزارش نموده اند. ضمناً Riaz نظریه کاهش میزان پروتئین در حین عمل بلانچ را مطرح نموده است(۱۳). Gothandapani و همکاران عمل بلانچینگ را توأم با تیمار شیمیایی M.B.K انجام داده و سپس قارچ را خشک نموده اند(۷). نتایج این بررسی نشان می‌دهد که کیفیت تغذیه ای آن را کاهش داده ولی باعث توسعه رنگ قارچ خشک شده می‌شود. بنا بر مطالعات انجام شده، عمل بلانچینگ برای خشک کردن اسلایس قارچه ای توصیه نمی‌شود.

در مطالعه حاضر نکته منفی و قابل توجهی که حین عملیات خشک کردن قارچ بلانچ شده مشاهده گردید، چسبندگی بسیار زیاد آن بود. Riaz علت این چسبندگی را در ارتباط با افزایش مقدار فیبر و نشاسته بعد از عمل بلانچینگ عنوان نموده است(۱۳).

شرایط پرورش در کشت و صنعتهای مختلف

شرایط پرورش در کشت و صنعتهای مختلف تاثیر بسیار قابل توجهی بر کیفیت نهایی محصول خشک شده داشته است. مواد به کار رفته در تهیه کمپوست و نحوه عمل آوری و شرایط پرورش قارچ در رنگ و بافت و همچنین آلودگی نهائی محصول بسیار موثر بوده است. با ارزیابی ترکیبات قارچ تازه در کشت و صنعتهای A و B با وجود یکسان بودن واریته و سویه در جدول ۷ ارائه شده است.

اختلاف قابل توجهی در میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی و میزان آلودگی میکروبی بین قارچهای تولید شده در دو کشت و صنعت بوده است متعاقباً این اختلاف بر کیفیت نهائی محصول تاثیر بسزایی دارد. نتایج حاصل از در مقایسه قارچ خشک بدست آمده از سویه U ۳ دو کشت و صنعت فوقِ مؤید این نظراست (جدول ۸).

سویه‌های قارچ *A.brsporus*

احتمال تاثیر سویه های مختلف قارچ *A. bisporus* [U_1 ,U_2 ،X،۴۱۳ ،A-۵] بر کیفیت نهائی محصول (خشک) مورد ارزیابی قرار گرفت. سویه های مورد بررسی از یک کشت و صنعت که متعلق به اولین و دومین برداشت بوده و در شرایط یکسان و یکنواخت فرآیند گردیده است بنا به نتایج بدست آمده، سویه های قارچ بر روی رنگ و بافت محصول نهائی تاثیر داشته ولی بر میزان آلودگی نهائی چندان تاثیری نداشته است (جدول ۹).

تعداد برداشت (چین)

تعداد برداشت قارچ تازه ۱ تا ۵ برداشت می‌باشد، با افزایش تعداد از کیفیت ظاهری محصول به تدریج کاسته می‌شود. بررسی میزان رنگ (OD) برداشتهای مختلف نشان می‌دهد که برداشت (بریک) ۲ -۱ بهترین رنگ داشته است (جدول ۱۰). در این بررسی نشان داده شد اثر دفعات برداشت در تیرگی رنگ قارچ نسبت به افزایش درجه حرارت فرآیند موثرتر بوده است.

Komanousky اثر تعداد برداشت قارچ را بر روی کیفیت محصول تبدیل شده به صورت خشک در هوای داغ را عنوان نموده ایشان سهم دفعات برداشت را در تیرگی رنگ قارچ نسبت به افزایش درجه حرارت فرآیند موثرتر دانسته است(۱۰).

زمان مناسب فرآیند (از هنگام برداشت تا قبل از فرآیند)

یکی از اساسی ترین فاکتورها برای خشک کردن قارچ تعیین زمان مناسب تبدیل می‌باشد برای ارزیابی مناسب ترین زمان تبدیل از چینهای ۱ و ۲ متعلق به یک سویه بوده و تحت شرایط یکسان و یکنواخت از یک سالن تهیه شده بود، در بسته های مجزا از هم در یخچال ۱۰درجه سانتی گراد نگهداری گردید و سپس در ۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰، ۱۴۴ ساعت بعد از برداشت تبدیل گردید. رنگ نمونه ها (OD) ، درصد و نسبت جذب مجدد آب آنها نیز بلافاصله تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد قارچی که پس از دو ساعت از زمان برداشت تبدیل گردیده کیفیت ظاهری مناسب نداشته نایکنواخت و رگه رگه بوده، ولی پس از ۲۴ ساعت موارد نامناسب کمتر شده ولی هنوز مرتفع نشده اما بعد از ۴۸ ساعت ظاهراً رنگ بهبود یافته، بهترین رنگ در ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از برداشت مشاهده شد (شکل). Riva و همکاران پیشنهاد نموده اند قبل از خشک کردن قارچ در یخچال ۵ درجه سانتی گراد قرار بگیرد و اشاره به مدت زمان نگهداری نکرده‌اند(۱۴). Jong برای خشک کردن قارچ شیتاکه (Shiitake) تا چهار ساعت پس از برداشت را توصیه نموده تا رنگ و روشنی آن حفظ گردد(۸).

پاورقی

1- water Rate

2- Rehydration Ratio

منابع مورد استفاده

۱ - بصیری، ع. ۱۳۷۵. بررسی فرآیند آبگیری، در مورد میوه‌جات (مرحله اول زردآلو). تهران، سازمان پژوهشهای علمی‌و صنعتی ایران، پژوهشکده کشاورزی.

۲ - زندی، پ. ۷۰-۱۳۶۹. جزوه درسی بیوشیمی‌مواد غذایی پیشرفته تهران. دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

۳ -عبادی، ز. ۱۳۷۵. بررسی روش خشک کردن قارچ خوراکی دکمه ای در ایران. پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۴ - محمدی گل‌تپه، ا و پورجم، ا. ۱۳۷۳.اصول پرورش قارچهای خوراکی تهران انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

5- Belmonte, C.P. and Aguilar, D.A., 1994. Effects of method of drying, sulfit and final moisture content on the quality of dehydrated mushroom (*Volvariella Volvacea*). CLSU. Scientific Journal (Philippines), V.14(1): 24-32.

6 - Brennan, M.H and Gormley, T.R., 1998.Extending the shelf life of fresh sliced mushrooms.30PP.IBSN 1-901138-40-2, 11 ref.

7 - Gothandapani, L., Parvathi, K. and Kennedy,Z.J.,1997. Evaluation of different methods of drying on the quality of oyster mushroom (Pleurotus Sp). Drying Technology, 15(6/8):1995-2004, 5 ref.

8 - Jong, S.C., 1989. Commercial cultivation of the shiitake mushroom on supplemented sawdust .Mushroom Journal for the Tropics, 9(3):89-98, 20 ref.

9 - Karlsson, E., 1988. Storge life and quality retention. In commercial vegetable processing , edited by B.S. Luh and J.G woodroff, pp. 694. New York : AVI Book, Van Nostrand Reinhold.

10 - Komanowsky, M. Talley, F.B. and Eskew, R.K., 1970. Air Drying of cultivated mushrooms. Food Technology, 24(9) : 1020-1024.

11 - Luh, B.S. and Lorenzo M.C., 1988. Freezing of vegetables. in commercial vegetable processing, edited by B.S., Luh and J.G. Woodroff. pp.369-370. New York : AVI Book, Van Nostrand.Reinhold.

12 - Mudahar, G.S. and Bains. G.S., 1982. Pre-treatment effect on quality of dehydrated *A.bisporus* mushroom. Indian food packer, 36(2) : 19-27.

13 - Riaz Ahmad, R. Mahmood Khan, S. and Bhatti, M.A., 1991. Effect of blanching and storage on the quality of the dehydrated oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). Mushroom Journal for the Tropics, 11(2) : 39-44.

14 - Riva, M. Schiraldi, A. and Dicesare, L.F., 1991. Drying of *A.bisporus* mushrooms by microwave hot air combination. Lebensmittel-wissenschaft und Technologie, 24(6) : 479-483.

15 - Somogyi, L.P. and Luh, B.S., 1988. Vegetable dehydration. In commercial vegetable processing, edited by B.S. Luh and J.G. woodroff. PP. 449-454. New York : AVI Book, Van Nostrand Reinhold.

16 - Suhaila, M. and Tok, S.H., 1995. Effect of pretreatments on the characteristics of dried grey oyster mushroom (*Pleurotussajor-caju*). Pertanika Jornal of Tropical Agricultural Science Malaysia,V.17(2):111-115.