

مدیریت کاهش میزان ضایعات در صنایع فرآوری برنج

دانیال چابرا، مهدی کاشانی نژاد

به ترتیب دانشجو و استادیار علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

E_mail: denial_chabra@yahoo.com

خلاصه

در میان غلات، شکل ظاهری برنج و درصد شکستگی آن عامل بسیار مهمی از نظر بازاریابی آن است. طبق تجارز بین‌المللی اساس دسته بندی این محصول زراعی به صورت زیر است:

- 1- اگر درصد خرده برنج کمتر از 5% باشد، برنج از نوع اعلیٰ محسوب می‌شود.
- 2- در صورتی که خرده برنج کمتر از 15% باشد، برنج از نوع استاندارد می‌باشد.
- 3- اگر درصد خرده برنج از 25% کمتر باشد، از نوع دانه شکسته محسوب می‌شود.

سطح زیر کشت این محصول در سال 2000، در کشور ایران 63000 هکتار و با عملکرد 3730 کیلوگرم در هر هکتار بوده است. متوسط مصرف سرانه برنج در ایران بیش از 35 کیلوگرم است. مدرنیزه کردن هر چه سریع‌تر کارخانجات شالیکوبی مشغول به فعالیت در کشور امری بسیار مهم است. در اینجا سعی شده است تا با توجه به موارد مهم که در بخش صنایع تبدیل و فرآوری برنج با آن‌ها سرو کار داریم، به ذکر موانع و مشکلات موجود و ارائه راهکار مناسب جهت تقلیل اثرات سوء آن‌ها بپردازیم. به طور متوسط میزان ضایعات انباری 5/43 درصد وزن محصول است. خشک کردن را باید مهم‌ترین مرحله در فرآوری برنج دانست. بنابراین بهینه سازی این مرحله نقش مهمی را در بازده، کاهش ضایعات و نیز کاهش میزان مصرف انرژی خواهد داشت. رطوبت شالی برداشت شده بین 15-23% است که این مقدار جهت انبار کردن باید به 14% برسد. در روش خشک کردن یک مرحله ای شلتوک با رطوبت اولیه 19/6% حاوی 25/15% دانه خرده خواهد بود. در حالیکه در روش خشک کردن سه مرحله ای با همان میزان رطوبت اولیه میزان تولید نیم دانه به 24/09% می‌رسد. در سطح صنعتی درصد خرده برنج در شلتوک های کاملاً بوجاری شده با مقدار 13/72% بوده است. در حالیکه در شلتوک های غیر بوجاری شده میزان تولید خرده برنج به 23/68% می‌رسد. در ارتباط با درصد تولید برنج سالم نیز باید گفت که شلتوک کاملاً بوجار شده دارای بازده 86/36%، شلتوک نیم بوجار 77/36% و غیر بوجار 76/49% بوده اند. در سطح آزمایشگاهی نیز در یک دوره از آزمایشات میزان درصد تولید خرده برنج برای شلتوک های کاملاً بوجاری شده 17/46%، شلتوک های نیم بوجار 18/95% و شلتوک های غیر بوجار 20/79% بوده است. برای رسیدن به یک حد مطلوب از خروج سبوس از دانه شلتوک (برای مثال تا 80 درصد) اعمال پاربولینگ نتیجه کار نهایی را 1/5 تا 1 و خردشدگی در دانه های برنج به میزان 25% از طول برنج دانه سالم را تا 3/5 افزایش می‌دهد. در جدول (2-7) ارزش تغذیه ای برنج و برخی از محصولات تولیدی از آن نشان داده شده است. مشخص است که میزان مواد مغذی در سبوس برنج از آندوسپرم آن بیشتر است. در حین پاربولینگ برخی از ترکیبات آندوسپرم شکسته و در آن پخش می‌گردند و بدین ترتیب میزان خروج آنها کمتر خواهد شد.

کلمات کلیدی: شالیکوبی، ضایعات، فرآوری برنج، صنایع تبدیلی، شلتوک

مبدأ اولیه برنج از قاره آسیا و از کشور هندوستان بوده و همچنین کشت برنج دیم از حدود پنج هزار سال قبل از میلاد مسیح رایج بوده است. مطابق با تاریخ کشاورزی ایران، در دوره هخامنشیان در ایران مصرف برنج به صورتی که رواج داشته و در دوره اشکانیان نیز در گیلان، مازندران و خراسان زراعت آن معمول بوده است. از برنج در صنعت الکل سازی، پارچه بافی، تهیه نشاسته و نیز از کاه حاصل از برنج به عنوان غذای دام ها و از ساقه های آن در صنایع کاغذ و صنایع دستی و از دانه های خرد شده آن برای تغذیه پرندگان و داروسازی استفاده کرد. نوع و مقدار ترکیبات مواد تشکیل دهنده برنج، خصوصیات کیفی برنج را معین می کنند. بدین ترتیب توجه به این امر ضروری است که تغییر در ترکیبات برنج منجر به تأثیرگذاری بر روی خصوصیات کیفی آن خواهد شد. به طور کلی میزان ترکیبات برنج عبارتست از: آب (14-15٪)، نشاسته و قند ها (70-73٪)، مواد ازته (2-3٪)، چربی ها (1-2٪)، سلولز (1-3٪) و سایر مواد (4-5٪).

در میان غلات، شکل ظاهری برنج و درصد شکستگی آن عامل بسیار مهمی از نظر بازاریابی آن است. طبق

تجارت بین المللی اساس دسته بندی این محصول زراعی به صورت زیر است:

- 1- اگر درصد خرده برنج کمتر از 5٪ باشد، برنج از نوع اعلی محسوب می شود.
 - 2- در صورتی که خرده برنج کمتر از 15٪ باشد، برنج از نوع استاندارد می باشد.
 - 3- اگر درصد خرده برنج از 25٪ کمتر باشد، از نوع دانه شکسته محسوب می شود.
- سطح زیر کشت این محصول در سال 2000، در کشور ایران 63000 هکتار و با عملکرد 3730 کیلوگرم در هر هکتار بوده است. متوسط مصرف مرانه برنج در ایران بیش از 35 کیلوگرم است. مدرتیزه کردن هر چه سریع تر کارخانجات شالیگری مشغول به فعالیت در کشور، امری بسیار مهم است. در اینجا سعی شده است تا با توجه به موارد مهم که در بخش صنایع تبدیل و فرآوری برنج با آن ها سرو کار داریم، به ذکر موانع و مشکلات موجود و ارایه راهکار مناسب جهت تقلیل اثرات سوء آن ها بپردازیم. به طور کلی مراحل عمده فرآوری برنج در یک کارخانه شالیگری پیشرفته به صورت زیر است:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1- ورود شلتوک | 2- مرحله تمیز کردن شلتوک |
| 3- مرحله تصفیه شلتوک | 4- مرحله خشک کردن |
| 5- مرحله سنگ گیری | 6- مرحله پوست گیری |
| 7- مرحله غربال | 8- مرحله سفید کردن |
| 9- مرحله بوجازی | |

در مراحل دوم و سوم جهت جداسازی اضافات و خارج کردن آن ها عملیاتی صورت می یزیرد تا بدین ترتیب بازده نهایی کار افزایش یابد. در مرحله چهارم نیز خشک کردن شلتوک تا رسیدن به رطوبت مطلوب صورت پذیرفته و در مرحله پنجم نیز سنگ ها جدا می شوند. در مرحله ششم، پوسته اولیه شلتوک جدا شده و برنج ذهوه ای تولید می شود. در مرحله هفتم با اعمال عملیات غربال، دانه های شلتوک جدا شده و مجدداً به دستگاه پوست گیر بر می گردند. در هشتمین مرحله، پوسته دوم شلتوک نیز از آن جدا شده و برنج سفید تولید می شود. در آخرین مرحله هم دانه های سالم برنج از آن جدا شده و کیسه گیری می شوند. با کاهش میزان ضایعات صنایع تبدیلی برنج می توان گام مهمی را افزایش برنج سفید حاصله و رسیدن به خودکفایی در تامین نیاز کشور برداشت.

بررسی ضایعات برنج و راهکار های مقابله با آن

ضایعات برنج می تواند مربوط به مسایل مختلفی همچون: وارپته ، نوع کاشت ، درو ، آفات و غیره باشد که با توجه به بحث پیگیری ضایعات در صنایع تبدیلی و فرآوری برنج به این بحث می پردازیم.

- مرحله انبار کزدن شالی : در این مرحله نه تنها با در نظر داشتن تمهیداتی جهت جلوگیری از حمله حشرات ، پرندگان و آفات توجه به این نکته کاملاً ضروری است که میزان رطوبت برنج در حین نگهداری آن تاثیر بسزایی در تعیین کیفیت نهایی آن و نیز میزان ضایعات خواهد داشت. به این منظور کف انبار نگهداری شلتوک باید بالاتر از سطح زمین بوده و به خوبی بتن کاری شده باشد. وجود سیستم تهویه مناسب نیز در حفظ رطوبت و دمای انبار مناسب خواهد بود. به طور متوسط میزان ضایعات انباری 5/43 درصد وزن محصول است. نتایج مختلف گزارش شده مبین این موضوع است که نوع مدیریت انبار در میزان خسارت تاثیر شگرفی دارد. دانه های شلتوک به عنوان یک موجود زنده کلیه اعمال حیاتی نظیر تنفس ، متابولیسم و رشد را انجام می دهد. با توجه به این فرآیند ها اگر شرایط نگهداری رعایت نگردد ، دانه اغلب با کاهش وزن مواجه خواهد شد. به طور کلی به دانه های شکسته ، جوانه زده ، صدمه دیده حرارتی ، کثیف و یا صدمه دیده در اثر حمله آفات به عنوان ناخالصی محسوب می شوند. دانه های صدمه دیده علاوه بر داشتن میزبانالای پوسته ، حاوی نشاسته و پروتئین کمتری بوده و از نظر آنزیم آمیلاز نیز در سطح بالایی هستند و در نتیجه حتی با کنترل دما و رطوبت هم مدت زمان ذخیره سازی آب ها کاهش خواهد یافت. میزان رطوبت کمتر از 13٪ باعث جلوگیری از رشد میکروب ها و نماتد ها می شود. رطوبت کمتر از 10٪ نیز توسعه بسیاری از آفات انباری و حشرات را محدود می کند. نماتد ها نیز در حرارت کمتر از 5 درجه و حشرات در کمتر از 15 درجه سانتی گراد توسعه نمی یابند. برنج قهوه ای طی نگهداری سخت تر شده و بازده کل و نیز برنج سالم تولیدی آن افزایش می یابد. قند کل ، سوکروز و دکستروز برنج قهوه ای طی دوره انبار داری پس از اندکی افزایش ، کاهش می یابد. میزان قند نیز در حرارت 25 درجه سانتی گراد تقریباً ثابت باقی می ماند. درجه حرارت 25 درجه سانتی گراد و یا کمتر و نیز میزان رطوبت بین 15 تا 13 درصد ، تاثیر کمتری بر رنگ برنج انبار شده دارد. در حالیکه حرارت 35 درجه سانتی گراد باعث گرایش رنگ برنج به سمت زرد می شود. میزان شلتوک نگهداری شده در انبار میزان کاهش آمینو اسید کمتری را نسبت به برنج قهوه ای از خود نشان می دهد. البته در طی مدت نگهداری مقدار ویتامین ها به تدریج کم می شود. با توجه به موارد فوق باید عنوان کرد که استفاده از شرایط بهینه جهت انبارسازی شلتوک و برنج بسیار مهم خواهد بود.

- مرحله خشک کردن : خشک کردن را باید مهم ترین مرحله در فرآوری برنج دانست. بنابراین بهینه سازی این مرحله نقش مهمی را در بازده ، کاهش ضایعات و نیز کاهش میزان مصرف انرژی خواهد داشت. رطوبت شالی برداشت شده بین 23-15٪ است که این مقدار جهت انبار کردن باید به 14٪ برسد. دو نوع متداول خشک کن هایی که هم اکنون مورد استفاده قرار می گیرند شامل انواع خشک کن های خوابیده و ایستاده است که به ترتیب اولی در شالیکوبی های سنتی و دیگری در شالیکوبی های پیشرفته است. در خشک کن های خوابیده عبور جریان هوای داغ از بستر موجب خشک شدن شلتوک ها می گردد. مشخص شده است که با توجه به اتیاشتن شلتوک ها در مخزن شلتوک احتمال وجود تفاوت رطوبت دانه های شلتوک بین بخش های مختلف متفاوت خواهد بود که با توجه به اینکه رطوبت نقش بسیار تعیین کننده ای در بحث فرآوری دارد احتمال کاهش بهره وری افزایش خواهد یافت. این در صورتی است که در دانه های شلتوک در مخزن خشک کن های ایستاده نوین دایما در حال چرخش

هستند و بنابراین رطوبت نهایی شلتوک‌ها یکنواخت‌تر خواهد بود. در پایان این مرحله رطوبت متوسط در حدود 11٪ خواهد بود. درجه رطوبت و حرارت بالا و درجه تبدیل پایین سبب تشدید تولید عطر برنج می‌گردد. معمولاً پس از درو کردن شالی، محصول برداشت شده بین 72 تا 24 ساعت در سطح مزرعه باقی می‌ماند. بدیهی است با توجه به عدم یکنواختی رطوبت هوا، تبادل رطوبت به صورت جذب و دفع‌های متوالی صورت می‌پذیرد که این امر سبب افزایش سستی دانه‌ها، ترک خوردگی و یا شکستگی می‌شود. به طور کلی می‌توان عنوان کرد که رطوبت شلتوک بیش از 15٪ است و مشخص شده است که در دامنه 14 تا 10 درصد به ازاء هر 1٪ کاهش

رطوبت دانه، عملکرد به میزان 3 تا 0/7 درصد افزایش یافته است. طبق تحقیقات انجام گرفته مناسب‌ترین میزان رطوبت برای فرآوری دو رقم نعمت و فجر محدوده 11 تا 10 درصد و برای ارقام ندا و ساحل 12 تا 11 درصد است (هدایتی پور، عارفی، رشیدی-1382). به طور عمده در استان مازندران رطوبت 12٪ را برای شروع فرآوری شلتوک در نظر می‌گیرند در صورتیکه مطابق با نتایج آزمایشات هدایتی پور و همکاران محدوده رطوبتی 10٪ یا کمتر جهت تبدیل مقادیر بهینه تری به نظر می‌رسند. گزارش‌های تحقیقاتی نشان دهنده آن هستند که تنش‌های حاصل از تغییر یک درصد رطوبت، 100 برابر بیشتر از تنش‌های حاصل از تغییر یک درجه حرارت به اندازه یک درجه سانتی‌گراد است. عدم خشک کردن به موقع شلتوک برنج می‌تواند منجر به بروز فساد میکروبی و جوانه زنی دانه پس از 48 ساعت شود. ناگاتو تغییر رطوبت دانه را در سه مرحله زیر طبقه‌بندی نموده است:

- 1- مرحله‌ای که از نظر فیزیولوژیکی با افزایش وزن خشک، رطوبت دانه کاهش می‌یابد.
 - 2- مرحله‌ای که رطوبت دانه به مدت 10 روز در حدود 28٪ ثابت باقی می‌ماند.
 - 3- مرحله‌ای که رطوبت دانه به طور فیزیکی و تحت شرایط آب و هوایی کاهش می‌یابد.
- وی معتقد است که چون محتوای رطوبت دانه در دو مرحله اول تحت تاثیر شرایط آب و هوایی فرار نمی‌گیرد لذا احتمال بروز ترک در دو مرحله اول منتفی است و ترک خوردگی طی خشک کردن در مزرعه و یا در خشک کن‌های کارخانه‌های شالیکوبی و در مرحله سوم اتفاق می‌افتد. میزان رطوبت نهایی دانه به نوع رقم، رطوبت اولیه، درجه حرارت دانه، درجه حرارت مرحله خشک کردن، میزان رطوبت نسبی و روش خشک کردن بستگی دارد. جهت اعمال خشک کردن نیز نوع چند مرحله‌ای آن پیشنهاد می‌گردد. خشک کردن چند مرحله‌ای شیوه‌ای است که طی آن بین هر مرحله شلتوک از خشک کن خارج و به داخل سیلوهای استراحت منتقل می‌گردد تا رطوبت آن به آرامی به سطح دانه انتقال بیابد. تجددی طلب و همکارانش در 1380 با تحقیق بر روی رقم خزر و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به این نتیجه رسیدند که در روش خشک کردن یک مرحله‌ای شلتوک با رطوبت اولیه 19/6٪ حاوی 25/15٪ دانه خرده خواهد بود در حالیکه در روش خشک کردن سه مرحله‌ای با همان میزان رطوبت اولیه میزان تولید نیم دانه به 24/09٪ می‌رسد. تحقیقات بعدی ایشان نیز نشان داد که شلتوک با رطوبت اولیه 21/8٪ در روش سه مرحله‌ای 8/95٪ تولید برنج خرده داشته در حالیکه در روش یک مرحله‌ای و با همین میزان رطوبت، 12/88٪ نیم دانه تولید شده است. بنابر نتایج این تحقیق معلوم می‌شود که روش خشک کردن اثر معنی‌داری بر بازده تبدیل ندارد بلکه تعداد مراحل انجام این عملیات موثر خواهد بود.
- مرحله تمیز کردن شالی: این عمل توسط دستگاه‌های خاصی در کارخانجات شالیکوبی پیشرفته صورت می‌پذیرد و با انجام آن هر گونه اضافات و گرد و غبار و غیره از دانه‌های شلتوک جدا می‌شود و بدین ترتیب، دانه‌ها یکنواخت‌تر شده و در نتیجه بازده حرارت دهی افزایش می‌یابد. طبق بررسی‌های صورت گرفته بیش بوجاری کردن بر بازده تولید برنج سفید از شلتوک موثر است. در سطح صنعتی درصد خرده برنج در شلتوک‌های کاملاً

بوجاری شده با مقدار 13/72% بوده است در حالیکه در شلتوک های غیر بوجاری شده میزان تولید خرنه برنج به 23/68% می رسد. در ارتباط با درصد تولید برنج سالم نیز باید گفت که شلتوک کاملاً بوجار شده دارای بازده 86/36%، شلتوک نیم بوجار 77/36% و غیر بوجار 76/49% بوده اند. در سطح آزمایشگاهی نیز در یک دوره از آزمایشات میزان درصد تولید خرده برنج برای شلتوک های کاملاً بوجاری شده 17/46%، شلتوک های نیم بوجار 18/95% و شلتوک های غیر بوجار 20/79% بوده است.

بوجاری کردن شلتوک اولین مرحله تمیز کردن پس از خرمن شالی برداشت شده است که با حذف مواد خارجی و کاهش هزینه خشک کردن و جلوگیری از تخریب آن ها طی نگهداری می گردد. این عملیات می تواند توسط یک یا دو روش توام صورت پذیرد. ناخالصی ها عموماً توسط الک های چرخشی (لرزشی)، آسیپراتورها، سنگ گیر و جداکننده های مغناطیسی جدا می گردند. برای جداسازی قطعات بزرگ تر می توان از الک هایی با روزنه هم قطر دانه شلتوک استفاده کرد و برای جداسازی قطعات کوچک تر مثل ذرات شن هم می توان از الک های با منافذ کوچک تر از قطر دانه های شلتوک بهره گرفت. حرکت سریع تر الک باعث چرخش، غلتیدن و در نتیجه حضور بیشتر دانه بر روی الک و جداسازی موثر مواد می شود. سرعت بیش از حد بالای دستگاه نیز منجر به غلتیدن و حرکت بیش از اندازه دانه به سمت بالا و در نتیجه جداسازی ناقص ناخالصی ها از شلتوک می گردد.

مرحله پوست کردن: در این مرحله پوسته اولیه شلتوک از آن جدا می گردد و دانه حاصله برنج قهوه ای نامیده می شود. فرسودگی و یا عدم تنظیم دستگاه ها سبب افزایش تولید نیم دانه می گردد. بهمین سبب باید لاستیک های دستگاه پوست کن را تحت کنترل دائمی و تعویض در صورت نیاز قرار داد. در صورت خرابی و تیتلاتور نیز پوسته کنده شده به طور کامل از دستگاه جدا نشده و با دانه های برنج قهوه ای مخلوط می گردد. بروز این اتفاق می تواند سبب استهلاک در دستگاه سفید کن و نیز کاهش بازده شود. در صورت عدم تنظیم تسمه و پروانه نیز ممکن است بخشی از برنج قهوه ای از دستگاه خارج شود.

- مرحله سفید کردن: برنج قهوه ای در این مرحله با از دست دادن پوسته دوم خود تبدیل به دانه های برنج سفید می گردد. این پوسته با عبور از میان کاردک و تویی دستگاه تراشیده می شود. بدیهی است که هر چه میزان تراش بیشتر باشد، دانه برنج تولیدی شیشه ای تر خواهد شد. تنظیم درست فاصله بین کاردک و تویی تاثیر بسزایی در کاهش میزان خرد شدگی دانه ها دارد.

- مرحله بوجاری کردن: در صورت بهره مندی از دستگاه های مناسب می توان از بقایای سبوس باقیمانده که در این مرحله از دانه های برنج جدا می شود در صنعت تغذیه دام و طیور بهره گرفت. هم اکنون این کار به صورت تولید سبوس نرم و سبوس دوکوب صورت می پذیرد. به دلیل عدم بهینه بودن تولید در کارخانجات شالیکوبی در ایران، امکان جمع آوری و استخراج روغن از سبوس فراهم نمی باشد.

- مرحله کیسه گیری: در صورت عدم دقت در این مرحله ممکن است بخشی از دانه ها بیرون ریخته و هدر روند.

- نقش پارویلینگ در کاهش ضایعات برنج

پارویلینگ یکی از روشهای هیدروترمال که بعنوان یکی از تکنولوژی های پس از برداشت بر روی شلتوک اعمال می گردد. در مرحله خیساندن، شلتوک را در آب می خیسانند که طی آن میزان رطوبت شلتوک به 45-24% خواهد رسید. (بستگی به دمای خیساندن دارد) باید توجه داشت که دما بر سرعت جذب آن مؤثر است. بطوریکه هر چه دما کمتر باشد، سرعت جذب آب نیز کمتر خواهد بود که این مسئله ارتباط مستقیمی با برخی از خصوصیات آب

مرحله، از جمله فشار بخار، ویسکوزیته، دانسیته، و کشش سطحی دارد با جذب آب توسط دانه های برنج در این گرانولهای نشاسته در دمایی پایین تر از دمای ژلاتینه شدن به سبب فرم ژله ای که در اثر جذب آن پیدا می کند.

حالت ژلاتینه به خود گرفته و سبب پر شدن درزها و شکافها می شوند. جذب آب در این مرحله در دو فاز کاملاً مشخص صورت می پذیرد. در فاز اولی به جهت ورود آب به پوسته و منافذ بین گوشته و پوسته و همچنین مویینه آب توسط منافذ کم عمق سطحی پوسته خارجی است. خیساندن شلتوک در آب محدوده دمایی محیط بسته به شرایط دیگر و واریته شلتوک تا 48 ساعت به میزان رطوبت مورد نظر (مثلاً حدود 30٪) خواهد رسید و این در حالی است که خیساندن در دماهای بالاتر (مثلاً 60 درجه سانتی گراد) می تواند در طی دو تا چهار ساعت صورت پذیرد. در برخی از روشهای ابداعی جدید نیز با خیساندن در خلأ و یا تحت فشار مدت زمان لازم را کمتر کرده اند. جهت اعمال پارابولینگ به ازای هر یک تن شلتوک، 1300 کیلوگرم آب مورد استفاده قرار می گیرد. در مرحله بخار دادن جهت تکمیل عملیات ژلاتینه شدن مورد استفاده قرار می گیرد بطوریکه بخار با افزایش میزان رطوبت در دسترس به شکل کندانس شده، سبب کاهش میزان رطوبت شلتوک نیز نمی گردد. از دیگر محاسب استفاده از بخار، حجم بالای حرارت آن است. در طول مدت بخار دادن، گسترش و پخش مواد محلول در آب در داخل شلتوک که از زمان خیساندن شروع شده ادامه یافته و افزایش می یابد. نیافت گرانولی آندوسپرم در حین ژلاتینه شدن منجر به ایجاد شکاف می شود. آندوسپرم به *carypsis* حالت چسبناک به خود می گیرد. هر گونه شکستگی در می آید. اکثر واکنشهای زیستی متوقف و آنزیم ها غیر فعال می شوند. اگر *transluloennt* حالت فشرده و آندوسپرم بطور کامل ژلاتینه شدن بطور کامل انجام پذیرد. اگر درجات بیشتری از ژلاتینه شدن اتفاق بیفتد به شکل تر باشد، چسبندگی بیشتری بین لایه های *deepness* سفید شدن دانه، خود را نشان می دهد. هر چه که رنگ و آندوسپرم وجود دارد. دما و زمان بخار دادن باید متناسب با *germ scutellum* و بین *perisperm* مختلف خصوصیات مطلوب محصول نهایی اعمال شود. شلتوک پارابویل شده باید تا رسیدن به رطوبت 16٪ تا 14 خشک شود. چون بدین صورت خصوصیات بهینه را در جهت فرآوری و افزایش قابلیت انبار داری پیدا می کند. در هندوستان، خشک کردن در فضای باز سنگفرش شده مخصوص در شالیکوبی ها انجام می گیرد. شلتوک ها ابتدا تا رطوبت 16٪ تا 14 برسد. عملیات خشک کردن در برخی از شالیکوبی های مدرن در خشک کن های مکانیکی توسط هوای داغ صورت می پذیرد. یکی از نکته مهمی که در حین خشک کردن باید مورد توجه قرار بگیرد این است که عملیات باید در دو مرحله صورت پذیرد. اگر خشک کردن فقط در یک مرحله تا رطوبت زیر 18٪ انجام گیرد، آنگاه میزان خرد شدگی دانه ها افزایش پیدا خواهد کرد. اما اگر پس از مرحله ابتدایی خشک کردن، مرحله دوم یعنی کاهش رطوبت تا میزان مطلوب انجام بگیرد، خرد شدگی به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت. برنج پارابویل شده نسبت به برنج خام مدت طولانی تری را جهت رسیدن به سفید کردن نیاز دارد بطوریکه مدت زمان لازم ممکن است به 3 تا 4 برابر برسد. اگر بخواهیم میزان سبوس تولید شده از شلتوک پارابویل شده و غیر پارابویل شده را در حین فرآوری نهایی جهت تولید برنج به یک اندازه برسانیم باید میزان سفید کردن در برنج پارابویل شده را کمتر انجام دهیم. برای مثال به جهت اینکه میزان سبوس خارج شده از دانه شلتوک به مقدار 80٪ برسد، برنج پارابویل شده باید حدود 3٪ اما برنج خام تا 4٪ سفید کردن شوند.

برای رسیدن به یک حد مطلوب از خروج سبوس از دانه شلتوک (برای مثال تا 80 درصد) اعمال پارابولینگ نتیجه از طول برنج دانه سالم را تا 3/5٪ افزایش $\frac{1}{4}$ کار نهایی را 1/5٪ تا 1 و خرد شدگی در دانه های برنج به میزان

می‌دهد. در جدول (2-7) ارزش تغذیه ای برنج و برخی از محصولات تولیدی از آن نشان داده شده است. مشخص است که میزان مواد مغذی در سبوس برنج از آندوسپرم آن بیشتر است. در حین پارابولینگ برخی از ترکیبات آندوسپرم شکسته و در آن پخش می‌گردند و بدین ترتیب میزان خروج آنها کمتر خواهد شد. البته روشهای نوین پارابولینگ بازده بیشتری نسبت به روشهای قدیمی تر از خود نشان می‌دهد. در حدود 70 درصد از برنج در دانه های پارابویل شده به روش نوین پارابولینگ در دانه باقی می‌مانند و این در حالی است که B ویتامین در روش قدیمی تا فقط تا 30 درصد از آن حفظ می‌شد. کیفیت پخت برنج به عوامل متعددی از جمله: زمان پخت، قابلیت حجم دانه ها، رنگ و مواد جامد و چسبناکی آن دارد. برنج خام پس از حدود 20 تا 15 دقیقه پختن در آب جوش بطور کامل نرم و پخته می‌شود در حالی که مدت زمان لازم برای رسیدن به همین مقدار نرم شدگی و پختگی در برنج پارابویل شده در حدود 40 تا 30 دقیقه است. میزان بادکردگی یا افزایش حجم در واقع همان تفاضل حجم اولیه و حجم نهایی دانه های برنج است. میزان جذب آب توسط دانه های برنج پارابویل شده کمتر از مقدار آب جذب شده توسط دانه های برنج خام در مدت زمان خیساندن مساوی جهت پخت می‌باشد. اما اگر برنج پارابویل شده و بزنج خام تا یک اندازه مساوی از درجه نرم شدن بپزند، آنگاه برنج پارابویل شده، میزان بیشتری نسبت به برنج پارابویل نشده جذب می‌کند، بدون اینکه شکل خود را از دست بدهد. افزایش ابعاد نیز بصورت نسبت بین ابعاد اولیه و ابعاد نهایی پس از پخت در نظر گرفته می‌شود. افزایش بعد در برای دانه های برنج پارابویل شده پس از پختن بیشتر از برنج معمولی است اما افزایش طول دانه تغییرات خاصی را نشان نمی‌دهد. از دست دادن مواد جامد موجود در دانه ها در برنج پارابویل شده نسبت به برنج معمولی خام کمتر است. تغییر رنگ در دانه های برنج در هنگام اعمال پارابولینگ از نوع واکنشهای قهوه ای شدن غیر آنزیمی میلارد است که می‌تواند توسط بیسولفیت ها آغاز شود. پیگمان های رنگ دار موجود در پوسته نیز که ممکن است در داخل آندوسپرم پخش شده باشند بر روی رنگ دانه ها تأثیر بگذارند.

منابع و مآخذ

- 1) چابرا، د.، کاشانی نژاد، م.، رفیعی، ش. 1384 - بررسی خطوط مختلف فرآوری برنج و مقایسه میزان ضایعات در آن ها - شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- 3) چابرا، د.، کاشانی نژاد، م.، رفیعی، ش. 1384 - نقش پارابولینگ در کاهش میزان ضایعات برنج - شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- 4) میر سهیل، ت. 1369 - ضایعات برنج - نشریه 34 طرح توسعه کشاورزی حوزه آبریز هراز - جهاد کشاورزی
- 5) بی‌نام (1376). برنج در آینه آمار. انتشارات اداره کل آمار و اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی.
- 6) ن.ل. کنت - نیکوآراسته - تکنولوژی غلات - آستان قدس - 1370
- 7) علیزاده، م. 1381 - بررسی میزان ضایعات سیستمهای مختلف تبدیل برنج در کارخانه های شالیکوبی استان گیلان و ارائه راهکارهایی جهت تقلیل آن ها - موسسه تحقیقات برنج واحد رشت
- 8) پیمان، ح.، علیزاده، م.، مینایی، س. 1377 - بررسی عملکرد کارخانه های برنجکوبی استان گیلان وضعیت موجود، مسائل و مشکلات، راهکارها - موسسه تحقیقات برنج واحد رشت.
- 9) طباطبائی فر، ا.، رفیعی، ش. 1381. چگونگی توزیع رطوبت در مخزن خشک کن نوع خوابیده طی فرآیند خشک کردن شلتوک. مجله علوم کشاورزی ایران. 4: 755-761

- 10) هدایتی پور، ا. و همکاران 1382- بررسی تاثیر دمای خشک کن و رطوبت نهایی شلتوک بر درصد شکستگی و درصد دانه ترک دار در ارقام پر محصول استان مازندران - موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت آمل
- 11) تجددی طلب، ک.، سودبخش، م.، صانع دوست، ا.، رفیعی، ن.، کاسب، خ. - اثر پخش بوجاری کردن بر راندمان خشکاندن و تبدیل شلتوک برنج - موسسه تحقیقات برنج کشور معاونت آمل

12) Chakraverty, A. 1988. Post Harvest Technology of Cereals, Pulses and Oilseeds Agricultural Engineering, 13(1): 15-18.

13) Anonymous. 2000. FAO Organization. Available on the WWW.FAO.Org