بررسی و ارزیابی مقایسه ای فرایند تبدیل برنج با ترکیبات مختلف ماشینهای تبدیل

سید جعفر هاشمی، رضا طباطبائی کلور
استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، کیلومتر 9 جاده دریا، صندوق پستی 578
تلفکس و ایمیل: 14-3822712-0151 - 3822716-0151
آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده:r.tabatabaei@sanru.ac.ir

چکیده

بهینه سازی سیستمهای تبدیل با اصلاح خشک کن ها، پوست کن ها و سفیدکن ها و روشهای اپراتوری به انضمام شناخت از مشخصات فیزیکی محصول در قبل و بعد از مراحل فوق میسر خواهد بود. در این تحقیق وضعیت موجود در فرایند تبدیل (مراحل خشک کردن، پوست کندن و سفید کردن) برای دو رقم (طارم و خزر) در کارخانه های شالیکوبی شالیکوبی حوزه ابریز هراز با ترکیبات مختلف ماشینها ی تبدیل مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. مدت زمان خشک کردن شالی در خشک کننده های ثابت بستر افقی حدود 48 ساعت بود. میزان رطوبت اولیه شالی و رطوبت نهایی (بعد از خشک کردن) از روی تجربه تعیین می شد. میزان متوسط رطوبت اولیه شالی تحویلی کشاورز حدود 14٪ (13 الی 15 درصد) بود که بعد از خشک کردن به حدود 6 الی 7 درصد کاهش می یافت. بر اساس آزمایش مقایسه ای تبدیل، میزان ترک از 15٪ قبل از خشک کردن به حدود 44٪ بعد از خشک کردن افزایش یافت. میزان سفیدی برنج بوجاری شده با درجه بالا حدود 40 بود. عموما ارقام طارم و خزر موجود در فروشگاهها دارای کیفیت خوب با میزان خرد پائین می باشند . با توجه به داده ها، در میزان رطوبت پائین (6 الی 7 درصد) مقدار انرژی مصرفی جزئی افزایش پیدا کرده که بالطبع نیروی بیشتری برای فرایند سفید کردن مورد نیاز بوده که به دنبال آن میزان هزینه ها افزایش می یابد . در صورت استفاده از ماشینهای اینگلبرگ، میزان ضایعات کمی و کیفی برنج در رطوبت پائین افزایش یافت.

کلمات کلیدی: برنج، فرایند تبدیل، شالیکوبی

مقدمه

تاسیسات فرآیند بعد از برداشت در ایران کاملا سنتی بوده و از خشک کنهای ثابت بستر افقی به همراه پوست کن و سفید کن نوع اینگلبرگ به انضمام تمیز کننده و بوجار برنج استفاده می شود [کاپیک، 1376]. ارتفاع نامناسب شالی و روش ارسال حرارت در خشک کنهای ثابت بستر افقی جزء شرایط نامناسب خشک کردن محسوب می گردد. تعدادی از محققین گزارش نمودند که خشک کردن شالی در شرایط نامناسب و سپس قرار دادن بلافاصله دانه خشک شده در شرایط محیطی با رطوبت نسبی بالا منجر به افزایش بیش از حد ترک خواهد شد[Perdon et al., 2000; Sharma & Kunze, 1982]. به موازات مرحله خشک کردن، مراحل پوست کندن و سفید کردن برنج هم حائز اهمیت بوده و نقش بسزائی در تعیین ارزش تجارتی آن موقعی که به صورت یک کالا عرضه می گردد ایفا می کند. اساسا وضعیت واقعی و عملی مراحل خشک کردن و تمیز کردن برنج تاثیر بسزائی در وضعیت آن در مراحل تبدیل دارد.

بر اساس بررسی های آماری انجام شده بر روی وضعیت بعد از برداشت برنج در کشور توسط وزارت جهاد کشاورزی [کاپیک، 1376]، میزان ضایعات بیش از 28٪ بوده که غالبا در مراحل خشک کردن و تبدیل بواسطه تلفیق میزان رطوبت نهایی بسیار پائین و درجه حرارت خشک کردن بالا می باشد [Hashemi et al., 2006].

اصلاح سیستم تبدیل می بایست با اصلاح خشک کن ها، پوست کنها و سفیدکنها و روشهای اپراتوری به انضمام شناخت از مشخصات فیزیکی محصول در قبل و بعد از مراحل فوق میسر خواهد بود لذا باید هم در سطح مزرعه و هم در سطح کارخانه نقش ماشینها ی تبدیل را به صورت مرتبط با یکدیگر به منظور اصلاح سیستم موجود ، شناخته و مورد بررسی قرار دهیم. هدف از اجرای این تحقیق بررسی و شناخت وضعیت موجود فرایند تبدیل در کارخانه های شالیکوبی و جمع آوری داده ها ی واقعی از مراحل خشک کردن، پوست کندن و سفید کردن می باشد. همچنین به منظور بررسی چگونگی ایجاد ضایعات کمی در انواع ماشینهای تبدیل و ترکیبات آنها در رطوبتهای مختلف، آزمایشهای مقایسه ای تبدیل با ترکیباتی از ماشینهای تبدبل موجود در سطح منطقه صورت گرفت.

مواد و روشها

در این مطالعه از ده کارخانه شالیکوبی واقع در منطقه آمل و فریدونکنار بازدید بعمل آمد و مشخصات مربوط به دستگاهها و مراحل خشک کردن، پوست کندن و سفید کردن جمع آوری گردید . در این بررسی، انتخاب کارخانه ها بر اساس ترکیب ماشینهای مختلف تبدیل بشرح ذیل انجام گردید (جدول 1)

الف- پوست کن نوع اینگلبرگ و سفید کن نوع اینگلبرگ

ب- پوست کن – سفید کن نوع اینگلبرگ (یک ماشین هر دو کار را انجام می دهد)

ج- پوست کن لاستیکی و سفیدکن نوع اینگلبرگ

ارقام برنج مورد مطالعه عبارت بودند از طارم و خزر که رقم غالب منطقه بوده و در اغلب شالیکوبی های مورد بازدید وجود داشت. فرایند موجود در خشک کردن شامل مشخصات فیزیکی خشک کنهای موجود به همراه سیستم تهیه هوای گرم، درجه حرارت خشک کن، زمان مورد استفاده، رطوبت اولیه و ثانویه محصول مورد بررسی قرار گرفت.

برای مراحل پوست کنی و سفید کردن غالبا از ماشینهای نوع اینگلبرگ استفاده می شود. در این مرحله در هر یک از شالیکوبی ها عوامل مختلف مربو ط به ماشین و عملیات کار ثبت شد . علاوه بر این پارامترهایی از قبیل درجه تبدیل، مشخصات کاربردی ماشین تبدیل، میزان انرژی مصرفی، راندمان پوست کنی و تبدیل، سختی دانه، میزان سفیدی، میزان دانه های کامل و شکسته برای ارقام خزر و طارم مورد ارزیابی قرار گرفت.

به منظور بررسی چگونگی ایجاد ضایعات کمی در انواع ماشینهای تبدیل و ترکیبات آنها موقعی که اختلاف در زمان خشک کردن شالی وجود داشته باشد (میزان رطوبت مختلف)، از میان ده کارخانه شالیکوبی، کارخانه های شماره 2، 8، و 10 با ماشینهای نمونه مجهز به ترکیب مختلف دستگاه ها مطابق جدول 3 انتخاب گردید.

جدول 1- فهرست کارخانه های شالیکوبی منطقه مورد بازدید

شماره	نام کارخانه	ماشین های موجود	موقعیت جغرافیایی	ملاحظات
1	سعید کلا	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل- سعید کلا	دو خط تبدیل (بعد از پیش بوجار)
2	اطمینان	مخزن دریافت + خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل- اسلام آباد	دو خط تبدیل (بعد ازپوست کن)
3	یزدانی	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (غلطکی)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	فریدون کنار	دو خط تبدیل (بعد ازپوست کن)
4	هاشمی پور	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل	مخزن دریافت شالی- مجهز به بالابر
5	گرجی	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+	آمل- حسین آباد	یک خط تبدیل

		سفیدکن (اینگلبرگ)		
6	عباس زاده	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل- کلوده	دو خط تبدیل (بعد ازپوست کن)
7	عدالت	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ))	آمل- سعید کلا	یک خط تبدیل
8	مهدویه	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل- سائیچ محله	یک خط تبدیل
9	جباری	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (اینگلبرگ)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	آمل- ولیسده	دو خط تبدیل
10	جعفری	خشک کن+پیش بوجار+پوست کن (غلطکی)+ سفیدکن (اینگلبرگ)	فریدون کنار- سوته	چهار خط تبدیل (بعد ازپوست کن)

برای ایجاد اختلاف در زمان خشک کردن، 10 کیسه شالی (هر کیسه 60 کیلوگرم) رقم طارم بر روی کف خشک کن ثابت بستر افقی در کارخانه شماره 2 قرار گرفت. پنج کیسه بعد از 24 ساعت از زمان خشک کردن بیرون آورده شد و 5 کیسه باقیمانده به مدت 43 ساعت خشک شد. این دو نمونه برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. وضعیت رطوبت شالی در کارخانه ها، انتخاب درجه حرارت و زمان خشک کردن و همچنین روش تعیین میزان سفیدی و بازارپسندی محصول مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس بررسی بعمل آمده همه خشک کن ها در کارخانه های مورد بررسی از نوع بستر افقی و از جنس سیمانی بوده که دارای یک دریچه تخلیه می باشند. صفحه های چوبی جداشدنی در بخشی از هر خشک کن جهت تخلیه شالی خشک نصب شده است. این خشک کن ها دارای ابعادی به طول 6 متر، عرض 2 متر و عمق 0/6 الی 0/8 متر می باشند و تغذیه آنها به وسیله کارگر به روش دستی و نقاله صورت می گیرد . مشعل های مورد استفاده در خشک کن ها از نوع شوفاژی یا چهار شاخه بودند . کنترل درجه حرارت در مشعلهای شوفاژی بوسیله ترموستات و در مشعل چهارشاخه با تنظیم فاصله شعله از دمنده صورت می گیرد . دمنده های مورد استفاده در خشک کنها از نوع سانتریفوژ هستند. فرایند خشک کردن به صورت پیوسته می باشد. درجه حرارت خشک کردن به تدریج با گذشت زمان افزایش می یابد و شالی در پروسه خشک کردن همواره ثابت می باشد . بطور کلی زمان خشک کردن شالی در درون این خشک کنها حدود 48 ساعت طول می کشد. رطوبت اولیه قبل از ورود به خشک کن ورطوبت نهایی (بعد از خشک کردن) به روش تجربی اندازه گیری می شود.

نتایج بدست آمده از بررسی نمونه ها در مراحل مختلف تبدیل در جدول 2 آورده شده است. بر اساس بررسی بعمل آمده در مرحله قبل از خشک کردن، م یزان متوسط رطوبت اولیه شالی تحویلی کشاورز حدود 14٪ (13 الی 15 درصد) می باشد که بعد از خشک کردن به حدود 6 الی 7 درصد کاهش یافته است. میزان رطوبت نهایی تبدیل در مقایسه با ژاپن و دیگر کشورها بسیار کم است . در اغلب کشورهای تولید کننده برنج میزان رطوبت نهایی جهت تبدیل حدود 14٪ در نظر گرفته می شو د [ASAE 2004] بطوریکه در این رطوبت کیفیت برنج (بو و طعم) و قابلیت نگهداری آن در انبار حفظ می گردد . در ایران بدلیل وابسته بودن فرایند پوست کندن و سفید کردن با بازارپسندی، مزه و بوی برنج (با توجه به علاقه مردم) خشک کردن شالی تا رطوبت 6٪ ضروری می باشد. از نظر انبارداری میزان رطوبت پائینتر بهتر است (اما نه خیلی پائین) و از نظر تجارتی وزن برنج در رطوبت بالا بیشتر و

سود آن برای کشاورز بیشتر است. عقیده براین است که برنج در رطوبت 15٪ دارای سطح براق و شیشه ای با طعم مناسب می باشد [Wongpornchai, et al., 2004].

جدول2- نتایج آزمون نمونه ها

نمونه	شماره کارخانه شالیکوبی									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
* ترکیب ماشین (پوست کن + سفید کن)	E+E	E+E	R+E	E+E	E+E	R+E	E+E	E+E	E+E	R+E
رقم	طارم	طارم	طارم	طارم	طارم	خزر	خزر	خزر	طارم	خزر
رطوبت قبل از خشک کردن	14/6	14/3	14	15/7	13/6	14/4	14/4	14/5	13/8	14/1
رطوبت بعد از خشک کردن	9/7	5/1	5/1	8	8/5	6/7	6/4	7/2	6/5	7/1
دانه های شکسته قبل از خشک کردن	10	15	4	8	0	2	3	17	6	7
دانه های ترک دار قبل از خشک کردن	12	1	6	9	6	1	2	17	7	0
دانه های شکسته بعد از خشک کردن	9	7	13	8	23	2	4	16	7	2
میزان دانه های ترک دار از خشک کردن	35	6	6	7	36	51	1	12	20	21
سختی بعد از خشک کردن	11/3	17/6	17/5	15/6	15	17/6	16/6	16/9	15/2	18/8
برنج کامل	87/1	81/9	80	56/7	56/7	80/7	91/9	72/9	66/1	73/4
شکسته درشت	12/6	18	15	43/3	43/2	19/2	8/1	27	33/2	26/5
شکسته کوچک	0/3	0/1	0	0	0/1	0/1	0	0/1	0/7	0/1
میزان سفیدی بعد از غربال کردن	42/1	41/4	35/5	37/9	33/8	41/1	40/3	31/5	41/3	42

* E و R به ترتیب مخفف ماشین پوست کن یا سفید کن نوع اینگلبرگ و پوست کن نوع غلطکی است

کلیه داده ها بر حسب درصد می باشند

بر اساس گزارش این مطالعات، میزان برنج شکسته به پارامترهایی از قبیل خواص دانه، شرایط محیطی، خشک کردن و تبدیل وابسته می باشد [Nguyen & Kunze, 1984; Siebenmorgen, et al., 1998; Wongpornchai, et al., 2004].

بر اساس نتایج جدول 2، میزان دانه های ترک دار، در یک نمونه بیش از 20٪، در نمونه دیگر بیش از 30٪ و در چهار نمونه بیش از 10٪ بود که این مقدار بسیار زیاد می باشد . بنابرین می بایست عوامل ایجاد این ترکها را در مراحل برداشت و خرمنکوبی مورد لحاظ قرار داد. بعد از خشک کردن میزان ترک در سه نمونه حدود 40 الی 50٪، در چهار نمونه حدود 20 الی 30٪ ، در دو نمونه حدود 15٪ و در یک نمونه کمتر از 10٪ بوده است.

معمولا میزان رطوبت نهایی و ترک دانه به یکدیگر وابسته می باشند و نظر کلی بر این است که با کاهش درصد رطوبت میزان ترک افزایش می یابد [Hashemi et al., 2006] اما با توجه به بررسی های انجام شده ، میزان ترک به عوامل دیگر ی نیز بستگی دارد که از آن جمله می توان به روش خشک کردن، مدت نگهداری بعد از برداشت، محیط رشد و روش برداشت اشاره کرد [Perdon et al., 1997]

سختی دانه ارتباط نزدیکی با رطوبت دانه دارد . بطور معمول در رطوبت بالا سختی کمتر می باشد . سختی بیشتر دانه، راندمان تبدیل را افزایش داده و میزان دانه شکسته کمتر است .

بر اساس نتایج بدست آمده از قسمت پوست کنی کارخانه های بازدید شده، سه کارخانه دارای پوست کن نوع لاستیکی بوده و مابقی دارای نوع اینگلبرگ بوده اند. میزان پوست کنی در دو کارخانه دارای پوست کن لاستیکی به ترتیب 37/2 و 18/7 درصد و در یک کارخانه دیگر بیش از 70 درصد بدست آمد. این نشان دهنده آن است که پوست کنهای موجود در کارخانه بیشتر جنبه نمایشی دارند و بعلت هزینه زا بودن آنها و تعویض لاستیک به ازای ساعت کارکرد معینی فشار کمتری به آنها وارد می شود.

آزمایش مقایسه ای تبدیل

نتایج آزمایش مقایسه ای مربوط به چگونگی عملکرد ترکیب انتخابی ماشینهای تبدیل در جدول 3 آورده شده است. با توجه به جدول اگر چه زمان خشک کردن دو نمونه مختلف بود لیکن اختلاف کمی میان رطوبت نهایی دو نمونه بجز نمونه ای که در کارخانه شماره 2 تبدیل گردید وجود دا رد. با بررسی این میزان اختلاف در دو نمونه، چنین تصور می شود که رطوبت شالی در قسمت تحتانی خشک کن، بعد از 24 ساعت به میزان رطوبت نهایی جهت تبدیل می رسد. در حقیقت ممکن است یکی از دلایلی که شالی را تا رطوبت 6٪ خشک می کنند این باشد که بتوانند عدم یکنواختی را در لایه های مختلف تقریبا برطرف نمایند [Hashemi, 2005].

مطابق جدول 3 میزان ترک با خشک کردن افزایش می یابد . قبل از خشک کردن میزان ترک حدود 15٪ بود که این میزان بعد از فرایند خشک کردن حداقل تا 18٪ و حداکثر تا 44٪ افزایش یافت. در مورد مقدار دانه های کامل نیز اگرچه اختلاف معنی داری در میزان رطوبت دو نمونه شالی وجود نداشت اما مشخص شد که مقدار دانه های کامل در شالی با رطوبت کمتر بیشتر می باشد.

جدول 3- نتایج آزمایش مقایسه ای تبدیل

موارد مورد بررسی	شالیکوبی شماره 2		شالیکوبی شماره 8		شالیکوبی شماره 10	
	نمونه 1	نمونه 2	نمونه 1	نمونه 2	نمونه 1	نمونه 2
ترکیب ماشینها (پوست کن +سفید کن)	اینگلبرگ + اینگلبرگ		اینگلبرگ		لاستیکی + اینگلبرگ	
رطوبت قبل از خشک کردن (٪)	14/1	14/7	12	14	13	15
دانه های ترک دار قبل از خشک کردن (٪)	15	17	14	16	10	11
مدت زمان خشک کردن (ساعت)	43	24	43	24	43	24
رطوبت بعد از خشک کردن (٪)	6/6	9/3	6/6	7/2	7/2	7/9
دانه های ترک دار بعد از خشک کردن (٪)	18	30	30	28	30	44
سختی بعد از خشک کردن (کیلوگرم)	15/5	14/3	16	14/3	13/8	15/4
میزان پوست کنی (٪)	60	55	-	-	96/7	94/4
محصول نهایی بعد از غربال کردن						
الف- میزان دانه های سالم	86/4	82	82/8	81	77/3	68/5
ب- میزان دانه های شکسته بزرگ	13/6	18	17/2	19	22/7	31/5
ج- میزان دانه های شکسته کوچک	0/07	0/47	0/04	0/15	0/33	1/72
سفیدی	38/5	40/4	39/3	38/7	43/2	39/5
درجه تبدیل (٪)	90/1	91/7	94/7	92	90/9	90/9
نسبت دانه های کامل به شالی (٪)	49	55	59/2	48/9	52/7	45/1
میزان دانه های سالم در برنج های خرد (٪)	9/5	4/75	42/9	18	1/55	3/55

آزمون بررسی و کنترل کیفیت

کنترل میزان رطوبت یا درجه تبدیل نیاز به تجربه طولانی مدت دارد به این دلیل که است فاده از دست جهت تشخیص موارد فوق در کارخانه های بررسی شده متداول است. لذا جهت مدیریت بهتر حرارت و رطوبت، هر کارخانه باید حداقل به یک رطوبت سنج مجهز باشد.

میزان سفیدی برنج در کارخانه های بررسی شده حداقل 31/5 و حداکثر 42/1 بود که اختلاف آن به خواص رقم و رطوبت تبدیل برنج بستگی دارد و غالبا میزان سفیدی رقم طارم حدود 40 می باشد. میزان دانه های کامل در کارخانه شماره 7 با 91/9 درصد در میان کارخانه های بازدید شده دارای بهترین راندمان بود . وونگپورنچای وهمکاران (2004) گزارش نمودند که سفیدی برنج تبدیل شده در حالتی که در درجه حرارت بالا خشک شود، کم

می باشد زیرا رنگ برنج در رطوبت کم، سفید مات می باشد و مصرف کننده های ایرانی غالبا این رنگ را ترجیح می دهند. دلیل آن استفاده طولانی مدت از این نوع برنج تبدیل شده بوده بطوریکه غیر از این بعنوان برنج با کیفیت پائین قلمداد می گردد [Wongpornchai et al., 2004].

نتایج آزمون کیفی برنج سفید موجود در بازار نشان داده شده است که:

- میزان دانه های شکسته رقم طارم در هر درجه ای که مورد بررسی قرار گرفت و در برنج فروشیهای مختلف غالبا یکسان و میزان سفیدی آنها بین 39-42 بود
- میزان سفیدی برنج با درجات بالا اغلب 40 بود (طارم درجه یک 45/4 هم بود) و عموما ارقام موجود در فروشگاهها دارای کیفیت خوب با میزان خرد پائین می باشند، البته در بعضی از نمونه ها مقدار کمی از دانه های دیگر و مواد مختلف با برنج اصلی (طارم و خزر) مخلوط بود.
- مخلوط بودن دانه های قر مز با برنج سبب کاهش ارزش آن می شود زیرا این نوع دانه ها دارای خطوط شیاردار قرمز می باشند و اگر به طور کامل سفید شوند بعلت عدم همسانی با برنج اصلی، به عنوان رقم دیگر قلمداد می گردند و سبب کاهش ارزش اقتصادی آن می گردند.
- در نمونه های مختلف تعدادی دانه گچی و جود داشت. دلیل عمده گچی بودن دانه، نارس و ناقص بودن هسته می باشد و این نوع دانه ارزش تجارتی برنج را کاهش می دهد.

منابع

کاپیک، 1376. بررسی روند تبدیل برنج در حوزه آبریز هراز، شماره 62 ، جایکا، وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

ASAE, 2004. ASAE Standards, *Food and processing Eng.*, *ASAE*, USA.

Hashemi, J., A. Borghei, N. Shimizu, and T. Kimura. 2005. Optimization of final moisture content of paddy in flat bed dryer with consideration of minimum losses and marketability. *J. of Agric. Sciences & Natural Resources of Khazar*, *3*: pp. 72-82.

Hashemi, J., N. Shimizu, and T. Kimura. 2006. Physical and cooking properties of aromatic rice during drying process by batch type dryer. Paper No. 066199. In proc. *Annual International Meeting of American Society of Agricultural Biological Engineers (ASABE)*. Portland, Oregon, USA. July 9 – 12.

Kunze, O.R. and S. Parsad. 1978. Grain fissure potential in harvesting and drying of rice. *Transactions of the ASAE*, *8*: pp. 396-399, 405.

Nguyen, C.N. and O.R. Kunze. 1984. Fissures related to post-drying treatments in rough rice. *Cereal Chem.*, *61*: pp. 63-68.

Perdon, A.A., B.P. Marks, T.J. Siebenmorgen,& N.B. Reid. 1997. Effects of rough rice storage conditions on the amylograph and cooking properties of medium-grain rice ev. bengal. *Cereal Chem.*, *74*: pp. 864-867.

Perdon, A.A., T.J. Siebenmorgen, and A. Mauromoustakos. 2000. Glassy state transition and rice drying: development of a brown rice state diagram. *Cereal Chem.*, *77*: pp. 708-713.

Sharma, A.D. & O.R. Kunze. 1982. Post-drying fissure developments in rough rice. *Transactions of the ASAE*, *25*: pp. 465-468, 474.

Siebenmorgen, T.J., Z.T. Nehus, &T.R. Archer. 1998. Milled rice breakage due to environmental conditions. *Cereal Chem.*, *75*: pp. 149-152.

Wongpornchai, S., K. Dumri, S. Jongkaewwattana, and B. Siri. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. *Food chem.*, *87*: pp. 407-414.