

رابطه راندمان برنج سفید سالم (HRY) با درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج در طی فرآیند خشک کردن

محمدهادی خوش تقاضا^۱، مجید سلیمانی^۲ و محمد شاهدی^۳
۱، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس،
۳، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۸/۹

خلاصه

پس از تولید و فرآوری محصول برنج، یکی از مسائل مهم تعیین راندمان برنج سفید سالم (HRY)^۱ است. این راندمان برابر است با: نسبت وزنی دانه های سالم برنج سفید بدست آمده به شلتوک تبدیل شده. روش آزمایشگاهی متداول برای تعیین HRY، نیاز به دستگاههای مخصوص و دقیق، وقت گیر و هزینه بر است. هدف از این مطالعه بررسی امکان استفاده از درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج جهت تعیین راندمان برنج سفید سالم بود. برای تهیه نمونه های شلتوک با مقاومت خمشی و درصد ترک متفاوت، از تیمارهای متفاوت خشک کردن استفاده شد. نتایج نشان داد با افزایش درصد شلتوک ترک خورده، مقاومت خمشی برنج کاهش یافت که در نهایت منجر به کاهش HRY گردید. همچنین همبستگی منفی بالایی ($R = -0.98$) میان راندمان برنج سفید سالم با درصد شلتوک ترک خورده و نیز همبستگی مثبت با متوسط مقاومت خمشی شلتوک ($R = 0.93$) وجود داشت. معادلات رگرسیون راندمان برنج سفید سالم با توجه به درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک محاسبه گردید. برآورد راندمان با اندازه گیری درصد شلتوک ترک خورده به علت سادگی، هزینه کمتر و دقت مناسب، ترجیح داده شد.

واژه های کلیدی: شلتوک برنج، راندمان برنج سفید سالم، مقاومت خمشی، ترک

مقدمه

سفید سالم (HRY) می باشد. این راندمان برابر است با: نسبت وزنی دانه های سالم برنج سفید بدست آمده به شلتوک تبدیل شده. هر چه مقدار راندمان مذکور بالاتر باشد، نتیجه گرفته می شود که محصول از کیفیت تبدیل بهتری برخوردار است (۴).

در ارتباط با شکنندگی برنج، گذشته از نوع رقم، از جمله عواملی که بر این ویژگی موثر میباشد، تنش هیبی است که در نتیجه جذب و یا دفع رطوبت در آن ایجاد می گردد. کانز و چاد هری تحقیقی را در ارتباط با تاثیر جذب و دفع رطوبت بر تنش ها و مقاومت بافتی شلتوک

یکی از مسائل مهم در تولید محصول برنج، کاهش ضایعات آن است. این ضایعات شامل برنج ترک خورده یا خرد شده می باشد. عمده ضایعات برنج در مرحله تبدیل (خشک کردن، پوست کردن، سفید کردن و درجه بندی برنج) بوجود می آید، که مرحله خشک کردن از حساسیت بیشتری برخوردار است (۲).

روش مورد استفاده که در حال حاضر برای تعیین کیفیت تبدیل از جمله در مرحله خشک کردن استفاده می شود، تبدیل آن به برنج سفید و تعیین راندمان برنج

برنج سفید مربوط به دو رقم به انجام رساندند. در انتها به این نتیجه رسیدند که آزمون فشار در هیچ یک از سه شکل برنج همبستگی خوبی با HRY ندارد. ولی آزمون خمشی با توجه به همبستگی بالا با راندمان برنج سفید سالم می‌تواند جایگزین مناسبی برای تعیین کیفیت تبدیل دو شکل شلتوک و برنج قهوه ای باشد.

روش آزمایشگاهی متداول جهت تعیین راندمان برنج سفید سالم (HRY) به کمک دستگاه پوست کن و سفید کن مخصوص و دقیق انجام می‌شود. همچنین مقدار نمونه نسبتاً زیادی (حداقل ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم) نیاز داشته و وقت گیر می‌باشد. این امکان وجود دارد که بتوان از آزمونهای جایگزین مثل درصد شلتوک آسیب دیده و یا آزمون تعیین مقاومت خمشی جهت تعیین راندمان برنج سفید سالم استفاده نمود.

اهداف این تحقیق عبارت است از:

- الف- بررسی همبستگی میان درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج با راندمان برنج سفید سالم (HRY)
- ب- ارائه معادلات مناسب برای تعیین HRY بر اساس مقاومت خمشی محصول و یا براساس درصد ترک.

مواد و روش ها

در این تحقیق از رقم بینام که از ارقام برنج دانه بلند و با کیفیت تبدیل متوسط استان گیلان است استفاده شد. رطوبت اولیه، به هنگام برداشت ۲۰/۶٪ بر پایه تر بود و بلافاصله پس از برداشت در کیسه پلی اتیلنی قرار داده شد تا رطوبت خود را از دست ندهد.

به منظور تهیه نمونه شلتوک با مقاومت خمشی و درصد شلتوک ترک خورده متفاوت، از تنش های حرارتی حاصل از تیمارهای مختلف خشک کردن استفاده شد. بدین منظور از عوامل دما (در پنج سطح: ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد)، سرعت جریان هوا (در دو سطح: ۰/۵ و ۲ متر بر ثانیه) و رطوبت محصول در انتهای فرآیند خشک کردن (در دو سطح: ۱۰/۵ و ۱۴ درصد بر پایه تر) استفاده شد. بنابر این در مجموع ۲۰ تیمار و هر تیمار خشک کردن در ۴ تکرار (وزن نمونه در هر تکرار حدود

انجام دادند (۵). طی این مطالعه آنان به این نتیجه رسیدند که در فرآیند خشک شدن، سلولهای خارجی دانه با از دست دادن رطوبت چروکیده شده و کاهش حجم پیدا می‌کنند. لذا در این حالت قسمت های داخلی و مرکزی دارای محتوای رطوبتی بالاتر نسبت به قسمت های سطحی می‌باشند. این پدیده منجر به ایجاد تنش کششی در سطح و تنش تراکمی در مرکز دانه می‌شود. در حالت جذب رطوبت، عکس این پدیده در دانه صورت می‌گیرد. یعنی باعث ایجاد تنش تراکمی در سطح و تنش کششی در قسمت مرکزی می‌شود. آنان همچنین به این نتیجه رسیدند که ترک خوردن دانه هنگامی رخ می‌دهد که تنش حاصل از تغییرات رطوبت (جذب یا دفع رطوبت) در آن، از توان کششی تجاوز کند.

متیوس و همکارانش ارتباط میان خرد شدن برنج در مرحله تبدیل با درصد شلتوک ترکدار را مورد بررسی قرار دادند (۷). آنان در تحقیق خود از روش عکسبرداری با اشعه X جهت تعیین درصد ترک استفاده کردند. که در نهایت این روش را روشی دقیقی ندانستند. پیمان و همکارانش مقاومت شکست شلتوک برنج را به کمک دستگاه ساده تست سختی که دانه را تا مرحله شکست تحت فشار قرار میدهد، اندازه گرفتند (۱). همچنین درصد ترک شلتوک را پس از پوست کندن آن و سپس تابش نور در زیر آن (بوسیله دستگاه ترک بین) تعیین نمودند.

نگوین و کانز در بخشی از تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که افزایش درصد شلتوک ترک خورده در یک نمونه با متوسط نیروی خمشی اندازه گیری شده جهت شکستن دانه های متعلق به آن نمونه، رابطه معکوس دارد (۹). عبارتی هر قدر درصد شلتوک ترک خورده در یک نمونه افزایش یابد، متوسط نیروی خمشی برای آن نمونه بیشتر دچار کاهش می‌شود.

لیو و سبینمرگن به منظور جایگزین نمودن روشی مناسب به جای روش مستقیم تبدیل شلتوک به برنج سفید و تعیین کیفیت تبدیل، مطالعه‌ای انجام دادند (۶). آنان از آزمون خمش و فشار بوسیله دستگاه اینستران بر روی نمونه های سه شکل برنج، یعنی شلتوک، برنج قهوه ای و

مشاهده قرار گرفت و تعداد دانه های ترک خورده بصورت درصد گزارش شد (۳).

به منظور تعیین مقاومت خمشی نمونه ها، از دستگاه اینستران مدل ۱۱۴۰ ساخت انگلیس (واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان، گروه علوم و صنایع غذایی) استفاده شد. برای تعیین این ویژگی، نیاز بود که دو سر شلتوک، روی دو تکیه گاه قرار گیرد و از وسط توسط تیغه (عاملی که نیرو را به نمونه وارد می کند)، نیروی خمشی به آن وارد شود و به هنگام شکستن دانه، نیروی شکست اندازه گیری شود (۸). به همین منظور پایه ای تهیه گردید که دو سر دانه شلتوک، روی دو تکیه گاه در دو سر پایه قرار می گرفت. و تیغه متصل به حس کننده و ثبات، نیرو را به وسط دانه وارد می کرد (شکل ۱). در زمان شکستن دانه نیروی عکس العمل وارد بر تیغه از طرف برنج، به بالاترین نقطه خود می رسید که توسط ثبات بصورت منحنی ثبت می گردید. نیروی اندازه گیری شده در نقطه ماکزیم منحنی، به عنوان نیروی شکست یا مقاومت خمشی برای هر دانه در نظر گرفته شد. برای اندازه گیری نیروی شکست (مقاومت خمشی)، از هر یک از نمونه ها، تعداد هفت دانه شلتوک بطور تصادفی انتخاب شد. میانگین نیروهای اندازه گیری به عنوان نیروی شکست آن نمونه گزارش شد. در انتها تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

خلاصه نتایجی که در اثر اعمال تیمارهای مختلف خشک کن (بیست تیمار) بر راندمان، درصد ترک و مقاومت خمشی (نیروی شکست) شلتوک حاصل آمد، در جدول شماره ۱ ارائه شده است. افزایش دما، افزایش سرعت جریان هوای خشک کن و کاهش رطوبت نهایی محصول، هر یک باعث افزایش درصد ترک و کاهش راندمان (HRY) گردید. یعنی مطابق با تحقیقات گذشته، تغییرات میزان ترک در اثر تیمارهای اعمال شده عکس تغییرات راندمان می باشد (۹). این مساله مشخص کننده این مطلب است که افزایش درصد شلتوک ترک خورده، مقاومت محصول را

۲۵۰ گرم) بطور همزمان در چهار دستگاه خشک کن اعمال گردید. عمل خشک کردن بوسیله خشک کن با بستر کم عمق (واقع در پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران) انجام گرفت. ضخامت بستر شلتوک حدود ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شد. رطوبت اولیه شلتوک با استفاده از اجاق برقی و در دمای 130°C طی ۱۶ ساعت بدست آمد (۱۰). کاهش میزان رطوبت برای هر تکرار بر اساس توزین و اندازه گیری میزان کاهش وزن مشخص شد. بدین منظور به فاصله ۱۰ دقیقه وزن نمونه تعیین گردید تا اینکه در نهایت رطوبت محصول به حد مورد نظر برسد. در انتها پس از انجام عمل خشک کردن نمونه ها بطور جداگانه داخل کیسه های پلی اتیلنی سه لایه ریخته و در آنها محکم بسته شد تا با محیط اطراف تبادل رطوبت وجود نداشته باشد.

پس از این مرحله، آزمایش های مربوط به تعیین راندمان برنج سفید سالم (HRY) تعیین درصد ترک و تعیین مقاومت خمشی نمونه های انجام گرفت. برای تعیین راندمان برنج سفید سالم از هر نمونه مقدار ۱۵۰ گرم شلتوک برداشته شد و عمل تبدیل آن به برنج سفید توسط دستگاههای پوست کن^۱ و سفیدکن^۲ آزمایشگاهی، ساخت کمپانی ساتک (Satake) واقع در مؤسسه تحقیقات برنج آمل استفاده شد. عمل پولیش هر نمونه در دستگاه سفیدکن به مدت ۳ دقیقه صورت گرفت و پس از این مرحله نسبت وزنی برنج سفید سالم حاصله یا به عبارت بهتر وزن دانه های برنج سفید با طول بیش از سه چهارم طول دانه کامل، به وزن شلتوک برای هر نمونه مشخص شد (۳).

برای تعیین درصد شلتوک آسیب دیده (ترک خورده) از هر نمونه تعداد ۱۰۰ دانه شلتوک انتخاب گردید و سپس پوست آنها به آرامی با دست از دانه برنج قهوه ای جدا شد. پس از آن دانه های قهوه ای زیر دستگاه بینوکولر مورد

جدول ۱- تاثیر پارامترهای مختلف خشک کن بر درصد راندمان برنج

سفید سالم، درصد شلتوک ترک خورده و نیروی شکست

نیروی شکست (N)	شلتوک ترک خورده (%)	راندمان برنج سفید سالم (%)	دمای هوا (°C)	سرعت جریان هوا (m/s)	رطوبت نهایی محصول (%)
۱۰/۹۴	۲۰	۵۶/۷۶	۳۰	۰/۵	۱۰/۵
۹/۷	۲۶	۵۲/۳۲	۴۰	۰/۵	۱۰/۵
۸/۳۶	۶۶	۳۰/۷۳	۵۰	۰/۵	۱۰/۵
۷/۹۳	۷۷	۲۰/۳۲	۶۰	۰/۵	۱۰/۵
۷/۳۲	۸۰	۱۹/۷۶	۷۰	۰/۵	۱۰/۵
۱۱/۰۵	۲۱	۵۶/۱۲	۳۰	۲	۱۰/۵
۹/۲۶	۵۵	۳۹/۷۱	۴۰	۲	۱۰/۵
۷/۵۳	۸۶	۲۱/۰۱	۵۰	۲	۱۰/۵
۷/۹۱	۸۹/۷۵	۸/۸۱	۶۰	۲	۱۰/۵
۷/۰۵	۹۲	۸/۲۴	۷۰	۲	۱۰/۵
۱۱/۱۸	۱۹/۷۵	۵۶/۹۶	۳۰	۰/۵	۱۴
۱۰/۵۴	۱۹/۷۵	۵۵/۱	۴۰	۰/۵	۱۴
۹/۳۴	۴۴	۴۷/۸۶	۵۰	۰/۵	۱۴
۸/۹۷	۵۴/۵۱	۳۹/۳۸	۶۰	۰/۵	۱۴
۸/۶۰	۵۸	۳۵/۶۸	۷۰	۰/۵	۱۴
۱۱/۰۷	۲۰/۲۵	۵۶/۲۶	۳۰	۲	۱۴
۹/۸۲	۲۰	۵۴/۳۶	۴۰	۲	۱۴
۸/۸۷	۹۵/۷۵	۳۹/۳۰	۵۰	۲	۱۴
۸/۸۹	۷۲	۲۹/۷۷	۶۰	۲	۱۴
۷/۷۱	۷۰/۵	۲۸/۲۶	۷۰	۲	۱۴

هر عدد میانگین چهار تکرار می باشد

جدول ۲- ضرایب همبستگی راندمان برنج سفید سالم (HRY) با

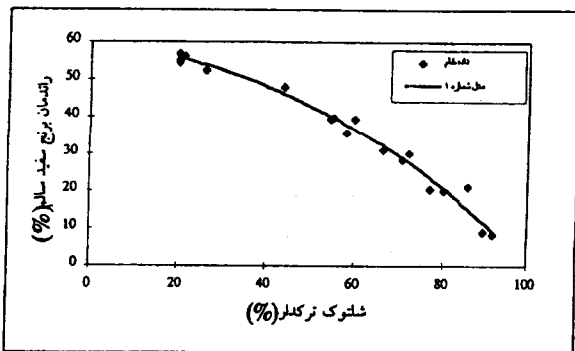
نیروی شکست (P) و درصد شلتوک ترک خورده (FG)

	HRY	P	FG
HRY	۱		
P	۰/۹۳	۱	
FG	-۰/۹۸	-۰/۹۵	۱

در دستگاه های پوست کن و سفید کن در مقابل نیروهای مکانیکی کاهش می دهد و در نهایت باعث افزایش شکنندگی و کاهش راندمان (HRY) می گردد (شکل ۱). ولوپیلای و پاندی نیز طی مطالعه ای در مورد تاثیر عامل درصد شلتوک ترک دار بر راندمان برنج سفید سالم، نتیجه گرفتند که با افزایش درصد ترک، HRY کاهش پیدا می کند (۱۰).



شکل ۱- نحوه اعمال نیرو خمشی بر شلتوک برنج توسط تیغه و پایه در دستگاه اینستران



شکل ۲- تغییرات راندمان برنج سفید سالم و شلتوک ترک دار در اثر تیمارهای اعمال شده

چنانچه در شکل ۲ مشاهده می شود، جهت تغییرات راندمان (HRY) کاملاً خلاف جهت تغییرات درصد شلتوک ترک دار است. عبارتی تیمارهایی که ماکزیمم می نیمم نسبی را در مقادیر مربوط به درصد ترک داشته اند به ترتیب می نیمم و ماکزیمم مقادیر مربوط به راندمان برنج سفید سالم را موجب شده اند. همانطور که در جدول ۲ نشان می دهد، مقدار عددی ضریب همبستگی برای این دو ویژگی کیفی که در نتیجه انجام آنالیز بدست آمده بسیار خوب بوده و نزدیک به یک است ($R = -0.98$).

ارتباط میان مقاومت خمشی نمونه ها و راندمان (HRY) در شکل ۳ مشاهده می شود. جهت تغییرات این دو خصوصیت کیفی، موافق یکدیگر است. عبارتی تیمارهایی که ماکزیمم و می نیمم نسبی را در مقادیر مربوط به مقاومت خمشی (نیروی شکست) ایجاد کرده اند به ترتیب ماکزیمم و می نیمم نسبی نیز در مقادیر مربوط

و ارزانه‌تری است، لذا درصد شلتوک ترک خورده نسبت به روش تعیین مقاومت خمشی، ارجح می‌باشد و میتوان به عنوان روش جایگزین جهت اندازه گیری HRY مورد استفاده قرار داد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه بطور خلاصه عبارتند از:

۱. افزایش دما، افزایش سرعت جریان هوای خشک کن و یا کاهش رطوبت نهایی محصول هر یک باعث کاهش راندمان برنج سفید سالم (HRY) یا عبارتی افت کیفیت تبدیل محصول می‌شوند.

۲. عوامل و یا فرآیندهایی که باعث افزایش درصد شلتوک ترک خورده و یا کاهش متوسط مقاومت خمشی در یک نمونه شوند در نهایت منجر به کاهش راندمان (HRY) می‌گردند.

۳. همبستگی بالایی صفات مقاومت خمشی و درصد شلتوک ترک خورده و متوسط مقاومت خمشی که با راندمان برنج سفید سالم (HRY) دارد، بیانگر این مطالب است که دو ویژگی مذکور نیز می‌توانند برای مقایسه کیفیت تبدیل نمونه های مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۴. با توجه به اینکه تعیین درصد شلتوک ترک خورده نسبت به آزمون تعیین مقاومت خمشی، ازدقت کافی برخوردار بوده و نیاز به امکانات ساده و ارزانه‌تری ندارد، لذا جهت برآورد راندمان (HRY) آزمون درصد شلتوک ترک خورده توصیه می‌گردد.

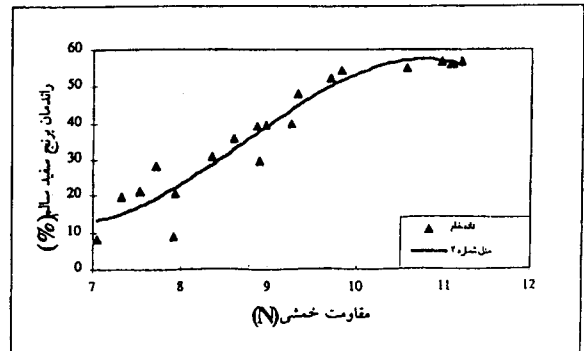
سیاسگزاری

بدینوسیله از پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، مؤسسه تحقیقات برنج آمل، دانشگاه صنعتی اصفهان و همچنین دانشگاه تربیت مدرس که در به ثمر رسیدن این تحقیق همکاریهای لازم را مبذول داشتند تشکر و قدردانی می‌نماید.

REFERENCES

۱. پیمان، م.ح، توکلی هاشجین، ت. و س. مینایی. ۱۳۷۸. تعیین فاصله مناسب بین غلطک‌ها در پوست کن غلطک لاستیکی برای تبدیل سه رقم برنج متداول در استان گیلان. مجله علوم کشاورزی. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی. سال پنجم شماره ۲۰، ۳۷-۴۸.

ضریب همبستگی خیلی خوبی وجود دارد (جدول ۲، $r=0/92$). چنین نتیجه ای توسط لیو و سبینمرگن نیز حاصل شده است (۶).



شکل ۳- تغییرات راندمان برنج سفید سالم و مقاومت خمشی در اثر تیمارهای اعمال شده

همبستگی بالایی صفات مقاومت خمشی و درصد شلتوک ترک خورده با راندمان (HRY) بیانگر این مطلب است که دو خصوصیت مذکور می‌توانند به عنوان روشهایی مناسب جهت بررسی کیفیت تبدیل شلتوک استفاده شوند. در نهایت مدل‌هایی برای برآورد راندمان (HRY) براساس دو ویژگی مذکور بدست آمد:

$$HRY = -0/0052 FG^2 - 0/0684 FG + 59/24 \quad R^2 = 0/98 \quad (1)$$

$$HRY = -1/4099 P^2 + 36/981 P - 306/49 P + 830/04 \quad R^2 = 0/91 \quad (2)$$

که در این روابط HRY درصد راندمان برنج سفید سالم، FG درصد شلتوک ترک خورده و P مقاومت خمشی (N) می‌باشد. با مقایسه ضرایب تشخیص متعلق به دو معادله فوق در می‌یابیم که برآورد راندمان برنج سفید سالم بر اساس درصد ترک از دقت بالاتری برخوردار است. با توجه به اینکه جهت تعیین این خصوصیت نیاز به امکانات ساده تر

مراجع مورد استفاده

۲. شریعتمداری، ح. ۱۳۷۶. گزارش کار ششمین گردهمایی برنج کشور، ۱۳۷ ص.
۳. سلیمانی، م. ۱۳۷۷. تاثیر پارامترهای خشک کن بر خصوصیات کیفی و شکنندگی برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشگاه تربیت مدرس، ۱۹۰ ص.
4. Chen, H., T.J. Siebenmorgen , and B.P. Marks. 1997. Relating drying rate constant to head rice yield reduction of long-grain rice. Transactions of the ASAE , 40:1133-39.
5. Kunze, O.R. and M. Chudhury. 1972. Moisture adsorption related to the tensile strength of rice Cereal Chemistry, 49:684-96.
6. Lue R. and T.J. Siebenmorgen. 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernels. Transactions of the ASAE, 38:889-94.
7. Matthews, J., T. J. Abadie, H. J. Deobald, and C. C. Freeman. (1970). Relation between head rice yields and defective kernels in rough rice. The Rice Journal , 73:6-12.
8. Mohsenin, N.M. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. 2 nd Ed. Gordon and Breach Science Publishers, New York, USA. 891 pp.
9. Nguyen, C. N. and O.R. Kunze. 1984. Fissures relates to post- drying treatments in rough rice. Cereal Chemistry, 61:63-68.
10. Velupillai, L. and J.P. Pandey. 1990. The impact of fissured rice on mill yields. Cereal Chimistry, 67: 118-24.

Correlation of Head Rice Yield (HRY) with Rough Rice Fissuring and Bending Strength in Drying Process

M. H. KHOSHTAGHAZA¹, M. SOLEYMANI² AND M. SHAHEDI³

1, 2, Assistant Professor and Former Graduate Student, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, 3, Associate Professor Faculty of Isfahan University of Technology, Iran.

Accepted Oct. 31, 2001

SUMMARY

Determination of head rice yield (HRY) is of paramount importance in rice production. HRY is determined by a weight ratio of whole rice kernel to milled rough rice. Normally the experimental method for measuring HRY is sensitive, expensive and time consuming. The purpose of this study was to investigate the viability of using fissuring and bending strength of rough rice to determine the HRY. Different treatments of drying process were used to prepare the samples with different fissures and bending strengths. The results showed that the bending strength of the samples decreased by an increase in the percentage of grain fissures, leading to a decrease in HRY. High correlations ($R=-0.98$) were observed between head rice yield and bending strength and also between the percentage of grain fissures and HRY ($R= 0.92$). Head rice yield regression models were found with respect to fissuring and bending strengths. To estimate the head rice yield on the basis of "percent fissured grains" was finally recommended, due to its simplicity, lower cost and high precision.

Key words: Rough rice, Head rice yield, Bending strength, Fissuring.