روش‌های مغزکردن محصولات کشاورزی

فاطمه کریمی [1] و علی فدوی [2]

1 - کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی

2 - استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه پردیس ابوریحان

fateme_karimi2004@yahoo.com

چکیده

بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی برای استفاده نیاز به مغز شدن دارند همچنین پوست گیری دانه های مغزدار سبب افزایش کیفیت فرآورده حاصله می شود. به دلیل فقدان تکنولوژی مناسب جهت انجام عملیات پوست کَنی محصولات کشاورزی، گاهی صادراتی در این زمینه وجود ندارد. بدین منظور بررسی روش های مغز کردن از اهمیت زیادی برخوردار است. طبق بررسی های انجام شده، روش‌های متفاوتی برای مغز کردن محصولات کشاورزی بکار می رود که از آن جمله می-توان روش اعمال نیرو، تنش حرارتی و نیز روش اعمال نیروی مالشی را نام برد.

کلمات کلیدی: مغز کن، پوست گیری، مغز کن های گریز از مرکز

مقدمه

بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی نیاز به مغز شدن برای استفاده دارند و نیز پوست گیری از دانه های مغزدار سبب افزایش کیفیت فرآورده حاصله می شود بعنوان مثال پوست گیری دانه آفتابگردان پیش از انجام فرآیند روغن کشی سبب افزایش کیفیت روغن حاصله (موم کمتر و بهتر شدن رنگ)، افزایش پروتئین، کم شدن فیبر، کاهش تلفات روغن (با افزایش 30 درصدی حجم روغن حاصله) و نیز کاهش خوردگی لوله‌ها، مجاری و سایر اجزای سیستم روغن کشی خواهد شد[Nag et al., 1983] وجود انواع متنوع روش های مغز کردن محصولات مغزدار ما بر آن داشت که در این تحقیق این روشها را مورد بررسی قرار دهیم.

دستگاه مغز کن دانه می تواند بطور مستقیم مورد استفاده خانواده ها، کشاورزان، مراکز فرآوری محصولات کشاورزی و موسسات تحقیقاتی قرار گیرد. ضمن این که ساخت دستگاه های مغز کن در کشور می تواند در ایجاد انگیزه در کشاورزان به منظور افزایش سطح زیر کشت این گونه محصولات دانه ای موثر واقع گردد.

روش‌های متداول مغز کردن دانه‌های مغز دار

طبق بررسی های انجام شده، روش‌های متفاوتی برای مغز کردن محصولات کشاورزی بکار می رود که از آن جمله می‌توان روش اعمال نیرو، تنش حرارتی و نیز روش اعمال نیروی مالشی را نام برد.

روش اعمال نیرو برای مغز کردن محصولات کشاورزی خود به دو روش مجزا تقسیم بندی می شود:

الف- اعمال نیروی فشاری

ب- اعمال نیروی بر اثر نیروی ضربه

روش مغز کردن توسط اعمال نیروی فشاری

در این روش ابتدا دانه دریک محفظه محبوس شده وبا وارد شدن نیرو چاره ای جز تحت فشار قرار گرفتن نخواهد داشت و در اثر نیروی وارده پوست دانه شکسته و جدا می گردد مانند دستگاهی که آتیکو و همکارانش (2004) برای پوست گیری بامبارا طراحی و ساختند که از مخزن تغذیه، واحد پوست گیری و واحد بوجاری تشکیل شده است. واحد پوستگیری دارای دو غلتک است که ی کی ثابت و دیگری توسط یک الکتروموتور به حرکت در می آید. روی غلتک متحرک سه میله جوش داده شده و فاصله بین دو غلتک کوچکتر از اندازه غلاف ها و بزرگتر از اندازه دانه (18 میلیمتر) در نظر گرفته شده است. دانه‌های بامبارا بعد از خروج از مخزن به سمت دو غلتک هدایت شده و غلتک متحرک با چرخیدن باعث فشرده کردن دانه های بین دو غلتک شده و پوست گیری صورت می گیرد. راندمان پوستگیری در این دستگاه 80 درصد می‌باشد.

برای مغزکردن پالم از مغزکن نوع غلتکی استفاده می شود. نوع غلتکی با قرار گرفتن دانه در میان شیارهای ایجاد شده بر روی غلتک و فشرده ساختن آنها بر روی غلتک دیگر عمل می کند که البته در این نوع بعلت متفاوت بودن اندازه دانه راندمان پایین است [Oke,2007] .

اجلو و اگانسینا (2007) نیز یک مغز کن دستی برای دانه های کشیو طراحی کردند که بعد از چیدن دانه ها داخل حفره‌های با عمق 8-6 میلی‌متر و تلرانس 2 میلی‌متر توسط یک درپوش به آنها نیرو وارد می شود. راندمان پوست-گیری در این مدل 66/66 درصد می‌باشد.

اگانسینا و همکارانش (2008) نیز برای مغز کردن انبه وحشی از یک فک متحرک که دانه را به فک ثابت فشار می‌دهد برای مغز کردن انبه وحشی استفاده کردند در این دستگاه، تغذیه بصورت دستی و در فاصله بین دو بلوک ثابت و لغزنده انجام می گیرد و با حرکت اهرم، بلوک لغزنده به طرف بلوک ثابت حرکت کرده و هسته را می شکنند. فاصله بین دو بلوک قبل از پایین آمدن اهرم بزرگتر از بزرگ ترین دانه و حداقل فاصله بعد از پایین آمدن اهر م برابر با کوچک‌ترین مغز در نظر گرفته شده است.

مغز کردن به روش اعمال نیروی ضربه

برای مغز کردن محصولات کشاورزی در اثر نیروی ضربه روش های متفاوتی استفاده شده است که خود به دوش روش تقسیم بندی شده است:

الف- اعمال ضربه به روش گریز از مرکز

ب- روش اعمال ضربه به کمک جریان هوا

اعمال ضربه به روش گریز از مرکز

معمول‌ترین روش برای پوست کنی دانه‌هایی مانند آفتابگردان، استفاده از نیروی گریز از مرکز است. ماشین-های مغزکن گریز از مرکز معمولا از یک صفحه دوار و یک استوانه محیطی (رینگ ضربه) تشکیل می‌شوند. در این روش همزمان با چرخش صفحه دوار، دانه‌ها بر روی آن ریخته شده و بدلیل سرعت دورانی بالای صفحه و تحت اثر نیروی گریز از مرکز، شتاب گرفته و به سمت رینگ ضربه پرتاب می‌شوند. نیروی ضربه وارد به دانه‌ها سبب شکستن پوسته آنها و جدا شدن مغزها می‌گردد[جعفری، 1387].

گوپتا و داس (2005 و 1999) از نیروی گریز از مرکز برای ایجاد ضربه و شکستن دانه‌های آفتابگردان استفاده کردند آنها تاثیر پارامترهای ماشین شامل جنس و شکل پره های نصب شده، سرعت صفحه دوار، نرخ تغذیه و اندازه دانه‌های آفتابگردان بر عملکرد و مقدار انرژی مصرفی ماشین برای مغزکردن دانه‌ها را مطالعه کردند. آنها نتیجه گرفتند که پره های انحنادار به سمت جلو و از جنس آلومینیوم بهترین کارائی را در مغز کردن دانه‌های آفتابگردان دارند. ضمناً دانه‌های بزرگ آفتابگردان (با طول بزرگتر از 10 میلیمتر) با رطوبت 7/3 درصد، بیشترین عملکرد مغز کردن و کمترین انرژی مصرفی را نیاز داشتند. همچنین با افزایش سرعت صفحه دوار،کاهش نرخ تغذیه و کاهش محتوای رطوبت، عملکرد مغز کردن افزایش می‌یابد.

الوال و همکارانش در سال 2007 دستگاه دیگری برای مغز کردن بامبارا بر اساس نیروی گریز از مرکز مشابه دستگاه گوپتا و داس(2005 و 1999) برای آفتابگردان ساختند. در این دستگاه از یک استوانه با قطر 410 *mm* و ارتفاع 15 *mm* بعنوان رینگ ضربه استفاده شد و دانه ها بعد از خروج از پره های ساخته شده از پروفیل با سطح مقطع مستطیل شکل (50×25 *mm*) به رینگ ضربه برخورد می کنند فاصله نوک پره تا رینگ ضربه، بزرگتر از اندازه دانه در نظر گرفته شد . در این تحقیق اثر تعداد پره‌ها (در سه حالت 2، 4 و 8 پره) بر کیفیت و عملکرد ماشین مغز کن، همچنین اثرات زاویه پره‌ها (زاویه 45 درجه یا رو به جلو، زاویه 90 درجه یا موازی و زاویه 135 درجه یا رو به عقب) و سه سطح رطوبتی بر درصد مغزهای سالم، درصد مغزهای خرد شده و درصد دانه های مغز نشده مطالعه شد. برای هر آزمایش 100 عدد بذر داخل ماشین تغذیه می‌شد و پس از اتمام آزمایش درصد هر کدام از موارد بالا محاسبه می‌گشت. نتایج نشان دادند که پروانه با 8 پره رو به جلو دارای بیشترین راندمان پوست-گیری می‌باشد. همچنین راندمان پوستگیری و درصد دانه‌های خرد شده با افزایش رطوبت، کاهش می‌یابد.

مکانجلا (1975) نیز از یک صفحه دوار برای ایجاد نیروی گریز از جهت مغز کردن دانه هندوانه استفاده کرد . برای این منظور صفحه دواری که بر روی آنها شکاف در جهت شعاعی ایجاد شده بود، بکار برده شدند. در مرکز صفحه فضایی خالی برای تغذیه دانه ها از داخل مخزن به داخل دیسک وجود داشت که از طریق آن دانه‌ها به داخل شکاف‌ها هدایت می‌شدند. در این تحقیق اثر سه نوع روتور (دو صفحه دوار 4 شکافه (A) و 8 شکافه (B) و نیز روتور (C) که متشکل از دو صفحه موازی که فاصله دو صفحه 0/25 اینچ می‌باشد) و چهار سرعت دورانی در 6 تکرار بررسی شد. برای هر آزمایش50 عدد بذر به داخل ماشین تغذیه می‌شد و پس از اتمام آزمایش درصد مغز سالم، مغزهای دو نیم شده، دانه های نشکسته و درصد خاکه محاسبه می‌گشت. صفحات با 4 شکاف و با سرعت دورانی 1950 *rpm* بیشترین کارایی را نشان دادند. به هر حال مناسب‌ترین دور برای مغز کردن دانه‌های هندوانه 1950 تا 2250 دور بر دقیقه تعیین گشت.

اک (2007) از مغز کنی که بر اساس نیروی گریز از مرکز کار می کند برای شکستن دانه های پالم استفاده نمود. این دستگاه دارای روتوری پره ای(سه پره با زاویه 120 درجه نسبت به هم) می باشد. دانه‌های پالم پس از ورود به دستگاه توسط سه پره سوار شده روی محور به جداره داخلی استوانه برخورد کرده و می شکنند. فاصله بین نوک پره و سیلندر بیشتر از اندازه پالم می‌باشد و با نرخ تغذیه 95 دانه در ثانیه دارای راندمان 98 درصد می‌باشد.

روش اعمال ضربه به کمک جریان هوا

ترنچینو و همکاران (1984) برای مغز کردن آفتابگردان بر اساس روش اعمال نیروی ضربه به کمک جریان هوا مکانیزمی را طراحی و ساختند . در این دستگاه همزمان با عبور جریان هوای پر سرعت از داخل لوله، دانه‌ها نیز از طریق مکش ایجاد شده توسط یک ونتوریبه داخل لوله کشیده می‌شوند. در انتهای مسیر، دانه‌ها همراه با جریان پرسرعت هوا از دهانه لوله خارج و با سرعت بر سطح صفحه‌ی زاویه‌دار که در مقابل دهانه خروج قرار گرفته است

برخورد می‌کنند. در صورت مناسب بودن سرعت ضربه، انتظار می‌رود برخورد دانه ها با سطح صفحه سبب شکستن پوسته آنها گردد سپس مخلوط مغزهای جدا شده و پوسته ها وارد یک سیستم جداکننده شده و از هم جدا می-شوند. نتایج نشان داد که شدت جریان هوا و شیب صفحه بر درصد دانه‌های مغز شده موثرند. همچنین ضروری است دانه در دهانه خروجی لوله، سرعتی در حدود 30 تا 50 متر بر ثانیه داشته باشد. استفاده از کمپرسور هوا با فشار و حجم بالا از معایب این روش است که هزینه بالایی داشته و حجم زیادی را نیز اشغال می‌کند.

روش مغز کردن توسط اعمال نیروی مالشی

در این روش از یک کوبنده و ضد کوبنده استفاده می شود و این نیروی برشی حاصل از چرخش کوبنده است که باعث برش پوست دانه شده و پوست از مغز جدا می شود. مانند دستگاهی که توسط رستمی (1387) جهت برداشتن پوست از غلاف بادام زمینی و جداسازی پوست از مغز طراحی، ساخت و مورد ارزیابی قرار گرفت . این دستگاه یک استوانه فلزی با روکش آجدار از جنس لاستیک (کوبنده) در مقابل یک شبکه فلزی (ضد کوبنده) به چرخش در می آید. غلاف بادام زمینی از طریق قیف، وارد فضای بین کوبنده و ضد کوبنده می شود. نیروی برشی حاصل از چرخش کوبنده باعث برش پوست غلاف بادام زمینی شده و پوست از غلاف جدا می‌شود. مخلوط پوست و مغز از شبکه ضد کوبنده عبور کرده و به داخل یک سینی شیب دار می ریزد. یک فن با وزش باد باعث جداسازی پوست از مغز می‌گردد.

دستگاه دیگری که بر این اساس ساخته شد دستگاهی است که برای پوست گیری جاتروفا توسط پرادهن و همکارانش (2009) ساخته شد، متشکل از یک مخزن تغذیه، محفظه پوست‌گیری، الک مقعر، تیغه های چرخان و جداکننده (که از دو الک بالایی و پایینی تشکیل شده) می‌باشد. دستگاه بر اساس مالش کار می کند، دانه‌ها پس از ورود به محفظه پوست‌گیری توسط تیغه‌های چرخان، روی الک مقعر با روزنه‌های شش ضلعی فشرده شده و پوست نرم روی آن تغییر شکل الاستیک داده و در نهایت پوست شکننده آن می شکند. دانه‌های شکسته از روزنه‌های الک مقعر عبور کرده و روی سینی شیب دار ریخته شد و به قسمت جدا کننده وارد می شوند. از عواملی که بر روی راندمان پوست‌گیری این دستگاه تاثیر می‌گذارد می‌توان به فاصله بین تیغه و الک مقعر و رطوبت دانه اشاره کرد . با افزایش محتوای رطوبت دانه راندمان ماشین کاهش می یابد، در حالی که درصد دانه های شکسته با افزایش رطوبت کاهش می‌یابد.

جین و همکارش (1997) از دستگاه ی برای مغز کردن کشیو استفاده کردند که شامل یک هلیس افقی برای گرفتن دانه‌ها از مخزن و انتقال آنها به قسمتی دیگر که دارای یک دیسک ثابت و یک دیسک دوار چوبی است می - باشد. در این آزمایش ابتدا هر دو دیسک چوبی با ضخامت 25 میلیمتر انتخاب شدند، در مدل دیگر هر دو دیس‌ک را با لاستیکی با ضخامت 15 میلیمتر روکش نمودند تا مثل یک تشک عمل نماید و در مدل سوم از لایه لاستیکی فقط برای دیسک ثابت استفاده شد . در مدل اول 95 درصد محصول پوست گیری شد ولی بیش از 92 درصد آن مغز خرد شده بود . مدل دوم مقدار مغز های سالم 50 درصد افزایش داشته اما راندمان پوست گیری 40 درصد کاهش یافت. در مدل سوم راندمان پوست گیری به 70 درصد رسید و مقدار مغز های سالم تقریباً همان مقدار 50 درصد باقی ماند.

آئودو و همکارانش (2004) برای مغز کردن لوکاست بین دستگاهی ساختند که شامل دو استوانه یکی تو خالی و دیگری توپر می‌باشد. استوانه تو خالی دارای طولی برابر 280 *mm* که درون آن استوانه تو پر از جنس چوب قرار داشته و از دو ناحیه پوست گیر (حاوی سه صفحه زبر) و ناحیه هلیس به طول 100 *mm* تشکیل شده است. فاصله استوانه داخلی و خارجی در قسمت پوستگیر 6/5 *mm* است و متوسط ضخامت دانه 8 *mm* می-

باشد. در این دستگاه با افزایش محتوای رطوبت دانه راندمان پوستگیری افزایش می یابد. دلیل آن سخت شدن پوست دانه در رطوبت های کم و حجیم شدن دانه در رطوبت بالاتر است، و این امر شکسته شدن را راحت تر می-کند. همچنین هر چه طول ناحیه پوستگیری افزایش یابد، راندمان پ وستگیری نیز افزایش می یابد. به طور کلی بهترین شرایط پوستگیری در سرعت 500 *rpm* و طول 180 *mm* برای ناحیه پوستگیری و رطوبت 110 درصد بر پایه خشک که راندمانی بالاتر از 70/3 درصد دارد، بدست می‌آید.

مغز کردن به روش اعمال تنش حرارتی

به منظور ایجاد اختلاف دما برای ش کست دانه ناشی از تنش حرارتی، دانه ها ابتدا در یک گاز مایع منجمد کننده مثل نیتروژن مایع(186- درجه سانتیگراد) غوطه‌ور می‌شوند و به مدت حدود یک ساعت در آن باقی می-مانند تا گاز به داخل دانه‌ها نفوذ کند. پس از آن دانه‌ها به سرعت به داخل آب یا روغن داغ وارد می شوند. تبخیر گاز و استرس‌های گرمایی ایجاد شده در پوست دانه‌ها سبب دو نیم شدن پوسته و در نهایت جدا شدن مغز می-گردد. از معایب این روش می‌توان بازده کم(حداکثر 60٪) و نیاز به فرآیندهای اضافی جهت حذف آب یا روغن(چنانچه از روغن غیر خوراکی برای این منظور استفاده شود) را نام برد [*Tranchino et al.,1984*].

ترکیبی از چند روش

گاهی در برخی از دستگاه های برای مغز کردن از ترکیب چند روش استفاده شده است . مانند دستگاهی که آموبواجو و همکارانش (1999) برای مغز کردن برد فروت طراحی و ساخته اند که در دو مرحله عمل شکستن را انجام می‌ده‌د. دانه‌ها بعد از خروج از مخزن به فاصله بین یک غلتک دوار و صفحه ثابت که هر دو چوبی و با ورق آلومینیوم روکش شده اند رفته و شکسته می شود و در مرحله بعدی این مواد به فاصله بین صفحه ثابت و یک صفحه متحرک هدایت می‌شوند، صفحه متحرک به کمک بادامک و فنر، جلو و عقب رفته و هسته‌های باقی مانده را می‌شکنند. دانه‌های شکسته شده وارد محفظه ای شده و توسط جریان هوای فن، پوست از جدا می شود. نرخ تغذیه 64 *kg/hr* حدود 75 درصد دانه ها کاملاً مغز شده و 85 درصد از مقدار مغزها سالم و تقریباً 11 درصد نیمه مغز شده و حدود 5 درصد مغز نشده است.

ازدمیر و همکارش (1999و1997) نیز یک مقایسه بین دو نوع مغزکن فندق انجام دادند . مغزکن فندق سنگی[1] که بیشتر در ترکیه استفاده می شود، از دو سنگ زیر چرخان و رو ثابت تشکیل شده است که فندق بعد از وارد شدن به دستگاه بر اثر نیروی فشاری و چرخش (مالش) در فاصله کم بین دو سنگ مغز می شود. مغزکن دیگر که در اسپانیا متداول است از دو مخروط تشکیل شده است که اساس کار آن مشابه مغزکن سنگی می باشد. فاکتورهای مهم در این دو نوع مغزکن نیروی مکانیکی وارد شده، سرعت چرخش و فاصله بین دو قسمت ثابت و چرخان می‌باشد. پس از بررسی مشخص شد که درصد دانه های صدمه ندیده در نوع مخروطی کمتر از نوع سنگی می‌باشد.

منابع

[1] -Stone Sheller

- جعفری، ص، طراحی و ساخت مدل آزمایشگاهی دستگاه مغز کن دانه آفتابگردان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، 1387.
- رستمی، م، طراحی، ساخت و ارزیابی مغز کن بادام زمینی، هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، 1387.
- Adewumi, B. and Fatusin, A., (2006), Design, Fabrication and Testing of an Impact-Type Hand Operated Cocoa Pod Breaker, Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 06 022.
- Atiku, A., Aviara, N., and Haque, M., (2004), Performance Evaluation of a Bambara Ground Nut Sheller, Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 04 002. Vol. VI. July.
- Audu, I., Oloso, A., and Umar, B., (2004) Development of a Concentric Cylinder Locust Bean Dehuller, Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, Manuscript PM 04 003. Vol. VI. August.
- Das, S.K., and Gupta, R.K. (2005), Effects of impeller vane configuration and seed size on dehulling efficiency of sunflower seeds using a centrifugal Sheller. Food Engineering, 3.
- Ekinci, K., Yılmaz, D., and Ertekin, C., (2010), Effects of moisture content and compression positions on mechanical properties of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.), African Journal of Agricultural Research Vol. 5(10), pp. 1015-1021.
- Gupta, R. K., and S. K. Das. (2000), Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive Loading. Journal of Food Engineering 46:1-8.
- Gupta, R. K., and S. K. Das. (1999), Performance of centrifugal dehulling system for sunflower seeds. Journal of Food Engineering 42: 191-198.
- Gupta, R. K., and Das, S. K. (1999), Friction Coefficients of Sunflower Seed and Kernel on Various Structural Surfaces. Journal of Agricultural Engineering Research.71, 175–180.
- Jain, R. K., and Kumar, S., (1997), Development of a Cashew Nut Sheller, Food Engineering, 32, pp. 339-345.
- Makanjuola, G. A., (1975), an evaluation of some centrifugal impaction devices for shelling melon seeds, Agricultural Engineering Researc, 20, pp. 71-7.
- Ogunsina, B.S., Koya, O.A. and Adeosun, O.O., (2008), A Table Mounted Device for Cracking Dika Nut (Irvingia gabonensis), Agricultural Engineeering International: The CIGR Ejournal. Manuscript PM 08 011.
- Nag, K.N., Singh, P., Bhandri, R., (1983), A centrifugal impeller type sunflower seed decorticator. Agricultural Mechanization in Asia, 14, pp. 55–56.
- Ogunsina, B.S., Koya, O.A., and Adeosun, O.O., (2008), Deformation and fracture of dika nut (Irvingia gabonensis) under uni-axial compressive loading. International Agrophysics, 22, pp. 249-253.
- Ojolo, S. J. and Ogunsina, B. S., (2007), Development of a Cashew Nut Cracking evice, Agricultural Engineeering International, The CIGR Ejournal. Manuscript PM 06 030.
- Oke, p.k., (2007), Development and Performance valuation of indigenous palm kernel dual processing, Engineering and Applied sciences, (2) 4, pp701-705.
- Oluwole, F.A., Abdulrahim, A.T., and Oumarou, M.B., (2007), Development and performance evaluation of impact bambara groundnut sheller, International Agrophysics, 21, pp. 269-274.
- Oluwole, F.A., Abdulrahim, A.T. and Olalere, R.K. (2007), Effect of moisture content on crackability of bambara grandnut using a centrifugal cracker, International Agrophysics, 21, pp.179-184.
- Oluwole, F.A., Abdulrahim, A.T. and Olalere, R.K. (2007), Evaluation of Some Centrifugal Impaction Devices for Shelling Bambara Groundnut, International Agrophysics, Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 07 007.

- Omobuwajo, T.O., Ikegwuoha, H.C., Koya, O.A., and Ige, M.T., (1999), Design, construction and testing of a dehuller for African breadfruit (Treculia africana) seeds, Food Engineering, 42, pp.173-176.
- Ozdemir, M., (1999), Comparison of the Quality of Hazelnuts Shelled with ModiÞed Conical Sheller and Stone Sheller, Agricultural Engineering Research 72, 211-216.
- Ozdemir, M. and Ozilgen, M., (1997), Comparison of the Quality of Hazelnuts Unshelled with Dif ferent Sizing and Cracking Systems. Agricultural Engineering Research, pp. 67, 219 – 227.
- Pradhan, R.C., S.N. Naik, S.N., Bhatnagar, N. and Vijay, V.K., (2010), Design, development and testing of hand-operated decorticator for Jatropha fruit. Applied Energy 87, pp. 762–768.
- Subramanian, R., Sastry, M.C.S., Venkateshmurthy, K., (1990), Impact dehulling of sunflower seeds: effect of operating conditions and seed characteristics. Journal of Food Engineering, 12, pp. 83–94.
- Tranchino, L., F. Melle, and G. Sodini. (1984), almost complete dehulling of high oil sunflower seed. JAOCS, Vol. 61, No.7, pp. 1261-1265.