بررسی تأثیر انبارمانی تسریع‌یافته بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی برنج رقم طارم

عاصفه لطیفی[*1]، محسن اسمعیلی[2]، فاطمه حبیبی[3]

۱- دانشجوی دکترا دانشگاه ارومیه، محقق موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۲- دانشیار صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

۳- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور

[*]Asefeh59@yahoo.com

چکیده

تغییرات اساسی برنج در انبارمانی (رسیدن در انبار) شامل سخت‌تر شدن بافت، چسبندگی کمتر دانه هنگام پخت و کاهش مواد جامد از دست-رفته می‌باشد. حداقل زمان لازم برای رسیدن به این تغییرات مطلوب ۳ تا ۶ ماه است. به منظور تسریع زمان انبارمانی، شلتوک رقم طارم در دو سطح رطوبتی ۲۴٪ و ۱۷٪ با دو روش بخاردهی در ۱۰۰°C به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه و کنترل شرایط محیطی در دمای ۴۳°C و رطوبت نسبی ۷۴٪ به مدت ۱۱ روز نگهداری، تیمار گردید. سپس، خصوصیات کیفی برنج سفید حاصل با نمونه شاهد مقایسه شد. با اعمال تیمار کنترل شرایط محیطی، مواد جامد ازدست‌رفته کاهش و نسبت طویل شدن دانه افزایش و با اعمال تیمار بخاردهی، راندمان برنج سفید افزایش و مواد جامد ازدست‌رفته کاهش یافت. در هر دو تیمار تغییراتی در ویسکوزیته برنج و در کل تغییراتی مطابق با انبارمانی ایجاد شد. تیمار بخاردهی با وجود تغییرات مثبت در کیفیت پخت برنج، به سبب از بین بردن کامل عطر و بو که در رقم طارم حائز اهمیت است قابل توصیه برای نبود اما تیمار محیطی قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: آنالیز حرارتی، انبارمانی برنج، بافت، پخت، ویسکوزیته

مقدمه

بیش از نیمی از مردم دنیا برنج مصرف می‌کنند. مصرف‌کنندگان برنج، بخصوص در آسیا می‌دانند که خصوصیات پخت برنج طی انبارمانی تغییر می‌یابد که به آن انبارمانی یا رسیدن می‌گویند. معدودی از مصرف‌کنندگان مانند ژاپنی ها برنج تازه با خاصیت چسبندگی بالا را می‌پسندند (زو، ۲۰۰۲). طی انبارمانی، چربی به اسید چرب آزاد هیدرولیز می‌شود (به طور عمده به لیپاز) و خود چربی و اسید چرب آزاد تحت اکسیداسیون به ترکیبات کربونیلی تبدیل می‌شود. این ترکیبات صرف نظر از ایجاد عطر، با نشاسته و پروتئین واکنش می‌دهند (تئو و همکاران، ۲۰۰۰؛ سودهی و همکاران، ۲۰۰۳؛ جولیانو، ۱۹۸۵). بطور کلی فرآیند انبارمانی متداول ۳ تا ۶ ماه طول می‌کشد (جیسوت و همکاران، ۲۰۰۹؛ سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین نیازمند فضایی برای انبار برنج و افزایش هزینه نگهداری است. از این‌رو روش‌هایی در جهت تسریع روند کار شود و هم کاهش هزینه‌ها وجود دارد و شرایط برنج هم مشابه برنج انبار مانده باشد که به انبارمانی تسریع‌یافته معروف هستند.

مهمترین روش‌های انبارمانی تسریع‌یافته دو روش خشک و مرطوب می‌باشند (رایاگورا و همکاران، ۲۰۱۱؛ روزیانا و همکاران، ۲۰۰۴). در روش مرطوب از بخاردهی به شلتوک با رطوبت اولیه بالا بهره می‌برند. روش خشک، حرارت‌دهی خشک شلتوک در یک محیط بسته است. در این روش شلتوک یا برنج سفید به مدت چند ساعت در دمای بالا

(حدود ۱۰۰ °C) قرار می گیرد و بعد خنک می شود (باتاچاریا، ۲۰۱۳). همچنین برای انبارمانی تسریع‌یافته از خشک‌کن‌های بستر متحرک نیز استفاده می‌شود. اما در این شیوه اغلب درصد شکستگی برنج بالا می‌رود (سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۸؛ ویست و همکاران، ۲۰۰۵). شرایط بهینه محیطی برای انبارمانی تسریع‌یافته رقم باسماتی که رقم صادراتی، معطر و با کیفیت می‌باشد دمای ۴۳°C، رطوبت نسبی ۷۱٪ و زمان رسیدن ۱۱ روز گزارش شده است. در این حالت راندمان برنج سفید سالم، میزان مواد جامد ازدست‌رفته و افزایش طول نمونه مانند نمونه انبارمانده به مدت ۶ ماه بوده است (رایاگورا و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین فرآیند پیش‌جوش کردن (پاربویل) نیز سال‌هاست که به عنوان یک روش برای بهبود خواص تبدیل و پخت برنج بکار می‌رود که شامل مراحل طولانی خیساندن، بخاردهی و خشک‌کردن می‌باشد. نتیجه‌ی این فرآیند ژلاتیناسیون کامل نشاسته و تغییر رنگ برنج می‌باشد. در انبارمانی تسریع‌یافته ژلاتینه‌شدن نشاسته بطور جزئی رخ می‌دهد و این فرآیند به دلیل حذف مرحله طولانی خیساندن، اقتصادی‌تر از پیش‌جوش‌کردن می‌باشد (گوجرال و کومار، ۲۰۰۳).

با توجه به اهمیت تسریع روند رسیدن برنج، هدف از این پژوهش، بررسی ارائه روشی برای بهبود خواص کیفی و فیزیکوشیمیایی برنج ایرانی رقم طارم در کوتاه‌مدت است.

مواد و روش‌ها

روش بخاردهی: شلتوک برداشت شده از مزرعه به دو قسمت تقسیم شد. نیمه اول با رطوبت حین برداشت که ۲۴٪ بود و نیمه دوم همان شلتوک به مدت یک روز در محیط آزمایشگاه نگهداری شد تا رطوبت اولیه آن به ۱۷٪ کاهش یافت. سپس هر دو شلتوک رطوبت بالا و رطوبت پایین تحت تیمار بخاردهی$^{\circ}$C ۱۰۰ به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و با خشک‌کن بستر ثابت آزمایشگاهی با درجه حرارت $^{\circ}$C ۴۰ تا رطوبت مطلوب ۱۱٪ برای تبدیل خشک شدند.

روش کنترل شرایط محیطی: شلتوک رقم طارم پس از برداشت از مزرعه با خشک کن بستر ثابت آزمایشگاهی در دمای $^{\circ}$C ۴۰ تا رطوبت ۱۲٪ خشک شد و در دمای $^{\circ}$C ۴۳، رطوبت نسبی ۷۴٪ به مدت ۱۱ روز نگهداری شد. سپس شلتوک‌های خشک‌شده به برنج سفید تبدیل شدند.

مقداری از شلتوک اولیه با رطوبت ۲۴٪ برای تهیه تیمار شاهد با خشک‌کن در دمای $^{\circ}$C ۴۰ تا رطوبت ۱۱٪ خشک و سپس تبدیل به برنج سفید شد تا خصوصیات برنج رسانده با دو روش فوق با آن مورد مقایسه قرار گیرد. نهایتاً برنج سفید سالم حاصل از تیمارهای مختلف تحت آزمون‌های زیر قرار گرفت.

تعیین پارامترهای ارزیابی: راندمان برنج سفید سالم: نسبت وزن برنج سفید سالم (طول بیش از ۳/۴ طول برنج کامل) به وزن شلتوک بود (سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۸).

سختی برنج خام: نیروی حداکثر در زمان شکست ۱۰ دانه برنج سفید با دستگاه سختی سنج (Lutron FG 5020, Taiwan) ثبت گردید (لو و سیبنمورگن، ۱۹۹۵).

رنگ برنج: شاخص زردی رنگ (b value) با دستگاه رنگ سنج (Chroma meter CR-400) سنجیده شد.

عطر و بوی برنج: نمونه‌ها توسط ۱۰ داور ماهر از موسسه برنج (ایران، آمل) مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت ارزیابی حسی از روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه‌ای از ۱ تا ۵ بر مبنای ۵ عالی، ۴ خوب، ۳ متوسط، ۲ ضعیف و ۱بوی نامطلوب نمره دهی شدند.

فاکتورهای پخت: شامل نسبت طویل شدن، نسبت جذب آب و مواد جامد از دست‌رفته بر اساس حداقل زمان پخت طبق روش سینگ و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت.

خصوصیات خمیری[1]: خصوصیات خمیری (ویسکوزیته) آرد برنج با دستگاه رپیدویسکوآنالایزر (RVA4 Newport, Australia) بر اساس روش AACC (1995) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار $SPSS_{19}$ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۹۵٪ صورت گرفت. هر یک از نمونه‌ها سه بار تکرار شدند.

نتایج و بحث

راندمان برنج سالم در تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P<0.05$) (جدول ۱) و با افزایش زمان بخاردهی افزایش یافت. این افزایش به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته در لایه‌های بیرونی و حل شدن ترکیباتی مانند پروتئین در آن و ایجاد دیوار سفت در لایه خارجی می باشد (فیلرز و دزینگر، ۱۹۸۳).

با اعمال تیمار بخاردهی، سختی برنج خام نیز افزایش یافت (هر چند این افزایش معنی‌دار نبود) که منجر به افزایش راندمان برنج سالم شد (جدول ۱). به بیان دیگر خرده برنج در اثر افزایش سختی کاهش یافت. سخت‌تر شدن بافت برنج به ژلاتینه شدن سطحی نشاسته برنج در اثر حرارت (مارشال و همکاران، ۱۹۹۳) و دناتوره شدن پروتئین در آندوسپرم (جیسوت و همکاران، ۲۰۰۹) نسبت داده می‌شود.

زردی رنگ برنج نیز در تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. تیمار شاهد و تیمار محیطی کمترین زردی و تیمارهای بخاردهی بیشترین زردی را داشتند و با افزایش زمان بخاردهی میزان زردی افزایش یافت. علت تغییر رنگ، واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد به ترکیب پروتئین دانه و قند در اثر حرارت‌دهی است (لامبرت و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیریسونتاراک و نومهورم، ۲۰۰۷؛ کراستیل، ۱۹۹۰).

عطر و بو یکی از مهمترین خصوصیات مثبت برای خرید برنج ایرانی است. بعضی از ارقام برنج مانند طارم، بسیار معطر می‌باشند. بنابراین تأثیر هر فرآیند بر عطر و بوی برنج حائز اهمیت است. فرآیند بخاردهی تأثیر کاملاً منفی بر عطر و بوی برنج خام رقم طارم داشت و سبب از بین رفتن کامل آن شده بود. رقم طارم نگهداری شده در شرایط محیطی توصیه شده، کاهش کمتری در میزان عطر و بو نشان داد.

فاکتورهای پخت: نسبت طویل شدن دانه بین تیمارها متفاوت بود و تیمار محیطی بالاترین مقدار نسبت طویل شدن را داشت. همچنین نسبت طویل شدن دانه بین تیمارهای بخاردهی متفاوت بود و فقط تیمار رطوبت بالا، ۲۰ دقیقه و رطوبت پایین، ۵ دقیقه نسبت به شاهد از افزایش معنی‌داری برخوردار بود در حالی‌که در سایر تیمارها تفاوتی با شاهد مشاهده نشد. برای رقم باسماتی که رقم معطر و صادراتی هند و پاکستان است از روش محیطی کنترل‌شده برای انبارمانی تسریع‌یافته استفاده کردند که تیمار محیطی، افزایش نسبت طویل شدن دانه نشان داد (رایاگورا و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش نسبت طویل شدن دانه در انبارمانی طبیعی گزارش شده است (جولیانو، ۱۹۸۵؛ سودهی و همکاران، ۲۰۰۳).

[1] Pasting properties

در بررسی خصوصیات ارقام برنج از جمله رقم طارم طی انبارمانی طبیعی ، تغییری در نسبت طویل شدن دانه گزارش نشد (لطیفی، ۱۳۹۲). جذب آب نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. مواد جامد ازدست‌رفته، بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. بالاترین میزان مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین مربوط به تیمار بخاردهی در زمان ۲۰ دقیقه بود. به‌طور کلی مهم‌ترین تغییر در خصوصیت پخت طی انبارمانی، کاهش مواد جامد از دست رفته است (سوبهاگیا و باتاچاریا، ۲۰۰۱؛ زو و همکاران، ۲۰۰۷) و علت آن را کاهش حلالیت گرانول نشاسته و پروتئین طی انبارمانی بیان نمودند.

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش بر صفات مرتبط با انبارمانی برنج (رقم طارم)

خصوصیات فیزیکوشیمیایی	Tc	Te	Th_5	Th_{10}	Th_{20}	Tl_5	Tl_{10}	Tl_{20}
راندمان‌برنج‌سالم(٪)	۴۶/۶۷^{c}	۴۷/۳۳^{c}	۵۱/۳۳^{ab}	۵۲/۳۳^{ab}	۵۴^{a}	۵۰/۳۳^{b}	۵۰/۶۷^{b}	۵۳^{ab}
سختی‌برنج‌خام(kg)	۱۴/۵۳^{a}	۱۴/۶۰^{a}	۱۵/۲۰^{a}	۱۵/۵۶^{a}	۱۵/۸۳^{a}	۱۵/۳۰^{a}	۱۵/۸۶^{a}	۱۵/۷۳^{a}
زردی(b value)	۱۰/۷۸^{d}	۱۰/۱۶^{d}	۱۳/۶۰^{b}	۱۳/۶۶^{b}	۱۵/۴۳^{a}	۱۲/۱۳^{c}	۱۳/۸۰^{b}	۱۴/۶۰^{ab}
نسبت طویل‌شدن	۱/۶۷^{c}	۱/۸^{a}	۱/۶۶^{c}	۱/۶۹^{c}	۱/۸^{a}	۱/۷۷^{ab}	۱/۶۹^{c}	۱/۷۰^{bc}
موادجامدازدست‌رفته	۹/۴۶^{a}	۸/۳۳^{b}	۶/۸۶^{cd}	۶/۴۰^{de}	۶/۶۰^{d}	۷/۴۶^{c}	۶/۴۶^{d}	۵/۸۰^{e}
ویسکوزیته ماکزیمم(Cp)	۳۸۰۱^{b}	۴۲۱۴^{a}	۲۸۸۳^{cd}	۲۶۹۲^{d}	۲۴۱۷^{e}	۲۹۱۶^{c}	۲۸۷۰^{cd}	۲۸۰۱^{cd}
ویسکوزیته شکست	۸۷۰^{b}	۹۵۱^{a}	۲۸۱^{de}	۲۲۳^{e}	۳۰۳^{d}	۲۷۵^{de}	۲۹۵^{d}	۳۷۸^{c}
ویسکوزیته برگشت	۵۱۸^{c}	۵۰۸^{c}	۸۴۶^{a}	۸۵۷^{a}	۷۹۵^{ab}	۷۴۶^{b}	۷۷۵^{b}	۸۰۶^{ab}
عطر و بوی برنج‌خام	۴/۵۵^{a}	۳/۵۵^{b}	۱/۲۲^{d}	۱/۶۶^{d}	۱/۳۳^{d}	۲/۸۸^{c}	۳^{bc}	۲/۶۶^{c}
عطرو بوی برنج‌پخته	۵^{a}	۳/۸۹^{b}	۳/۷۷^{bc}	۳/۲۲^{d}	۳/۳۳^{cd}	۳/۵۶^{bcd}	۴^{b}	۳/۳۳^{cd}

* Tc رقم طارم شاهد، Te طارم در شرایط محیطی کنترل شده، ، $Th_{5,10,20}$ تیمارهای رطوبت بالا (۲۴٪) و به ترتیب ۵،۱۰،۲۰ دقیقه بخاردهی شده، $Tl_{5,10,20}$ تیمارهای رطوبت پایین (۱۷٪) و به ترتیب ۵،۱۰،۲۰ دقیقه بخاردهی شده می‌باشند. آمیلوز رقم طارم ۲۰٪ بوده است. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر سطر در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

خصوصیات خمیری: در تیمار بخاردهی، ویسکوزیته حداکثر و ویسکوزیته شکست نسبت به تیمار شاهد کاهش، و ویسکوزیته برگشت افزایش داشت (جدول ۱). شدت کاهش ویسکوزیته حداکثر، مرتبط با رطوبت و زمان بخاردهی بود هرچه رطوبت اولیه شلتوک بالاتر و زمان بخاردهی بیشتر بود به دلیل ژلاتیناسیون بیشتر، تغییرات بیشتر شد. در انبارمانی طبیعی ویسکوزیته حداکثر ابتدا افزایش و در زمان طولانی‌تر نگهداری، کاهش یافت. کاهش ویسکوزیته حداکثر طی زمان طولانی انبارمانی نشان‌دهنده آن

است که گرانول نشاسته انبارمانده مقاومت بیشتری به بادکردگی دارد (زو و همکاران، ۲۰۰۳). مهم‌ترین تغییر قابل توجه در منحنی ویسکوزیته، کاهش شکست ویسکوزیته در زمان انبارمانی کافی است که نشانه نظم یافتن بیشتر اجزاء برنج و مقاوم‌تر بودن گرانول به تخریب بعد از پخت می‌باشد (زو و همکاران، ۲۰۰۳؛ سوبهاگیا و باتاچاریا، ۲۰۰۱) در انبارمانی تسریع‌یافته نیز به کاهش ویسکوزیته حداکثر، افزایش ویسکوزیته برگشت (جیسوت و همکاران، ۲۰۰۹؛ سوپونروناریت و همکاران، ۲۰۰۸) و کاهش ویسکوزیته شکست (ویست و همکاران، ۲۰۰۵) اشاره شده است. این نتایج مطابق با تغییرات حاصل از مشخصه‌های ویسکوزیته در تیمارهای بخاردهی‌شده، و نتایج انبارمانی طبیعی به مدت طولانی بوده است. اما در تیمار محیطی خصوصیات ویسکوزیته مطابق با روند انبارمانی طولانی نبود. در زمان کوتاه انبارمانی گاهی شاهد افزایش ویسکوزیته حداکثر و افزایش شکست ویسکوزیته هستیم (لطیفی، ۱۳۹۲) به‌طوری که در این پژوهش در تیمار محیطی چنین نتیجه‌ای مشاهده شد. همچنین در برخی از مطالعات، افزایش ویسکوزیته حداکثر به‌دلیل تشکیل کمپلکس آمیلوز- چربی طی فرایندهای حرارت‌دهی در برنج نیز گزارش شده است (جیسوت و همکاران، ۲۰۰۹؛ کار و سینگ، ۲۰۰۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر منفی تیمار بخاردهی بر عطر و بوی برنج رقم طارم علی‌رغم تأثیرات مثبت بر کیفیت، این روش برای انبارمانی تسریع‌یافته رقم طارم قابل توصیه نمی‌باشد. اما تیمار روش محیطی با وجود کاهش یک درجه‌ای در عطر و بو سبب بهبود خصوصیات پخت برنج گردید و قابل اجرا می‌باشد.

منابع:

۱. لطیفی، ع. ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات فیزیکوشیمیایی ارقام متداول برنج ایرانی و تأثیر مدت زمان انبارمانی بر آن. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد۱۴، شماره ۲. ص؟؟

2. AACC. 1995. Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. AACC method. 61-02.01.
3. Bhattacharya, K.R. 2013. Process for accelerated aging of rice. *Cereal Foods World*, 58(1), 19-22.
4. Chrastil, J. 1990. Influence of storage on enzymes in rice grains. *Agricultural and food chemistry*, 38, 1198-1202
5. Fellers, D.A., and Deissinger, A.E. 1983. Preliminary study on the effect of steam treatment of paddy on milling properties and rice stickiness. *Cereal Science*, 1, 147-157.
6. Gujral, H.S. and Kumar, R. 2003. Effect of accelerated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. *Food Engineering*, 59, 117-121.
7. Jaisut, D., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W., Tungtrakul, P. and Soponronnarit, S. 2009. Accelerated aging of jasmine brown rice by high temperature fluidization technique. *Food Research International*, 42, 674-681.
8. Juliano, B.O. 1985. Rice Chemistry and Technology. In B.O. Juliano, *Aging or storage change*. (pp. 491-511) St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists.
9. Kaur, K. and Singh, N. 2000. Amylase-lipid complex formation during cooking rice flour. *Food Chemistry*, 71, 511-517.
10. Lamberts, L., Brijs, K., Mohamed, R., Verhelst, N. and Delcour, J.A. 2006. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice. *Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9924-9929.

11. Lu, R. and Siebenmorgen, T.J. 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernels. *Transactions of the ASAE*, 38(3), 889-894.
12. Marshal, W.E., Wadsworth, J.A., Verma, L.R. and Velupillai, L. 1993. Determining the degree of gelatinization in parboiled rice. *Cereal Chemistry*, 70(2), 226-230.
13. Rayaguru, K., Pandey, J.P. and Routray, W. 2011. Optimization of process variables for accelerated aging of Basmati rice. *Food Quality*, 34(1), 56-63.
14. Rosniyana, A., Hashifah, M.A. and Shariffahnorin, S.A. 2004. Effect of heat treatment (accelerated ageing) on the physicochemical and cooking properties of rice at different moisture contents. *Tropical Agriculture and Food Science*, 32(2), 155-162.
15. Singh, N., Kaur, L., Sohdi, N.S. and Sekhon, K.S. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivar. *Food Chemistry*, 89, 253-259.
16. Sirisoontarak, P. and Noomhorm, A. 2007. Change in physicochemical and sensory properties of irradiated rice during storage. *Stored Product Research*, 43, 282- 289.
17. Sodhi, N.S., singh, N., Avora, M. and Sing, J. 2003. Change in physicochemical, thermal, cooking and textural properties of rice during aging. *Food Processing and Preservation*, 27, 387-400.
18. Soponronnarit, S., Chiawwet, M., Prachayawarakorn, S., Tungtrakul, P. and Taechapairoj, C. 2008. Comparative study of physicochemical properties of accelerated and naturally aged rice. *Food Engineering*, 85, 268- 276.
19. Sowbhagya, C.M. and Bhattacharya, K.R. 2001. Changes in pasting behaviour of rice during ageing. *Cereal Science*, 34, 115-124.
20. Teo, C.H., Abd. Karim, A., Cheah, P.B., Norziah, M.H. and Seow, C.C. 2000. On the role of protein and starch in the aging of nonwaxy rice flour. *Food Chemistry*, 69, 229- 238.
21. Wiset, L., Srzednicki, G., Wootton, M., Driscoll, R.H. and Blakeney, A.B. 2005. Effect of high temperature drying on physicochemical properties of various cultivars of rice. *Drying Technology*, 23, 2227-2237.
22. Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., Blanchard, C. 2002. Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes. *Cereal Science*, 35, 65-78.
23. Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *Food Research International*, 36, 625- 634.
24. Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2007. Effect of storage temperature on cooking behavior of rice. *Food Chemistry*, 105, 491-497.