نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۵ شمارهٔ۱، صفحهٔ۷۸-۶۹، نیمهٔ اول۱۳۹۳

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 69-78

ارزیابی تأثیر نوع رقم و زمان خیساندن و پخت بر ویژگی‌های بافت، جذب آب و میزان ترکیدگی لوبیاقرمز ایرانی

لیلا مصفی[1*]، نفیسه زمیندار[2] و مهدی عموحیدری[3]

۱ و ۳- به‌ترتیب، مربی و کارشناس‌ارشد گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرضا

۲- استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲

چکیده

لوبیاها منبع غنی از فیبرهای رژیمی و ترکیبات شیمیایی گیاهی از قبیل فلاونوئید و فنولیک هستند و ویژگی‌های فراسودمند بسیاری نشان داده‌اند. در این مطالعه اثر رقم، زمان خیساندن و پخت بر جذب آب، ترکیدگی و بافت لوبیاقرمز ایرانی مورد بررسی قرار گرفت تا بهترین رقم و بهترین زمان خیساندن تعیین گردد. رقم D81083، اختر و KS31164 پس از ۲۴ساعت خیساندن به‌ترتیب بیشترین میزان جذب آب را نشان دادند، درحالی‌که رقم‌های ازنا، گلی و ناز کمترین جذب آب را داشتند (P<۰/۰۵). رقم اختر و صیاد بالاترین میزان ترکیدگی و KS31164 پایین‌ترین میزان ترکیدگی را به خود اختصاص دادند (P<۰/۰۵). خیساندن رقم اختر به‌مدت ۲۴ساعت باعث بیشترین میزان جذب آب و کمترین میزان ترکیدگی در این رقم شد. در مورد رقم صیاد، ۲۴ساعت خیساندن و زمان پخت طولانی‌تر توصیه می‌شود، درحالی‌که برای رقم KS31164 مدت زمان ۱۲ساعت برای خیساندن و زمان پخت طولانی‌تر نتایج بهتری دربر داشت. رقم درخشان پس از ۲۴ساعت خیساندن، ۱۱۶/۸درصد جذب آب و ۷/۸درصد مقدار ترکیدگی را نشان داد. اثر رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر بافت لوبیاقرمز معنی‌دار بود (P<۰/۰۱).

واژه‌های کلیدی: پخت، ترکیدگی، جذب آب، خیساندن، لوبیاقرمز، مقاومت برشی

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus spp* L.) به‌عنوان مهم‌ترین حبوبات برای مصرف انسان، سال‌ها است که مورد کشت قرار گرفته و نقش مهمی در رژیم غذایی مردم بسیاری از نقاط جهان دارد (Meng *et al*., 2001; Oboh *et al*., 1998; Rehman *et al*., 2005). اهمیت حبوبات در کشورهای درحال توسعه بیش از کشورهای توسعه‌یافته است. در آسیا مصرف سرانه روزانه لوبیا حدود ۱۱۰گرم و در آمریکا ۹گرم می‌باشد (Boateng, 2008). لوبیا منبع غنی از پروتئین (۲۰ تا ۳۰درصد) و کربوهیدرات (۵۰ تا ۶۰درصد) و منبع نسبتاً خوبی از مواد معدنی و ویتامین‌ها است (Rehman *et al*., 2004; Yin *et al*., 2008). آرد و کنسانتره پروتئین لوبیاقرمز خواص فراسودمند زیادی از خود نشان داده اند (Tang, 2008). طی تخمیر در روده بزرگ نشاسته مقاوم لوبیا به اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تبدیل می‌شود که خواص سلامتی بخش بسیار دارند. حبوبات در مقایسه با غلات و غدد از نشاسته مقاوم بیشتری برخوردار هستند (Yadav *et al*., 2010).

روش‌های فرایند و پخت زیادی برای کاهش مواد ضدمغذی مانند تریپسین و اسید فیتیک و افزایش تانن‌ها، کاتچین و پلی‌فنول‌ها که دارای خاصیت آنتی‌موتاژنی و آنتی‌اکسیدانی هستند، وجود دارد (Boateng *et al*., 2008). مواد ضدمغذی موجود در غذاهای گیاهی مانند ساپونین‌ها، تانن‌ها و فیتات باعث کاهش دسترسی مواد مغذی همچنین ممانعت از رشد می‌شوند و برخی از آنها باعث نفخ در مصرف‌کنندگان می‌گردند (Oboh *et al*., 1986). بنابراین تلاش‌های زیادی به‌منظور کاهش مواد ضدّمغذی و افزایش ارزش غذایی صورت گرفته است (Abd El-Hady *et al*., 2003). خیساندن لوبیا قبل از پخت، یک تجربه عملی است که باعث نرم‌شدن بافت و تسریع پخت می‌گردد. از سوی دیگر، خیساندن جهت کاهش مواد ضدّمغذی و بهبود کیفیت پخت توصیه شده است (Rehman *et al*., 2005). در پخت سنتی، لوبیا یک شب قبل از پخت در آب خیسانده می‌شود تا میزان آب در دسترس برای انجام واکنش شیمیایی مثل ژلاتینه‌شدن

* **نویسنده مسئول**: اصفهان، خیابان آزادی، خیابان فارابی شمالی، کوچه۲۲، پلاک۴۰، کُد پستی: ۸۱۶۸۹۷۸۳۶۳، همراه: ۰۹۱۳۱۰۲۸۹۶۵، تلفن: ۰۳۲۱-۳۲۹۳۳۲۲،
leilamosaffa@yahoo.com

نشاسته و دناتوره‌شدن پروتئین در دانه افزایش یابد (Bellido *et al*., 2006). جذب آب لوبیاهای خشک قبل از پخت یا کنسروسازی به‌منظور کاهش زمان پخت و افزایش وزن آبکش، ضروری است. از دیگر مزایای این عمل می‌توان به ایجاد بافت نرم‌تر و خروج بخشی از استاکیوز و رافینوز که باعث نفخ می‌شوند، اشاره نمود (Taiwo *et al*., 1998). با پیشرفت زمان خیساندن، آب به داخل پوسته لوبیا و سپس به درون لپه‌ها نفوذ می‌کند تا به مرکز لوبیا برسد و بافت را نرم و یکنواخت کند؛ اما زمان خیساندن طولانی می‌تواند به افزایش تعداد میکروب‌های مضرّ منجر شود (Gowen *et al*., 2007). تحقیقات سایر محققان نشان داده است که روش‌های مختلف پخت می‌تواند تا حد زیادی موجب افزایش کیفیت تغذیه‌ای غلات و حبوبات شود (Vasudeva *et al*., 2010).

با توجه به این‌که اگر لوبیاقرمز، قبل از پخت به اندازه کافی آب جذب نکند، افت کیفیت در محصول نهایی آن، به‌ویژه در کنسروسازی ایجاد می‌شود و نیز با توجه به این‌که اطلاعات کمی در مورد لوبیاقرمزایرانی در دسترس است، لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر زمان‌های متفاوت خیساندن و پخت بر جذب آب و خصوصیات بافتی لوبیاقرمزایرانی به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

لوبیاقرمز (*Phaseolus vulgaris*) مورد استفاده در این تحقیق از مرکز تحقیقات خمین (اراک-ایران) تأمین شد. رقم‌های ازنا، گلی، D81083، اختر، صیاد، ناز، KS31164 و درخشان جهت این تحقیق انتخاب شدند. لوبیاها در کیسه‌های نفوذناپذیر در محل تاریک در دمای اتاق نگهداری‌شدند. پیش از آزمایش، لوبیاهای شکسته، مواد خارجی و گردوغبار آن‌ها جدا شد و سپس با دست بر اساس اندازه، درجه‌بندی شدند. میزان ۱۰۰گرم از هر رقم با استفاده از یک آسیاب آشپزخانه‌ای تا سایز ۰/۵میلی‌متر پودر گردید و برای آنالیز شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت و مابقی آن برای تیمارهای خیساندن قبل از پخت مصرف شد (Rehinan *et al*., 2004).

آنالیز شیمیایی پروتئین نمونه‌های تهیه‌شده، قبل از خیساندن مورد ارزیابی قرار گرفت. پروتئین نمونه‌ها پس از هضم به‌وسیله اسیدسولفوریک غلیظ مطابق با روش میکروکلدال AOAC اندازه‌گیری شد (AOAC, 1990). کلیه ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در آزمایش از نوع مِرک آلمان بودند. همه اندازگیری‌ها در سه تکرار انجام شدند و میانگین آن‌ها برای تست LSD در سطح احتمال ۵درصد استفاده شد. میانگین‌ها در جدول شماره ۱ گزارش‌شدند.

تیمار خیساندن

میزان ۱۰گرم از هر رقم در ۸۰میلی‌لیتر آب‌مقطر درون یک بشِر و در دمای اتاق (۲۰°C) خیسانده شد. زمان خیساندن ۰، ۶، ۱۲ و ۲۴ساعت درنظر گرفته شد. پس از هر دوره زمانی، لوبیاها از آب خارج شده و به‌مدت ۳، ۵ و ۱۰دقیقه در آب‌جوش برای پخت قرار گرفتند. نسبت وزن آب پخت به لوبیا ۵:۱ درنظر گرفته شد. سپس لوبیاها از آب‌جوش خارج شده و آب سطحی آن‌ها با دستمال کاغذی گرفته شده و در بسته‌های پلاستیکی سربسته، خنک و سپس توزین گردید. برای خنک‌شدن لوبیاها تا دمای اتاق، حدود ۱۰تا ۱۵دقیقه زمان لازم بود. تفاوت وزن ثانویه و اولیه نسبت به وزن اولیه برای هر تیمار به‌صورت درصد مشخص شد. برای موادی که از لوبیا خارج و در آبِ خیساندن یا آب پخت وارد شده بود، ضریب تصحیح درنظرگرفته نشد (Taiwo *et al*., 1998).

لوبیاهای شکسته یا ترک‌خورده نیز از بقیه لوبیاها جداسازی و توزین‌شدند و نسبت وزن آن‌ها به وزن لوبیاهای پخته‌شده محاسبه گردید تا برای گزارش درصد ترکیدگی ناشی از خیساندن و پخت مورد استفاده قرار گیرد. کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد.

ارزیابی بافت

مقدار ۲۰گرم بذر رقم‌های لوبیای ازنا، گلی، D81083، اختر، درخشان، صیاد و KS31164 در آب‌مقطر (با نسبت ۱:۵) به‌مدت ۱۲ و ۲۴ساعت خیسانده شد. لوبیاهای خیسانده‌شده به دو دسته تقسیم شدند. یک دسته مستقیماً برای ارزیابی بافت به‌کار رفته و دسته دوم مدت ۱۰دقیقه در آب‌جوش (با نسبت وزنی لوبیا به آب ۱:۵) پخته شدند. آن‌ها نیم‌ساعت در بسته‌های پلاستیکی دربسته قرار گرفتند تا به دمای اتاق رسیده و سپس برای ارزیابی بافت استفاده شدند. برای این منظور، ۷عدد لوبیا برای آزمون Puncture در دستگاه‌اینستران مدل ۱۱۴۰ انتخاب شدند. قُطر پروب مورد استفاده برای این آزمون، ۳/۳میلی‌متر و ابعاد صفحه ۱۰×۱۰سانتی‌متر و ضخامت آن ۱/۳سانتی‌متر بود. در مرکز صفحه، سوراخی به قطر ۵میلی‌متر وجود داشت. پروب با سرعت ۲۰۰میلی‌متر بر دقیقه پایین آورده شد. پروب از محل هیلوم لوبیا به‌صورت عمود بر آن حرکت نموده و لوبیا

را سوراخ کرده و در یک‌میلی‌متری داخل صفحه متوقف شد. مقدار مقاومت برشی با توجه به رابطه زیر محاسبه شد:

$$S = F/\pi dt$$

که در آن، S مشخص‌کنندهٔ مقاومت برشی بر حسب گرم‌نیرو بر سانتی‌مترمربع، F نیرو (بیشترین مقدار نیرو برای برش لوبیا) بر حسب گرم‌نیرو به‌ازای هر نمونه، d قطر پروب و t ضخامت هر لوبیا بود (Gowen *et al.*, 2007).

طرح آزمایشی

طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل با سه تکرار به‌منظور بررسی اثر رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر میزان جذب آب و درصد ترکیدگی مورد استفاده قرار گرفت. فاکتور اول، هشت رقم مختلف لوبیاقرمز شامل ازنا، گلی، D81083، اختر، صیاد، ناز، KS31164 و درخشان، فاکتور دوم زمان خیساندن شامل ۰، ۶، ۱۲ و ۲۴ساعت و فاکتور سوم زمان‌های پخت شامل ۳، ۵ و۱۰دقیقه بود.

برای هر تکرار،۱۰گرم نمونه و برای مقایسه میانگین‌ها آزمون LSD و سطح احتمال ۵درصد درنظرگرفته شد. داده‌ها با نرم‌افزارSAS (نسخهٔ۸/۰۲ مؤسسهٔSAS، ۲۰۰۱) تحلیل‌شدند.

طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل برای تحلیل داده‌های ارزیابی بافت درنظرگرفته شد. طرح در قالب سه فاکتور رقم (ازنا، گلی، D81083، اختر، درخشان، صیاد، KS31164)، زمان خیساندن (در دو سطح ۱۲ و ۲۴ساعت) و زمان پخت (۵ و۱۰دقیقه) برای بررسی بافت درنظرگرفته شد.

نتایج و بحث

مقدار پروتئین رقم‌های مختلف در جدول۱ ارائه شده است. رقم‌های درخشان و ازنا به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پروتئین را داشتند (P<۰/۰۱). با توجه به مقدار پروتئین به‌نظر می‌رسد رقم‌های مختلف لوبیاقرمز منبع مناسب پروتئین برای تغذیه انسان باشند. خیساندن و فرآیند حرارتی، هضم پروتئین را بهبود می‌بخشد، چون با توجه به ماهیت محلول در آب ممانعت‌کننده تریپسین، در اثر خیساندن این ترکیب به‌داخل آب خیساندن مهاجرت خواهد کرد (Abd El-Hady *et al.*, 2003; Rehman *et al.*, 2004). بنابراین خیساندن رقم‌های موردنظر قبل از مصرف، ارزش تغذیه‌ای آن‌ها را افزایش می‌دهد.

مطابق جدول۲، اثر رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اثر متقابل رقم و زمان پخت، رقم و زمان خیساندن، زمان خیساندن و زمان پخت، همچنین اثر متقابل رقم و زمان خیساندن و زمان پخت بر جذب آب نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اثر رقم (P<۰/۰۱) و زمان خیساندن (P<۰/۰۵) بر ترکیدگی لوبیا معنی‌دار بود، اما سایر فاکتورها و اثر متقابل آن‌ها بر ترکیدگی اثر معنی‌داری نداشتند.

جدول ۱- مقدار پروتئین انواع مختلف لوبیاقرمز خشک

Table 1. Protein content of different raw dry red beans

پروتئین Protein (%)		رقم لوبیاقرمز Red bean line
$18.6^{h} \pm 0.03$	Azna	ازنا
$19.7^{g} \pm 0.16$	Goli	گلی
$20.2^{f} \pm 0.06$	D81083	D81083
$20.8^{e} \pm 0.14$	Akhtar	اختر
$23.4^{b} \pm 0.13$	Sayyad	صیاد
$21.2^{d} \pm 0.16$	Naz	ناز
$21.8^{c} \pm 0.04$	KS31164	KS31164
$23.6^{a} \pm 0.13$	Derakhshsan	درخشان

مقدار میانگین±SD برای سه تکرار

Mean values ± SD of triplicate determinations.

میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ستون، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

Mean values within a column with different superscripts are significantly different at P<0.05.

اثرات اصلی رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین‌های ارائه‌شده برای هر رقم، میانگین همه زمان‌های خیساندن و پخت است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، رقم D81083 بالاترین جذب آب را نشان می‌دهد و رقم‌های اختر و KS31164 پس از آن قرار گرفته‌اند. درحالی‌که رقم‌های ازنا، گلی و ناز پایین‌ترین سطح جذب آب را نشان دادند (P<۰/۰۵). بر اساس جدول ۲ تفاوت معنی‌داری در میزان ترکیدگی رقم‌های مختلف به‌چشم می‌خورد. رقم KS31164 کمترین میزان ترکیدگی و رقم‌های اختر و صیاد بالاترین میزان ترکیدگی (P<۰/۰۵) را نشان دادند. با توجه به سطح جذب آب و ترکیدگی رقم‌های مختلف، D81083 و KS31164 برای مصارف صنعتی توصیه می‌شوند.

نتایج به‌دست‌آمده برای میزان جذب آب و ترکیدگی همه رقم‌ها، در زمان‌های مختلف خیساندن و همه زمان‌های پخت در جدول ۲ نشان داده شده است. در زمان صفرساعت خیساندن، میانگین جذب آب ۳۱/۹درصد و میانگین ترکیدگی ۸/۳درصد به‌دست آمد. این میانگین‌ها معدل جذب آب و ترکیدگی همه رقم‌هایی است که خیسانده نشده‌اند، ولی ۳، ۵ یا۱۰دقیقه پخته شده‌اند. پس می‌توان گفت این جذب آب ناشی از پخت است. با توجه به این‌که رقم‌ها و زمان‌های پخت در سایر سطوح زمان خیساندن (۶، ۱۲ و ۲۴ساعت) تکرار شده‌اند، این مقایسه فقط تفاوت میانگین‌های زمان خیساندن را نشان می‌دهد. نتایج جدول۲ نشان می‌دهد با طولانی‌شدن زمان خیساندن و زمان پخت، جذب آب به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد (P<۰/۰۵). میزان۱۰دقیقه حرارت در آب‌جوش برای نرم‌شدن بافت لوبیاقرمز کافی نبود، برای‌این منظور به زمان بیش از ۲۰دقیقه احتیاج است. برای تعیین بهترین رقم و مناسب‌ترین زمان خیساندن و پخت برای آنها اثرات متقابل مورد بحث قرار می‌گیرد.

اثرات متقابل زمان خیساندن و پخت بر جذب آب و ترکیدگی در جدول۳ نشان داده شده است. اثرات متقابل ۶ساعت خیساندن و ۵ یا۱۰دقیقه پخت، بیشترین ترکیدگی را نشان داد. این امر به‌دلیل آن است که سطح و مرکز لوبیا به یک‌اندازه آب جذب نکرده‌اند. جدول۴ اثر متقابل دوگانه رقم و زمان خیساندن و جدول۵ اثر متقابل سه‌گانه رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر میزان جذب آب و ترکیدگی را نشان می‌دهند.

جدول ۲- اثرات اصلی رقم، زمان خیساندن و زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی

Table 2. Effect of red bean lines, soaking time and cooking time on water absorption and splitting (main effects)

ترکیدگی (درصد) Splitting (%)	جذب آب (درصد) Water absorption (%)		فاکتور اصلی Main factors
		Red bean lines	**رقم لوبیاقرمز**
7.2^{cd}± 0.093	56.8^{c} ± 0.379	Azna	ازنا
12.2^{ab}± 0.098	56.7^{c}±0.288	Goli	گلی
7.8^{bcd}± 0.065	88.6^{a}± 0.310	D81083	D81083
13.3^{a}± 0.133	64.9^{b}± 0.292	Akhtar	اختر
13.2^{a}± 0.130	59.0^{bc}± 0.310	Sayyad	صیاد
11.8^{abc}± 0.138	55.9^{c}± 0.324	Naz	ناز
5.3^{d}± 0.096	64.5^{b}± 0.373	KS31164	KS31164
7.7^{bcd}± 0.089	60.7^{bc}± 0.390	Derakhshsan	درخشان
		Soaking time (h)	**زمان خیساندن (ساعت)**
8.3^{b}± 0.111	31.9^{d}± 0.232	0	
12.8^{a}± 0.139	44.8^{c}± 0.218	6	
9.1^{b}± 0.089	75.7^{b}± 0.262	12	
9.0^{b}± 0.090	101.2^{a}± 0.137	24	
		Cooking time (min)	**زمان پخت (دقیقه)**
10.6^{ab}± 0.104	53.4^{c}± 0.366	3	
11.0^{a}± 0.125	61.6^{b}± 0.349	5	
7.8^{b}± 0.098	75.2^{a}± 0.286	10	

میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ستون برای هر ویژگی، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

Mean having the same letter within each property are not significantly different using LSD test at P<0.05, means are calculated as main effects.

جدول ۳- اثرمتقابل زمان خیساندن و زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی

Table 3. Interactive effect of soaking and cooking time on water absorption and splitting

زمان خیساندن × زمان پخت Soaking time × Cooking time	جذب آب (درصد) Water absorption (%)	ترکیدگی (درصد) Splitting (%)
0h × 3 min	$13.8^{h} \pm 0.110$	$11.6^{ab} \pm 0.130$
0h × 5 min	$27.5^{g} \pm 0.157$	$9.5^{abc} \pm 0.114$
0h × 10 min	$54.3^{e} \pm 0.203$	$3.7^{c} \pm 0.065$
6h × 3 min	$29.6^{g} \pm 0.201$	$10.9^{ab} \pm 0.124$
6h × 5 min	$44.6^{f} \pm 0.189$	$13.5^{a} \pm 0.165$
6h × 10 min	$60.2^{e} \pm 0.148$	$14.1^{a} \pm 0.129$
12h × 3min	$78.0^{d} \pm 0.203$	$9.8^{ab} \pm 0.084$
12h × 5 min	$73.5^{d} \pm 0.318$	$11.0^{ab} \pm 0.098$
12h × 10 min	$75.7^{d} \pm 0.263$	$6.4^{bc} \pm 0.083$
24h × 3 min	$92.0^{c} \pm 0.136$	$9.9^{ab} \pm 0.074$
24h ×5 min	$101.0^{b} \pm 0.121$	$10.1^{ab} \pm 0.115$
24h × 10 min	$110.6^{a} \pm 0.081$	$7.1^{bc} \pm 0.076$

میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ستون برای هر ویژگی، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

Mean values within a column with different letters are significantly different using LSD test at P<0.05.

جدول ۴- اثرمتقابل رقم x زمان خیساندن و رقم x زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی

Table 4. Interaction of red bean lines-soaking time and red bean lines-cooking time on water absorption and splitting

رقم × زمان خیساندن Line × Time soaking	جذب آب (درصد) Water absorption (%)	ترکیدگی (درصد) Splitting (%)	رقم × زمان پخت Line× Cooking time	جذب آب (درصد) Water absorption (%)	ترکیدگی (درصد) Splitting (%)
Azna × 24h	$97.3^{bc} \pm 0.128$	$4.7^{fgh} \pm 0.056$	Azna × 10 min	$62.1^{fghi} \pm 0.321$	$4.7^{ed} \pm 0.072$
Azna × 12h	$83.8^{d} \pm 0.206$	$11.9^{bcdefg} \pm 0.060$	Azna × 5 min	$55.8^{hijk} \pm 0.422$	$5.2^{cde} \pm 0.069$
Azna × 6h	$25.5^{mn} \pm 0.192$	$6.0^{defgh} \pm 0.091$	Azna × 3 min	$52.7^{ijk} \pm 0.414$	$11.7^{abcde} \pm 0.119$
Azna × 0h	$20.8^{n} \pm 0.096$	$6.3^{defgh} \pm 0.139$			
Goli × 24h	$86.6^{cd} \pm 0.213$	$6.4^{defgh} \pm 0.062$	Goli × 10 min	$71.0^{def} \pm 0.246$	$9.0^{abcde} \pm 0.080$
Goli × 12h	$62.3^{fg} \pm 0.229$	$12.7^{bcdef} \pm 0.120$	Goli × 5 min	$57.6^{ghijk} \pm 0.284$	$13.5^{abc} \pm 0.104$
Goli × 6h	$43.4^{hij} \pm 0.186$	$14.3^{bcdef} \pm 0.095$	Goli × 3 min	$41.7^{l} \pm 0.257$	$14.1^{ab} \pm 0.107$
Goli × 0h	$34.8^{jklm} \pm 0.229$	$15.5^{bcd} \pm 0.094$			
D81083 × 24h	$114.7^{a} \pm 0.050$	$5.8^{defgh} \pm 0.024$	D81083 × 10 min	$97.3^{a} \pm 0.233$	$6.8^{bcde} \pm 0.037$
D81083 × 12h	$113.7^{a} \pm 0.041$	$7.7^{cdefgh} \pm 0.020$	D81083 × 5 min	$89.3^{ab} \pm 0.288$	$9.8^{abcde} \pm 0.098$
D81083 × 6h	$76.8^{ed} \pm 0.092$	$7.6^{cdefgh} \pm 0.038$	D81083 × 3 min	$79.3^{bcd} \pm 0.388$	$6.8^{bcde} \pm 0.044$
D81083 × 0h	$49.4^{hi} \pm 0.268$	$9.9^{bcdefg} \pm 0.123$			
Akhtar × 24h	$97.7^{bc} \pm 0.063$	$7.7^{cdefgh} \pm 0.078$	Akhtar × 10 min	$78.2^{cd} \pm 0.219$	$16.7^{a} \pm 0.140$
Akhtar × 12h	$77.9^{ed} \pm 0.155$	$10.2^{bcdefg} \pm 0.101$	Akhtar × 5 min	$59.2^{ghij} \pm 0.281$	$13.3^{abc} \pm 0.135$
Akhtar × 6h	$49.3^{hi} \pm 0.161$	$26.0^{a} \pm 0.147$	Akhtar × 3 min	$57.3^{ghijk} \pm 0.340$	$9.8^{abcde} \pm 0.119$
Akhtar × 0h	$34.6^{jklm} \pm 0.220$	$9.1^{cdefgh} \pm 0.110$			
Sayyad × 24h	$100.4^{b} \pm 0.119$	$14.6^{bcde} \pm 0.122$	Sayyad × 10 min	$65.0^{efgh} \pm 0.288$	$9.5^{abcde} \pm 0.115$
Sayyad × 12h	$62.8^{fg} \pm 0.161$	$10.1^{bcdefg} \pm 0.118$	Sayyad × 5 min	$63.4^{fgh} \pm 0.350$	$15.0^{ab} \pm 0.169$
Sayyad × 6h	$40.2^{ijkl} \pm 0.194$	$19.7^{ab} \pm 0.156$	Sayyad × 3 min	$48.5^{kl} \pm 0.298$	$15.1^{ab} \pm 0.097$
Sayyad × 0h	$32.5^{jklmn} \pm 0.174$	$8.4^{cdefgh} \pm 0.108$			
Naz × 24h	$100.3^{b} \pm 0.121$	$11.8^{bcdefg} \pm 0.128$	Naz × 10 min	$70.3^{def} \pm 0.306$	$8.8^{abcde} \pm 0.115$
Naz × 12h	$52.9^{gh} \pm 0.177$	$9.7^{cdefgh} \pm 0.104$	Naz × 5 min	$49.5^{jkl} \pm 0.318$	$14.2^{ab} \pm 0.178$
Naz × 6h	$42.0^{hij} \pm 0.203$	$16.3^{abc} \pm 0.184$	Naz × 3 min	$48.0^{kl} \pm 0.323$	$12.5^{abcd} \pm 0.118$
Naz × 0h	$28.5^{lmn} \pm 0.206$	$9.6^{cdefgh} \pm 0.107$			
KS31164 × 24h	$104.5^{ab} \pm 0.089$	$13.2^{bcdef} \pm 0.109$	KS31164 × 10 min	$74.7^{cde} \pm 0.270$	$3.3^{e} \pm 0.077$
KS31164 × 12h	$82.1^{ed} \pm 0.226$	$2.4^{gh} \pm 0.073$	KS31164 × 5 min	$67.2^{efg} \pm 0.391$	$8.0^{bcde} \pm 0.122$
KS31164 × 6h	$41.6^{hijk} \pm 0.184$	$5.4^{efgh} \pm 0.108$	KS31164 × 3 min	$51.6^{ijkl} \pm 0.432$	$4.6^{ed} \pm 0.084$
KS31164 × 0h	$29.8^{klmn} \pm 0.327$	$0.00^{h} \pm 0.000$			
Derakhshan × 24h	$108.0^{ab} \pm 0.082$	$8.0^{cdefgh} \pm 0.069$	Derakhshan × 10 min	$83.0^{bc} \pm 0.321$	$3.9^{e} \pm 0.063$
Derakhshan × 12h	$70.5^{ef} \pm 0.326$	$8.0^{cdefgh} \pm 0.066$	Derakhshan × 5 min	$51.1^{jkl} \pm 0.368$	$9.1^{abcde} \pm 0.079$
Derakhshan × 6h	$39.6^{ijkl} \pm 0.189$	$7.5^{cdefgh} \pm 0.132$	Derakhshan × 3 min	$48.1^{kl} \pm 0.406$	$9.9^{abcde} \pm 0.112$
Derakhshan × 0h	$24.8^{mn} \pm 0.246$	$7.2^{cdefgh} \pm 0.089$			

میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ستون برای هر ویژگی اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

Mean values within a column with different letters are significantly different using LSD test at P<0.05.

جدول ۵- اثرمتقابل رقم x زمان خیساندن x زمان پخت بر جذب آب و ترکیدگی

Table 5. Interaction of red bean lines with soaking time and cooking time on water absorption and splitting

رقم × زمان خیساندن × زمان پخت Line × soaking time × cooking time	جذب آب (٪) Water absorption (%)	ترکیدگی (٪) Splitting (%)	رقم × زمان خیساندن × زمان پخت Line × soaking time × cooking time	جذب آب (٪) Water absorption (%)	ترکیدگی (٪) Splitting (%)	رقم × زمان خیساندن × زمان پخت Line × soaking time × cooking time	جذب آب (٪) Water absorption (%)	ترکیدگی (٪) Splitting (%)
Azna × 24h×10min	107.3± 0.079	0.00± 0.000	Akhtar × 24h×10min	101.6± 0.08	11.1± 0.104	KS31164 × 24h×10min	113.5± 0.022	5.6± 0.097
Azna × 24h×5min	89.9± 0.183	7.0± 0.061	Akhtar × 24h×5min	97.3± 0.053	8.0± 0.070	KS31164 × 24h×5min	104.8± 0.063	23.1± 0.070
Azna × 24h×3min	94.8± 0.037	7.0± 0.061	Akhtar × 24h×3min	94.3± 0.046	4.0± 0.070	KS31164 × 24h×3min	95.4± 0.055	10.9± 0.096
Azna × 12h×10min	63.3±0.243	7.7± 0.067	Akhtar × 12h×10min	89.3± 0.020	14.1± 0.124	KS31164 × 12h×10min	60.6± 0.139	0.00± 0.000
Azna × 12h×5min	99.3± 0.047	13.8± 0.054	Akhtar × 12h×5min	61.8± 0.162	12.4± 0.109	KS31164 × 12h×5min	97.1± 0.275	0.00± 0.000
Azna × 12h×3min	88.7± 0.083	14.1± 0.055	Akhtar × 12h×3min	82.2± 0.085	4.1± 0.071	KS31164 × 12h×3min	88.6± 0.026	7.3± 0.126
Azna × 6h ×10min	48.2± 0.048	11.1± 0.100	Akhtar × 6h ×10min	63.5± 0.172	33.2± 0.055	KS31164 × 6h×10min	59.8± 0.080	7.5± 0.130
Azna × 6h ×5min	14.6± 0.137	0.00± 0.000	Akhtar × 6h×5min	51.0± 0.007	26.4± 0.184	KS31164 × 6h×5min	43.6± 0.096	8.8± 0.153
Azna × 6h ×3min	13.5± 0.093	6.7± 0.116	Akhtar × 6h×3min	33.6± 0.082	18.3± 0.182	KS31164 × 6h×3min	21.4± 0.094	0.00± 0.000
Azna × 0h ×10min	29.5± 0.068	0.00± 0.000	Akhtar × 0h×10min	57.9± 0.175	8.2± 0.143	KS31164 × 0h×10min	65.3± 0.276	0.00± 0.000
Azna × 0h×5min	19.2± 0.099	0.00± 0.000	Akhtar × 0h×5min	26.8± 0.134	6.4± 0.111	KS31164 × 0h×5min	23.2± 0.176	0.00± 0.000
Azna × 0h×3min	13.6± 0.057	18.9± 0.204	Akhtar × 0h×3min	19.1± 0.133	12.7± 0.112	KS31164 × 0h×3min	0.94± 0.006	0.00± 0.000
Goli × 24h×10min	107.0± 0.066	7.5± 0.065	Sayyad × 24h×10min	104.4± 0.087	11.8± 0.128	Derakhshan × 24h×10min	116.8± 0.056	7.8± 0.089
Goli × 24h×5min	86.9± 0.170	3.0± 0.052	Sayyad × 24h×5min	110.3± 0.048	14.5± 0.181	Derakhshan × 24h×5min	107.7± 0.036	6.7± 0.060
Goli × 24h×3min	65.9± 0.147	8.6± 0.075	Sayyad × 24h×3min	86.4± 0.017	17.5± 0.088	Derakhshan × 24h×3min	99.5± 0.003	9.4± 0.084
Goli × 12h×10min	55.2± 0.249	0.00± 0.000	Sayyad × 12h×10min	59.5± 0.121	8.9± 0.154	Derakhshan × 12h×10min	105.5± 0.219	7.9± 0.069
Goli × 12h×5min	66.3± 0.320	17.2± 0.109	Sayyad × 12h×5min	71.5± 0.157	14.4± 0.154	Derakhshan × 12h×5min	36.4± 0.098	7.5± 0.067
Goli × 12h×3min	65.3± 0.182	20.8± 0.094	Sayyad × 12h×3min	57.6± 0.219	7.1± 0.061	Derakhshan × 12h×3min	69.4± 0.105	8.6± 0.090
Goli × 6h×10min	59.4± 0.016	18.3± 0.071	Sayyad × 6h ×10min	51.8± 0.246	13.8± 0.140	Derakhshan × 6h×10min	54.6± 0.077	0.00± 0.000
Goli × 6h×5min	48.7± 0.126	19.2± 0.066	Sayyad × 6h×5min	38.0± 0.140	22.7± 0.252	Derakhshan × 6h×5min	46.8± 0.062	10.0± 0.102
Goli × 6h×3min	22.0± 0.103	5.4± 0.094	Sayyad × 6h×3min	30.7± 0.190	22.5± 0.084	Derakhshan × 6h×3min	17.3± 0.129	12.4± 0.215
Goli × 0h×10min	62.5± 0.058	10.3± 0.017	Sayyad × 0h×10min	44.3± 0.114	3.3± 0.058	Derakhshan × 0h×10min	55.2± 0.155	0.00± 0.000
Goli × 0h×5min	28.4± 0.127	14.7± 0.132	Sayyad × 0h×5min	33.8± 0.240	8.6± 0.148	Derakhshan × 0h×5min	13.5± 0.045	12.3± 0.114
Goli × 0h×3min	13.4± 0.013	21.6± 0.091	Sayyad × 0h×3min	19.4± 0.054	13.2± 0.118	Derakhshan × 0h×3min	5.9± 0.074	9.4± 0.081
D81083 × 24h×10min	120.5± 0.030	6.3± 0.028	Naz × 24h×10min	113.9± 0.030	6.7± 0.062			
D81083 × 24h×5min	112.0± 0.036	4.9± 0.031	Naz × 24h×5min	98.8± 0.054	13.3± 0.230			
D81083 × 24h×3min	111.6± 0.005	6.2± 0.018	Naz × 24h×3min	88.3± 0.069	15.3± 0.055			
D81083 × 12h×10min	112.4± 0.029	8.4± 0.019	Naz × 12h×10min	59.6± 0.174	4.3± 0.075			
D81083 × 12h×5min	117.6± 0.024	7.1± 0.012	Naz × 12h×5min	37.8± 0.137	15.5± 0.148			
D81083 × 12h×3min	111.1± 0.041	7.6± 0.031	Naz × 12h×3min	61.3± 0.158	9.1± 0.079			
D81083 × 6h×10min	83.2± 0.078	9.4± 0.014	Naz × 6h×10min	60.9± 0.148	19.4± 0.183			
D81083 × 6h×5min	75.9± 0.106	4.3± 0.030	Naz × 6h×5min	37.9± 0.164	17.0± 0.294			
D81083 × 6h×3min	71.4± 0.076	9.2± 0.047	Naz × 6h×3min	27.2± 0.166	12.4± 0.108			
D81083 × 0h×10min	73.1± 0.242	3.0± 0.052	Naz × 0h×10min	47.0± 0.256	4.6± 0.079			
D81083 × 0h×5min	51.8± 0.089	22.7± 0.127	Naz × 0h×5min	23.4± 0.041	11.0± 0.096			
D81083 × 0h×3min	23.3± 0.181	4.0± 0.070	Naz × 0h×3min	15.0± 0.140	13.3± 0.231			

میانگین ها برحسب درصد ارایه شده اند، مقدار LSD برا ی جذب آب و ترکیدگی به ترتیب ۰.۲۰۹۹ و ۰.۱۷۱ بود(P<۰/۰۵).

Mean values are presented in (%), LSD values are 0.2099 and 0.171 for water absorption and splitting respectively (P<0.05).

با توجه به جذب آب و ترکیدگی می‌توان نتیجه گرفت در رقم ازنا، ۲۴ساعت خیساندن و مدت زمان پخت طولانی‌تر مناسب است. رقم گلی به‌دلیل جذب آب پایین (حتی پس از ۲۴ساعت خیساندن) برای مصارف صنعتی قابل‌توصیه نیست. جذب آب رقم D81083 پس از ۱۲ساعت خیساندن و ۲۴ساعت خیساندن تفاوت معنی‌دار نداشت، ولی با زمان خیساندن طولانی‌تر میزان ترکیدگی پایین‌تری پس از پخت را باعث گردید (جدول ۴). با توجه به این‌که در صنعت، زمان خیساندن کوتاه‌تر از نظر اقتصادی به‌صرفه است و باعث رشد میکروبی پایین‌تری می‌شود، این رقم برای کاربرد صنعتی به‌شدت توصیه می‌شود. در رقم اختر، ۲۴ساعت خیساندن باعث افزایش جذب آب و کاهش ترکیدگی می‌شود. نتایج مشابه در رقم صیاد به‌چشم می‌خورد. رقم ناز برای مصارف صنعتی قابل‌توصیه نیست، زیرا پس از خیساندن، رنگ آن به خاکستری تغییر می‌کند. میزان جذب آب KS31164 پس از ۲۴ساعت خیساندن افزایش معنی‌داری نسبت به ۱۲ساعت نشان داد، ولی ترکیدگی نیز افزایش یافت (جدول۴)، بنابراین برای این رقم، ۱۲ساعت خیساندن و زمان پخت طولانی توصیه می‌شود. در رقم درخشان، افزایش زمان خیساندن باعث افزایش جذب آب گردید، ولی اثر معنی‌داری بر میزان ترکیدگی نداشت. همچنین زمان پخت باعث افزایش جذب آب و کاهش ترکیدگی گردید، لذا در این رقم، ۲۴ساعت خیساندن و زمان پخت طولانی‌تر قابل‌توصیه است.

بافت لوبیاهای خیسانده‌شده

اثر رقم و زمان پخت و همچنین اثر مدت زمان خیساندن بر بافت لوبیاقرمز معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بود. اثر متقابل این فاکتورها بر بافت لوبیاقرمز در جدول۶ نشان داده شده است. برای همه ارقام مطالعه‌شده (به‌جُز ازنا) با افزایش زمان خیساندن، نیروی لازم برای برش لوبیاها کاهش یافت و این نتایج با تحقیقات سایر پژوهشگران همانگی دارد (Abu-Ghannam, 1998). خاک، اقلیم، زمان برداشت و تفاوت‌های گیاهشناسی می‌تواند از جمله دلایل رفتار متفاوت رقم ازنا باشند.

جدول ۶- اثرمتقابل رقم-زمان خیساندن، رقم-زمان پخت، زمان خیساندن-زمان پخت بر بافت لوبیاقرمز

Table 6. Interaction of red bean lines×soaking time and red bean lines×cooking time and soaking time×cooking time on texture of red bean

رقم × زمان پخت Line × Cooking time	نیروی برشی (gf/cm^2) Shear strength (gf/cm^2)	رقم × زمان خیساندن Line×Soaking time	نیروی برشی (gf/cm^2) Shear strength (gf/cm^2)	زمان خیساندن×زمان پخت Soaking time × Cooking time	نیروی برشی (gf/cm^2) Shear strength (gf/cm^2)
Azna × uncooked	38041.9^{a}± 5860.47	Azna× 12h	27148.5^{de}± 7799.86	12h × uncooked	31836.7^{a}± 5061.85
Azna × cooked	21408.3^{e}±2423.09	Azna× 24h	32301.7^{a}± 10679.86	12h × cooked	23280.0^{b}± 4512.13
Goli × uncooked	39022.7^{a}± 2035.15	Goli× 12h	31245.9^{ab}± 9614.00	24h × uncooked	31688.6^{a}± 6535.33
Goli × cooked	21909.4^{a}± 4228.57	Goli× 24h	29686.1^{bc}± 9272.58	24h × cooked	20220.8^{c}± 4236.03
D81083 × uncooked	29827.6^{b}±2101.73	D81083 × 12h	26922.3^{def}± 4446.72		
D81083 × cooked	23420.7^{de}±2620.29	D81083 × 24h	26326.0^{ef}± 3663.56		
Akhtar × uncooked	26390.0^{c}±1689.23	Akhtar× 12h	24518.5^{f}± 4937.69		
Akhtar × cooked	18542.2^{f}± 5725.47	Akhtar× 24h	20413.8^{g}±5945.08		
Sayyad × uncooked	31388.3^{b}± 4907.03	Sayyad× 12h	28917.2^{bcd}± 5539.72		
Sayyad × cooked	25013.3^{cd}± 5039.25	Sayyad× 24h	27484.4^{cde}± 6289.86		
KS31164 × uncooked	30552.2^{b}± 2897.54	KS31164 × 12h	28959.3^{bcd}± 3822.55		
KS31164 × cooked	23505.4^{de}± 3487.19	KS31164 × 24h	25098.4^{ef}± 4965.50		
Derakhshan × uncooked	27116.1^{c}± 3846.02	Derakhshan× 12h	25196.9^{ef}± 5452.11		
Derakhshan × cooked	18453.5^{f}± 4169.01	Derakhshan× 24h	20372.7^{g}± 5506.47		

میانگین‌هابا حروف متفاوت در یک ستون برای هر ویژگی اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

Mean values within a column with different letters are significantly different using LSD test at P<0.05.

در فرایند پخت، مواد پکتیکی تجزیه شده و اتصال بین سلول‌ها ضعیف و مقاومت برشی کم می‌شود. پوشش و ساختمان دانه ممکن است مسئول نرم‌شدن سریع دانه در اثر خیساندن باشند (Taiwo *et al*., 1998). نتایج جدول۶ نشان داد وقتی لوبیاهای خیسانده‌شده، فرایند پخت دریافت نکرده‌اند، تفاوت معنی‌داری بین ۱۲ساعت و ۲۴ساعت خیساندن وجود ندارد، درحالی‌که وقتی عملیات پخت روی لوبیاهای خیسانده‌شده صورت گیرد، نیروی لازم برای برش انواع ۱۲ساعت خیسانده شده بسیار بیشتر از انواع ۲۴ساعت خیسانده‌شده است ($P<0/05$). در رقم ازنا، نیروی لازم برای برش انواعی که ۱۲ساعت خیسانده شده بودند، نسبت به نمونه‌هایی که ۲۴ساعت خیسانده شده بودند، پایین‌تر بود، اما با توجه به جدول۴ که میزان جذب آب ازنا پس از ۱۲ساعت خیساندن را بسیار پایین نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت این رقم برای معارف صنعتی، نامناسب است. رقم گلی بافت بسیارسختی داشت و نیروی لازم برای برش آن حتی پس از ۲۴ساعت خیساندن بسیار زیاد بود و این رقم برای مصارف صنعتی قابل‌توصیه نیست.

منابع

1. Abd El-Hady, E.A., and Habiba, R.A. 2003. Effect of soaking and extrusion conditions on antinutrients and protein digestibility of legume seeds. Lebensm-Wiss U-Technology 36: 285-293.
2. Abu-Ghannam, N. 1998. Modeling textural changes during the hydration process of red beans. Journal of Food Engineering 38: 341-352.
3. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
4. Bellido, G., Arntfield, SD., Cenkowski, S., and Scanlon, M. 2006. Effects of micronization pretreatments on the physicochemical properties of navy and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). LWT Food Science and Technology 39: 779-787.
5. Boateng, J., Verghese, M., Walker, L.T., and Ogutu, S. 2008. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus spp.* L.). LWT Food Science and Technology 41: 1541-1547.
6. Gowen, A., Abu-Ghannam, N., Frias, J., and Oliveira, J. 2007. Modeling the water absorption process in chickpeas (*Cicer arietinum* L.) the effect of blanching pre-treatment on water intake and texture kinetics. Journal of Food Engineering 78: 810-819.
7. Meng, G.T., and Ma, C.Y. 2001. Thermal properties of *Phaseolus angulgaris* (red bean) globulin. Food Chemistry 73: 453-460.
8. Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials. 2nd ed. Gordon and Breach Science Publisher.
9. Oboh, H.A., Muzquiz, M., Burbano, C., Cuadrado, C., Pedrosa, M.M., Ayet, G., and Osagie, A.U. 1998. Anti-nutritional constituents of six underutilized legumes grown in Nigeria. Journal of Chromatography A 823: 307-312.
10. Rehinan, Z.U., Rashid, M., and Shah, W.H. 2004. Insoluble dietary fiber components of food legumes as affected by soaking and cooking processes. Food Chemistry 85: 245-249.
11. Rehman, Z.U., and Shah, W.H. 2004. Domestic processing effects on some insoluble dietary fiber components of various food legumes. Food Chemistry 87: 613-617.
12. Rehman, Z.U., and Shah, W.H. 2005. Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes. Food Chemistry 91: 327-331.
13. Rehman, Z.U., Salariya, A.M., and Zafar, S.I. 2001. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Chemistry 73: 351-355.
14. Taiwo, KA., Akanbi, C.T., and Ajibola, O.O. 1998. Regression relationships for the soaking and cooking properties of two cowpea varieties. Journal of Food Engineering 37: 331-344.
15. Tang, C.H. 2008. Thermal denaturation and gelation of vicilin-rich protein isolates from three *Phaseolus* legumes: A comparative study. LWT Food Science and Technology 41: 1380-1388.

16. Vasudeva, S., and Vishwanathan, Kh. 2010. Hydration behavior of food grains and modeling their moisture pick up as per Peleg's equation: Part II. Legumes. Journal of Food Science and Technology 47: 42-46.
17. Vasudeva, S., Vishwanathan, Kh., Aswathanarayana, K.N., and IndhudharaSwamy, Y.M. 2010. Hydration behavior of food grains and modeling their moisture pick up as per Peleg's equation: Part I. Cereals. Journal of Food Science and Technology 47: 34-41.
18. Yadav, B.S., Sharma, A., and Yadav, R.B. 2010. Resistant starch content of conventionally boiled and pressure-cooked cereals, legumes and tubers. Journal of Food Science and Technology 47: 84-88.
19. Yin, S.W., Tang, C.H., Wen, Q.B., Yang, X.Q., and Li, L. 2008. Functional properties and in vitro trypsin digestibility of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris L.*) protein isolate: Effect of high-pressure treatment. Food Chemistry 110: 938-945.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 69-78

Effect of line, soaking and cooking time on water absorption, texture and splitting of Iranian red kidney beans

Mosaffa[1*], L., Zamindar[2], N. & Amooheidari[3], M.

1&3. Respectively, Instructor and MSc. Expert of Food Science Department, Islamic Azad University, Shahreza Branch
2. Assistant Professor of Food Science Department, Islamic Azad University, Khorasgan Branch

Received: 8 December 2012
Accepted: 3 March 2014

Abstract

Dry beans are rich sources of dietary fiber and phytochemicals such as flavonoids and phenolics that exhibit good functional properties. In current study line, cooking and soaking time effects were investigated on water absorption, splitting and texture properties of different Iranian red kidney beans to determine the best lines and the best soaking time for industrial use. D81083 line showed the highest level of water absorption after 24 h soaking followed by Akhtar and KS31164 lines while Azna, Goli and Naz lines showed the lowest level of water absorption ($p<0.05$). Akhtar and Sayyad showed the highest level of splitting while KS31164 showed the lowest level of splitting ($p<0.05$). Soaking of Akhtar line for 24 h caused the highest level of water absorption accompanied with low splitting level. 24 h soaking and 10 minutes cooking time is recommended for Sayyad, while 12 h soaking and 10 minutes cooking time is recommended for KS31164 line. 24 h soaking and 10 minutes cooking causes 116.8% water absorption and 7.8% splitting in Derakhshan line. The effects of line, cooking and soaking time on red bean texture were significant ($p<0.01$).

Key words: Cooking, Red bean, Shear strength, Soaking, Splitting, Water absorption

* **Corresponding Author:** leilamosaffa@yahoo.com, Mobile: 09131028965