

اثرات تنش خشکی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پخت دانه برخی ژنوتیپ‌های موتانت و ارقام مشهور برنج ایران

INC29-1080

محمدطاهر حلاجیان^{۱*}، علی اکبر عبادی^۲، محمد محمدی^۲

۱. پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، صندوق پستی: ۱۴۹۸-۳۱۴۶۵، کرج، ایران

۲. گروه اصلاح نباتات، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، صندوق پستی: ۱۶۵۸، رشت، ایران

چکیده:

کیفیت دانه برنج نقش مهمی در تقاضا و پذیرش مصرف‌کنندگان دارد. هدف از این تحقیق، مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پخت ۱۸ ژنوتیپ برنج ایرانی تحت شرایط تنش خشکی ۳۵ روزه و نرمال است. پس از بررسی تحمل به خشکی ۱۸ ژنوتیپ در یک طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و پخت این ژنوتیپ‌ها در آزمایشگاه آنالیز غذایی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت استان گیلان اندازه‌گیری شد. داده‌های تحقیقاتی با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شدند. اختلافات آماری قابل ملاحظه‌ای بین ۱۸ ژنوتیپ در صفات مورد مطالعه در دو شرایط نرمال و تنش خشکی وجود داشت. با اعمال تنش خشکی، در همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، سه صفت درصد تبدیل کل، درصد برنج سالم و طول برنج سالم بعد از پخت کاهش و درصد برنج شکسته به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. اکثر لاین‌های متحمل به تنش خشکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پخت برتری در دو شرایط تنش خشکی و نرمال نسبت به چهار رقم بومی و اصلاحی مشهور نشان دادند. ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و پخت دانه ۱۸ ژنوتیپ نشان داد که دو لاین امیدبخش متحمل به خشکی TM-B-7-1 و HM-250-E-1-1 گزینه‌های مناسبی برای آزمایش‌های نهایی ثبت رقم می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: کیفیت‌های غذایی و پخت، برنج (*Oryza sativa*)، ژنوتیپ‌های موتانت، تنش خشکی.

Effects of drought stress on grain physico-chemical and cooking characteristics of some Iranian mutant rice genotypes and famous rice cultivars

M. T. Hallajian¹, A. A. Ebadi², M. Mohammadi²

1. Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, P.O.BOX: 31465/1498, Karaj, Iran.

2. Plant Breeding Department, Rice Research Institute, P.O.BOX: 1658, Rasht, Iran.

Abstract:

Grain quality of rice plays an important role in demanding and acceptance by consumers. The goal of this research is study of grain physico-chemical and cooking characteristics of 18 Iranian rice genotypes under 35 days drought stress and normal conditions. After evaluation of drought tolerance of 18 genotypes in a three-replicated randomized complete block design, grain physicochemical and cooking characteristics of these genotypes were measured in the food analysis laboratory of Rice Research Institute of Iran, Guilan province, Rasht. Research data were analyzed with software SAS version 9.1. There were considerable statistical differences between 18 genotypes in studied traits in two normal and drought stress conditions. By imposing of drought stress, three traits, percentage of total conversion, percentage of head rice and head rice length after cooking decreased and percentage of broken rice increased considerably in all studied genotypes. The majority of drought-tolerant promising lines represented superior grain physicochemical and cooking properties in two drought stress and normal conditions than four Iranian famous rice landraces and cultivars. Evaluation of grain physico-chemical and cooking properties of 18 genotypes indicated that two drought-tolerant promising lines TM-B-7-1 and HM-250-E-1-1 are suitable options for final cultivar registration experiments.

Keywords: Cooking and nutritional qualities, Rice (*Oryza sativa*), Mutant genotypes, Drought stress.

۱. مقدمه

برنج به‌وسیله مردم بسیاری از کشورها مصرف می‌شود و اساس رژیم غذایی بیش از نیمی از جمعیت جهان است [۱]. ایجاد و ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج احتمالی با خصوصیات غذایی دانه‌ای مطلوب و کیفیت خوراکی خوب می‌تواند یک مزیت عالی در حل ناتوانی‌های سوءتغذیه در انسان‌ها باشد [۲]. کیفیت برنج شامل: (۱) ویژگی‌های فیزیکی شامل شکل، اندازه، سفید (آسیاب) کردن، دانه سالم، دانه شکسته؛ (۲) خصوصیات شیمیایی شامل محتوای آمیلوز، استحکام ژل، میزان انبساط برنج پخته، جذب آب و زمان پخت؛ (۳) جنبه‌های حسی برنج پخته شامل رنگ، عطر، سختی، چسبندگی و استحکام [۳]. تاکنون تلاش‌های محدودی بر روی بهبود پارامترهای کیفیت و محتویات ریزمغذی دانه واریته‌های برنج محبوب انجام شده‌اند [۴]. رمچاندر و همکاران (۲۰۱۵) خصوصیات کیفی دانه‌های برنج در موتانت‌های نیمه پاکوتاه و زودرس واریته White Ponni حاصل از پرتوتابی گاما را مطالعه کردند و موتانت‌هایی که طول دانه و نسبت طول به عرض قبل و بعد از پخت بیشتر داشتند را شناسایی کردند [۵]. پندی و همکاران (۲۰۱۳)، ۱۵ پارامتر مختلف کیفیت دانه ۲۱ واریته برنج محبوب و بومی بنگال غربی، هندوستان را بررسی کردند و درصد پروتئین، نسبت انبساط حجمی، طول و عرض دانه قبل از پخت، تبدیل برنج سالم و طول و عرض دانه بعد از پخت عوامل اصلی واگرایی ژنتیکی واریته‌ها هستند [۴].

از آنجایی که کیفیت دانه در برنج نقش مهمی در پذیرش به‌وسیله مصرف‌کنندگان دارد و تنش خشکی به‌ویژه در خلال زمان پر شدن دانه اثرات مخربی بر کیفیت دانه برنج دارد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و پخت ژنوتیپ‌های برنج موتانت متحمل به خشکی جدید در این تحقیق ارزیابی شدند.

۲. روش کار

دو رقم بومی برنج ایرانی مشهور با کیفیت بالا، طارم محلی و هاشمی، دو رقم برنج ایرانی عملکرد بالا، خزر و گیلانه به‌عنوان ارقام تجاری و استاندارد و ۱۴ لاین امیدبخش موتانت برنج (نسل ششم) شامل ۶ لاین امیدبخش با منشأ رقم بومی طارم محلی، ۷ لاین امیدبخش با منشأ رقم بومی هاشمی و یک لاین امیدبخش با منشأ رقم خزر، به‌عنوان مواد گیاهی در این تحقیق استفاده شدند.

تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو شرایط تنش خشکی ۳۵ روزه و نرمال در یک طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایش‌های عبادی و همکاران در سال ۱۳۹۵ [۶] بررسی شد. بر اساس نتایج آزمایش‌های عبادی و همکاران، ۱۳۹۵، تمامی ۱۴ لاین امیدبخش برنج مورد مطالعه، متحمل به خشکی بودند ولی دو رقم بومی طارم محلی و هاشمی و رقم گیلانه حساس به خشکی بودند. هر چند، رقم خزر بسیار حساس به خشکی بود. در تحقیقات آن‌ها، عملکرد برخی لاین‌های امیدبخش برنج به‌ویژه در شرایط تنش خشکی دو یا سه برابر بیشتر از ارقام بومی و اصلاحی والدی و تجاری بود [۶].

در این تحقیق، پارامترهای فیزیکی و فیزیکی‌شیمیایی مختلفی نظیر طول، عرض و نسبت طول به عرض دانه شلتوک، میزان پوست کردن و سفید کردن، درصد برنج شکسته و سالم، طول، عرض و نسبت طول به عرض دانه سالم، درجه حرارت ژلاتیناسیون، محتوای آمیلوز، طول دانه سالم بعد از پخت، نسبت طویل شدن و عطر برنج آسیاب (سفید) شده بعد از پخت و چند پارامتر دیگر در ۱۸ ژنوتیپ، در آزمایشگاه آنالیز غذایی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت ارزیابی شدند. ارزیابی شدند. از نرم‌افزار آنالیز آماری SAS نسخه ۹.۱ برای انجام آنالیز واریانس و بررسی اختلافات واریته‌ای در خصوصیات فیزیکی، پخت، خمیر و آسیاب (سفید) کردن ژنوتیپ‌های برنج استفاده شد [۷].

۳. نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز نشان داد که اختلافات معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه صفت نسبت طول به عرض شلتوک، نسبت طول به عرض دانه سالم و نسبت طویل شدن در سطوح یک یا پنج درصد وجود نداشت. به‌عبارت‌دیگر، تأثیر تنش خشکی بر روی این صفات قابل‌ملاحظه نبود.

اثر محیط بر بیان صفاتی نظیر طول و عرض دانه شلتوک، درصد دانه سالم، درصد دانه شکسته، طول دانه سالم، درجه حرارت ژلاتیناسیون و طول دانه سالم بعد از پخت قابل ملاحظه بود و در سطح یک یا پنج درصد معنی دار بود. همچنین، اثر محیط بر درصد تبدیل کل و محتوای آمیلوز در سطح پنج درصد معنی دار بود. تنش خشکی ۳۵ روزه تأثیر زیادی بر روی بیان ۹ ویژگی پخت و غذایی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۱).

جدول ۱. آنالیز آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پخت دانه ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه در دو شرایط نرمال و تنش خشکی.

میانگین مربعات

درجه
منبع
آزادی

منبع	درجه آزادی	طول شلتوک	عرض شلتوک	نسبت طول به عرض شلتوک	درصد تبدیل کل	درصد برنج سالم	درصد برنج شکسته	طول برنج سالم	عرض برنج سالم	نسبت طول به عرض برنج سالم	درصد آمیلوز	درجه حرارت ژلاتیناسیون	طول برنج سالم بعد از پخت	نسبت طول شدن
محیط	۱	۱.۱۶۱	۰.۱۱۳	۰.۰۰۲۷	۲۸۹.۰۰	۲۴۶۷۵.۲۳۷	۱۸۸۸۶.۸۸۷	۰.۵۶۴۷	۰.۰۱۱	۰.۰۳۰۶	۴.۷۲۹	۹.۶۴۲۱**	۱.۱۸	۰.۰۰۰
	۴	۴**	۴**	۶۵*	۵**	۱**	۸*	**	۲*	۸۶**	۲*	۸۶**	۴	۴
ژنوتیپ	۱۷	۱.۱۸۴	۰.۱۷۰	۰.۰۴۲۰*	۳۷.۱۸۰	۱۴۵.۰۰۹۳*	۹۳.۸۶۱۱	۰.۳۴۰۶	۰.۰۴۴	۰.۱۵۱۸*	۶.۰۲۹	۰.۷۹۶۶**	۱.۷۵	۰.۰۳۰
پ	۵**	۵**	۴**	*	۵**	**	۸**	**	*	۱۳**	۲*	۱۳**	۶**	۶**
خطا	۸۹	۰.۰۹۶	۰.۰۰۸	۰.۰۴۳۴	۷.۴۷۰۲	۵۲.۳۳۸۸	۵۷.۳۴۹۸	۰.۰۲۲۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۶۸	۰.۱۷۶	۰.۰۸۹۵	۰.۰۵	۰.۰۰۱
	۸	۸	۱	۵	۷۹	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
ضریب تغییرات	۳.۱۳۱	۳.۶۴۰	۵.۱۰۸۰	۳.۸۶۵۵	۱۵.۲۳۰۴	۳۲.۴۰۲۲	۲.۱۸۳۵	۲.۴۷۳	۲.۴۳۵۹	۱.۹۸۲	۷.۵۲۲۳	۲.۱۱	۲.۵۰۷	۲.۵۰۷
ت	۸	۷	۸	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳

** و * نشان می‌دهند اختلافات در سطوح یک و پنج درصد معنی دار هستند.

همچنین، اختلافات درون ژنوتیپی برای صفت درصد برنج شکسته از لحاظ آماری در سطوح یک و پنج درصد معنی دار نبود. با اعمال تنش خشکی، در تمامی ژنوتیپ‌ها، درصد تبدیل کل، درصد برنج سالم و طول برنج سالم بعد از پخت کاهش و درصد برنج شکسته به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (جدول ۱).

موکاموهیروا و همکاران ۲۰۱۹ دریافتند که تکامل و عملکرد گیاه برنج شدیداً تحت تأثیر خشکی بودند در حالی که ژنوتیپ بر خصوصیات کیفی تأثیر داشت [۸]. وضعیت رطوبت خاک، به‌ویژه در خلال دوره پر شدن دانه، اثر زیادی بر کیفیت دانه برنج دارد [۹]. نتایج تحقیقاتی موکاموهیروا و همکاران، ۲۰۱۹ و دینگکوهن و گال، ۱۹۹۶، نتایج ما را تأیید می‌کند [۸-۹]. زمانی که رطوبت خاک کم می‌شود، میزان برنج سفید شده و محتوای پروتئین برنج قهوه‌ای به‌طور معنی افزایش می‌یابد اما درصد دانه پخته نرسیده کاهش می‌یابد، ضمناً محتوای آمیلوز در برنج سفید شده کاهش می‌یابد [۱۰]. نتایج تحقیقاتی رنمین و یوانشو، ۱۹۸۹ [۱۰] در تضاد با نتایج ما بود که نشان می‌داد تحت تنش خشکی، درصد تبدیل کل اکثر ژنوتیپ‌ها کاهش یافت در حالی که محتوای آمیلوز برنج سفید شده اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه افزایش یافت. نتایج تحقیقات پندی و همکاران، ۲۰۱۴ نشان داد که افزایش نسبت برنج سالم در شرایط تنش رطوبتی وجود دارد. از این‌رو، رخداد تنش در خلال مرحله رسیدگی دانه می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور مفید بررسی شود که ممکن است به کاهش دانه شکسته در برنج سفید شده حاوی میزان بالای از برنج سالم کمک نماید [۱۱]. نتایج پندی و همکاران، ۲۰۱۴ [۱۱] مطابق با نتایج تحقیقات ما نبود که نشان داد تنش خشکی اثر منفی بر درصد دانه سالم داشت و منتج به کاهش دانه سالم گردید و برعکس، درصد برنج شکسته تحت شرایط تنش خشکی افزایش یافت. مشخص است که ارتباط مثبتی بین درجه حرارت ژلاتیناسیون و زمان پخت وجود دارد [۱۲]. از این‌رو، رخداد تنش رطوبتی در مرحله رسیدگی می‌تواند زمان پخت دانه را کوتاه نماید. در تحقیقات ما، درجه حرارت ژلاتیناسیون همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به استثنای سه ژنوتیپ، تحت تنش خشکی کاهش یافت.

افزایش زمان ویسکوزیته پیک و ارزش فروریزش مشاهده شده در نمونه‌های تنش دیده، نشان داد تنش رطوبتی در خلال مرحله رسیدگی انبساط حجم بیشتری هنگام پختن القاء می‌نماید [۱۱]. در حالی که نتایج تحقیقات ما، نشان داد که طول برنج سالم یا انبساط حجم دانه هنگام پختن اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تحت تنش خشکی کاهش یافت. بعلاوه، نتایج تحقیقات پندی و همکاران، ۲۰۱۴ نشان داد که محتوای آمیلوز به‌طور کلی در شرایط تنش آب کم می‌شود [۱۱]. هرچند، نتایج تحقیقات ما نشان داد که محتوای آمیلوز بیشتر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه افزایش یافت و درجه حرارت ژلاتیناسیون بیشتری تحت تنش خشکی داشتند. اکثر لاین‌های امیدبخش متحمل به خشکی در این تحقیق خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و پخت دانه منحصربه‌فردی در مقایسه با چهار رقم بومی و اصلاحی مشهور ایرانی بیان کردند. در کل، ارزیابی خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و پخت دانه ۱۸ ژنوتیپ آشکار کرد که دو لاین امیدبخش متحمل به خشکی -TM- B-7-1 و HM-250-E-1-1 ژنوتیپ‌های برتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بودند و می‌توانند برای آزمایش‌های نهایی ثبت رقم معرفی شوند.

۴. تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، از پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای و مؤسسه تحقیقات برنج کشور بابت سرمایه‌گذاری بر روی تحقیق انجام شده و همچنین، از همکاران پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای و مؤسسه تحقیقات برنج کشور بابت همکاری در انجام این تحقیق تشکر می‌نمایند.

۵. منابع

1. Beininger M.A., Soares A.D.N., Barros A.L.A., Monteiro M.A.M. (2010). Sensory evaluation of rice fortified with iron. *Food Sci Technol*, 30 (2): 516-519.
2. Gregorio G.B. (2002). Progress in breeding for trace minerals in staple crops. *J. Nutr.*, 132.
3. Irshad A. (2001). Factors affecting rice grain quality. Available at <http://www.dawn.com>.
4. Pandey S., Adhikary B., Das A. and Dasgupta T. (2013). Variability of cooking and nutritive qualities in some popular rice varieties of West Bengal. *Oryza*, 50(4): 379-385.
5. Ramchander S., Ushakumari R., Pillai Arumugam M. (2015). Quality characteristics of rice mutants generated through gamma radiation in white Ponni. *Int. J. Agric. Sci.*, 7(10): 714-718.
6. Ebadi A.A., Hallajian M.T., Davatgar N., Ghodsi M., Pirvali Beiranvand N., Vedadi C., Khorasani A., Mohammadi M., Yekta M. (2016). Final Report of Project Primary evaluation of selected mutant lines derived from mutation induction in local and improved rice varieties. Agricultural information technology center, Agricultural Research and Education Organization of Ministry of Jihad-e- Agriculture of Iran. <http://fipak.areo.ir/site/catalogue/18821114>. (In Persian)
7. Rather T.A., Malik M.A. and Dar A.H. (2016). Physical, milling, cooking, and pasting characteristics of different rice varieties grown in the valley of Kashmir India. *Cogent Food and Agriculture*, 2: 1178694, pp. 1-8.
8. Mukamuhirwa A., Persson Hovmalm H., Bolinsson H., Ortiz R., Nyamangyoku O. and Johansson E. (2019). Concurrent Drought and Temperature Stress in Rice—A Possible Result of the Predicted Climate Change: Effects on Yield Attributes, Eating Characteristics, and Health Promoting Compounds. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 1043; doi:10.3390/ijerph16061043.
9. Dingkuhn M. and Gal P.Y.L. (1996). Effect of drainage date on yield and dry matter partitioning in irrigated rice. *Field Crops Res.*, 46:117– 126.
10. Renmin W. and Yuanshu D. (1989). Studies on Ecological Factors on Ecological Factors of Rices from Heading to Maturity I.Effect of Different Soil Moisture Content on Fertilization, Grain-filling and Grain Quality of Early Indica Rice. *J. Zhe. Jiang Agric. Univ.*, 15(1): 14-20.
11. Pandey A., Kumar A., Pandey D.S. and Thongbam P.D. (2014). Rice quality under water stress. *Indian J. Adv. Plant Res.*, 1(2): 23-26.
12. Veronic V., Brigitte P., Judith B., Stephan H., Xavier R., Christian M. (2007). Cooking behavior of rice in Relation to Kernel Physicochemical Properties. *J. Agric. Food Chem.* 55: 336-346.