مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

مقایسه عملکرد مقدماتی لاین‌های جهش یافته نسل نهم سویا با پرتو گاما در منطقه خرم آباد

نجات پیرولی بیرانوند*[۱]، حمیدرضا بابایی[۲]، حسین سبزی[۲]، ابراهیم هزارجریبی[۲]، میر احمد موسوی شلمانی[۱]، ابراهیم مقیسه[۱]، فاطمه آجیلی[۱]، علی خراسانی[۱]، رحمان رحمتی[۱]، علی یدالله پور[۱] و محمدعلی منجم[۱]

۶- پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، **npirvali@nrcam.org**

۷- موسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر، وزارت جهاد کشاورزی، به ترتیب مناطق کرج، خرم آباد و گرگان

چکیده: جهت ارزیابی مقدماتی عملکرد لاین‌های جهش یافته سویا با اشعه گاما نسبت به شاهد (ارقام کلارک، L17 و M7) به‌منظور دستیابی به ارقام مطلوب، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی سراب چنگالی خرم آباد،۳۲ لاین جهش یافته نسل نهم با ارقام شاهد مادری L17 ، کلارک و M7 در کرت هایی به سطح ۱۰ متر مربع در ۴ خط با فاصله ۰/۵ متر و طول ۵ متر در ۳ تکرار مقایسه شد. نتایج نشان داد لاین ۲۴ نسبت به شاهد L17 تعداد شاخه فرعی بیشتر دارا بود. تعداد غلاف در بوته در لاین شماره ۲۴ به طور معنی داری بیشتر از شاهد L17 بود. لاین شماره ۱۲، ۱۳ و ۲۴ تعداد دانه بیشتری نسبت به شاهد L17 در بوته داشتند. وزن دانه در بوته در ۲ لاین ۱۳ و ۲۴ نسبت به شاهد L17 بیشتر ولی نسبت به کلارک بیشتر معنی دار بود. وزن غلاف در بوته در ۲ لاین ۱۳ و ۲۴ نسبت به شاهد L17 بیشتر ومعنی دار بود. وزن خشک بوته در لاین ۱۸ و ۲۴ نسبت به هر سه رقم شاهد بیشتر و معنی دار بود.

واژه‌های کلیدی: جهش، سویا، اشعه گاما، لاین L17 ، رقم کلارک

A comparison between preliminary yields of M9 soybean mutant lines induced by Gamma irradiation in Khoramabad area

Beiranvand[1], H. Babaei[2], H. Sabzi[2], A. Hezarjaribi[2], M. Moussavi Shalmani[1], A. N. Pirvali Moghiseh[1], F. Ajili[1], A. Khorasani[1], R. Rahmati[1], A. Yadollahpour[1], M. Monajem[1]

[1] Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science & Technology Research Institute (NSTRI), Iran ; E-mail:npirvali@nrcam.org

[2] Seed and Plant Improvement Institute, Ministry of Ariculture-Jahad, Iran
npirvali@nrcam.org

Abstract: To evaluate of preliminary yield of M9 soybean mutant lines induced by Gamma ray in compared with L17 (mother cultivar), Clark and M7 soybean cultivars in Khoramabad research center, a randomized complete block design in three replications was performed in 2014. The plot area for study was 10 m2, in 4 lines and 5 meter length. A number of morphological such as seed number, seed weight, shoot dry matter, pod number and weight, height and branch numbers in 5 plant per plot were harvested and measured in full maturity growth stage (R8). The ANOVA for data were analysis by using SPSS software. Obtained results indicate that mutant line numbers 24, 13 and 28 are mostly, significantly higher than blanks cultivars especially mother cultivar L17.
Keywords: gamma irradiation, mutation, soybean, L17 and Clark cultivar

مقدمه

سویا با نام علمی *Glycin Max (L.) Merr.* از تیره لگوم‌ها، یکساله، روز کوتاه، خودگشن (با ۰/۵درصددگرگشنی) و 2n=40 با دوازده گروه رسیدگی (از زودرس ۰۰ تا دیرس ۱۰) با ۴۰-۳۶ درصد پروتئین و ۱۹-۲۲ درصد روغن در دانه می باشد[۱]. بعلاوه از گیاهان روغنی مهم بوده که در تغذیه انسان و دام نقش موثری دارد. اصلاح سویا نقش مهمی در بهبود زراعت، عملکرد بالا، مقاومت به ریزش، بیماری و سایر صفات داشته است. ارقامی که تا سال ۱۹۴۰ در ایالات متحده کشت می‌شدند همگی از واریته‌های معرفی شده از آسیا بودند [۲]. به‌نژادی با استفاده از روش‌های سنتی جهت تولید لینه‌های امید بخش با صفات مطلوب، باعث کاهش تنوع ژنتیکی شده و وراثت‌پذیری و کارائی گزینش را کاهش می دهد [۳]. ژنوتیپ سویا L17 با منشاء آمریکا، زودرس و با طول دوره رشد ۱۱۱-۱۲۷ روز می‌باشد [۴]. ماهاجان و همکاران در بررسی ۵۱ رقم زراعی سویا ضرایب تنوع ژنوتیپی بالایی برای صفات تعداد دانه در بوته، ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه در بوته گزارش کردند[۵]. افزایش تنوع ژنتیکی به‌واسطه تلاقی‌های گوناگون و جهش‌های خود به خودی و القائی میسر می باشد. نرخ جهش‌های خود به‌خودی برای استفاده در اصلاح نباتات ناچیز است. بنابراین می‌توان از جهش زاهای فیزیکی، شیمیایی و آنزیمی برای القای جهش در گیاهان زراعی استفاده کرد [۶]. استفاده علمی از روش های هسته ای جهت افزایش تولیدات کشاورزی و بهبود کیفیت آنها در زمینه های ذکر شده سابقه ای بیش از ۵۰ سال در کشورهای پیشرفته داشته و در کشورهایی نظیر هندوستان و پاکستان بیش از ۴۰ سال است که فعالیت هایی در این زمینه آغاز شده است. به علت موفقیت های چشمگیری که این کشورها در حل مسائل کشاورزی با استفاده از روش های هسته ای داشته اند، کاربرد آنها به شدت رو به توسعه است. جهش منبع نامحدود برای تنوع در برنامه های اصلاح نباتات است [۷]. تحقیق برای آزاد سازی ارقام جهش یافته مطلوب سویا در گروه پژوهشی کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران و با همکاری وزارت جهاد کشاورزی از دهه ۱۳۷۰ شروع شده و ادامه دارد[۸]. در این تحقیق که تنها بخشی از یکی از این پروژه ها را که شامل شناسایی و تفکیک لاین‌های جهش یافته از همدیگر در شرایط مزرعه بود اهداف مورد نظر شامل بررسی تنوع مورفولوژیک لاین های جهش یافته حاصل از پرتو دهی با اشعه گاما، مقایسه تنوع لاین‌های جهش یافته با رقم مادری و گروه بندی و تعیین ویژگی های آنها (مانند عملکرد و خصوصیات موفولوژیک) جهت بهره برداری های بعدی (مانند ایجاد والدین برتر و متفاوت برای ایجاد ارقام هیبرید و آزاد سازی ارقام جدید) می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خرم آباد (سراب چنگایی) در سال ۱۳۹۳ انجام شد. اقدامات بهینه لازم جهت مراحل آماده سازی زمین از جمله تهیه بستر مناسب کشت، کوددهی و مبارزه با آفات و بیماری ها صورت گرفت. پس ازتهیه مایه تلقیح مناسب ریزوبیومی، عملیات کشت نسل نهم در مزرعه مورد نظر در ۴ خط ۵ متری در ۳ تکرار (هر لاین به میزان ۱۰ متر مربع) پس از تلقیح با باکتری ریزوبیوم، انجام و سپس عملیات آبیاری بارانی بلافاصله جهت

سبز شدن پس از عملیات کشت به میزان ۴ ساعت صورت پذیرفت. در این تحقیق ۳۲ لاین نسل نهم سویا جهش یافته با منشاء L17 (ژنوتیپ L17 با منشاء آمریکا است) و ارقام شاهد مادری L17 ، کلارک، و M7 در یک آزمایش مقدماتی عملکرد در قالب بلوک های کامل تصادفی بررسی شد. بذور هر لاین به روش خشکه‌کاری کشت گردید. فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بذور روی ردیف ۷ سانتی متر در نظر گرفته شد. در پایان فصل رشد صفاتی از قبیل وزن خشک بوته، وزن غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد گره ساقه و تعداد شاخه در ۵ بوته در ۳ تکرار اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده های حاصل از مطالعات لاین های موتانت در قیاس با ارقام شاهد با برنامه آماری SPSS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

پس از مقایسه لاین‌ها با شاهد L17 نتایج نشان داد لاین ۲۴ نسبت به شاهد تعداد شاخه فرعی بیشتر دارا است. تعداد غلاف در بوته در لاین شماره ۲۴ به طور معنی داری بیشتر از شاهد L17 بود. لاین های شماره ۱۲، ۱۳ و ۲۴ تعداد دانه بیشتری نسبت به شاهد L17 در بوته داشتند. وزن دانه در بوته در ۲ لاین ۱۳ و ۲۴ نسبت به شاهد L17 بیشتر و نسبت به کلارک بیشتر معنی دار بود. وزن غلاف در بوته در ۲ لاین ۱۳ و ۲۴ نسبت به شاهد L17 بیشتر و معنی دار بود. وزن خشک بوته در لاین ۱۸ و ۲۴ نسبت به هر سه رقم شاهد بیشتر و معنی دار بود. با توجه به مطالب فوق و جدول ۱ می توان لاین های ۱۳، ۱۸ و ۲۴ را به عنوان لاین های برتر برای ادامه مطالعات بعدی تحت بررسی های بیشتری خصوصاً در دیگر مناطق سویا خیز کشور مثل گرگان و اردبیل قرار داد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی لاین‌های موتانت سویا و ارقام شاهد (در بوته گیاه) در ایستگاه تحقیقاتی خرم آباد لرستان (سال زراعی ۹۳)

گیاه	ارتفاع	شاخه	گره	غلاف	دانه	غلاف	زیست توده هوایی	دانه
سویا	سانتی‌متر	تعداد				گرم		
۱	۱۱۸/۴۷ ab	۱/۹۳ abc	۱۴/۴۷ ab	۴۳/۴۷ abcde	۱۱۸/۲۷ abc	۲۹/۳۳ abcd	۴۳/۱۷ abcd	۱۹/۳۴ ab
۲	۱۱۹/۳۳ ab	۱/۲۰ c	۱۴/۴۰ ab	۳۶/۶۰ abcde	۹۶/۰۰ abcd	۲۱/۲۹ abcdef	۳۲/۶۲ abcdef	۱۳/۸۵ abc
۳	۱۰۷/۶۰ abcd	۱/۴۰ bc	۱۳/۲۷ abcd	۴۳/۵۳ abcde	۱۱۲/۲۷ abc	۲۸/۳۷ abcd	۳۹/۹۶ abcde	۱۹/۰۵ ab
۴	۱۰۳/۷۳ abcd	۲/۰۰ abc	۱۲/۸۷ abcd	۴۲/۸۰ abcde	۱۱۲/۴۰ abc	۲۷/۰۸ abcd	۳۹/۵۶ abcde	۱۸/۷۳ ab
۵	۱۰۰/۲۰ abcd	۱/۲۷ c	۱۳/۲۷ abcd	۳۵/۰۰ abcde	۹۱/۱۳ abcd	۲۱/۷۴ abcdef	۳۱/۸۰ abcdef	۱۳/۸۹ abc
۶	۸۷/۲۷ d	۱/۸۷ abc	۱۰/۶۷ bcd	۳۴/۵۳ bcde	۸۷/۲۷ abcde	۲۱/۱۱ abcdef	۲۹/۸۸ bcdef	۱۲/۸۵ abc
۷	۹۴/۹۳ bcd	۱/۳۳ c	۱۱/۱۳ abcd	۳۱/۵۳ bcde	۷۹/۵۳ abcd	۱۷/۱۷ bcdef	۲۴/۷۶ cdef	۱۰/۸۸ abc
۸	۹۴/۷۳ bcd	۲/۱۳ abc	۱۱/۹۳ abcd	۳۹/۲۷ abcde	۱۰۱/۴۷ abcd	۲۲/۹۵ abcdef	۳۳/۷۲ abcdef	۱۴/۸۵ abc
۹	۱۰۶/۰۷ abcd	۱/۳۳ c	۱۲/۸۷ abcd	۳۶/۰۰ abcde	۹۵/۳۳ abcd	۲۲/۷۴ abcdef	۳۳/۴۴ abcdef	۱۵/۱۴ abc
۱۰	۱۱۵/۴۰ abc	۲/۱۳ abc	۱۴/۱۳ abc	۴۷/۷۳ abcd	۱۲۶/۰۷ abc	۲۹/۴۱ abcd	۴۴/۵۸ abcd	۱۹/۹۷ ab
۱۱	۱۲۱/۴۰ ab	۱/۵۳ bc	۱۳/۰۰ abcd	۳۵/۸۷ abcde	۹۶/۴۷ abcd	۲۳/۱۹ abcdef	۲۹/۶۹ abcdef	۱۵/۸۳ ab
۱۲	۱۱۹/۳۳ ab	۲/۰۷ abc	۱۴/۶۰ ab	۵۱/۶۰ ab	۱۳۸/۲۷ a	۳۱/۰۱ abc	۴۶/۶۱ abc	۲۰/۷۴ ab

۱۳	۱۱۸/۰۶ ab	۲/۳۳ abc	۱۴/۴۷ ab	۵۲/۸۷ ab	۱۴۱/۴۷ a	۳۲/۶۲ ab	۴۷/۷۲ abc	۲۱/۹۵ a
۱۴	۱۱۲/۵۳ abcd	۱/۴۰ c	۱۲/۴۰ abcd	۳۶/۴۷ abcde	۹۰/۳۳ abcd	۲۲/۶۰ abcdef	۳۳/۹۶ abcdef	۱۴/۸۹ abc
۱۵	۹۴/۶۷ bcd	۱/۴۰ bc	۱۱/۶۷ abcd	۳۳/۴۰ abcde	۸۳/۶۷ abcd	۱۹/۷۲ abcdef	۲۸/۷۱ abcdef	۱۳/۰۲ abc
۱۶	۱۰۳/۲۷ abcd	۱/۴۷ bc	۱۲/۴۷ abcd	۳۶/۴۷ abcde	۹۳/۹۳ abcd	۲۳/۳۳ abcdef	۳۳/۴۷ abcdef	۱۵/۷۱ ab
۱۷	۹۷/۸۷ bcd	۲/۰۷ abc	۱۱/۸۷ abcd	۳۶/۲۷ abcde	۹۴/۰۷ abcd	۲۲/۱۱ abcdef	۳۱/۸۰ abcdef	۱۴/۵۶ abc
۱۸	۹۴/۰۰ bcd	۲/۹۳ ab	۱۳/۷۳ abcd	۵۰/۸۷ abc	۱۳۱/۲۷ ab	۳۰/۸۰ abcd	۵۲/۰۳ a	۲۰/۶۰ ab
۱۹	۹۸/۹۳ abcd	۲/۲۷ abc	۱۳/۴۰ abcd	۴۶/۹۳ abcd	۱۲۶/۱۳ abc	۳۰/۶۲ abcd	۴۳/۱۵ abcd	۲۰/۳۶ ab
۲۰	۱۰۶/۵۳ abcd	۱/۲۷ c	۱۳/۲۷ abcd	۳۳/۹۳ abcde	۸۸/۸۰ abcd	۲۰/۶۴ abcdef	۳۰/۶۹ abcdef	۱۳/۵۲ abc
۲۱	۹۳/۷۳ bcd	۱/۱۳ c	۱۰/۲۷ abcd	۲۴/۰۰ de	۵۴/۰۷ cde	۱۴/۲۰ def	۲۲/۱۲ def	۱۰/۳۲ abc
۲۲	۸۶/۹۳ cd	۱/۶۷ bc	۱۰/۵۳ abcd	۲۷/۸۰ bcde	۷۰/۱۳ abcde	۱۶/۶۶ abcdef	۲۵/۱۲ bcdef	۱۲/۲۱ abc
۲۳	۸۵/۸۰ d	۲/۲۷ abc	۹/۳۳ d	۲۴/۵۳ cde	۶۱/۸۷ bcde	۱۵/۱۹ cdef	۲۲/۵۳ def	۱۰/۳۴ abc
۲۴	۱۰۶/۶۷ abcd	۳/۶۷ a	۱۴/۷۳ a	۶۱/۴۷ a	۱۴۱/۲۷ a	۳۴/۱۳ a	۵۰/۳۴ ab	۲۱/۷۳ a
۲۵	۱۰۹/۰۰ abcd	۱/۸۷ abc	۱۱/۸۷ abcd	۳۷/۷۳ abcde	۹۶/۶۷ abcd	۲۳/۸۵ abcde	۳۴/۶۳ abcdef	۱۶/۱۸ ab
۲۶	۹۲/۴۷ bcd	۱/۸۰ abc	۱۱/۶۰ abcd	۴۱/۱۳ abcde	۹۳/۱۳ abcd	۲۳/۶۰ abcdef	۳۹/۱۲ abcde	۱۴/۱۵ abc
۲۷	۱۰۵/۲۰ abcd	۱/۲۷ c	۱۳/۰۰ abcd	۳۲/۳۳ abcde	۷۶/۷۳ abcd	۱۹/۸۹ abcdef	۳۱/۲۸ abcdef	۱۳/۲۹ abc
۲۸	۱۲۸/۸۰ a	۱/۵۳ bc	۱۲/۹۳ abcd	۳۲/۲۷ abcde	۷۸/۲۰ abcd	۲۰/۶۱ abcdef	۳۰/۸۳ abcdef	۱۴/۱۸ abc
۲۹	۱۱۷/۵۳ ab	۱/۷۳ bc	۱۲/۹۳ abcd	۳۳/۶۰ abcde	۸۶/۴۷ abcd	۲۰/۳۷ abcdef	۳۱/۶۷ abcdef	۱۳/۵۷ abc
۳۰	۱۰۲/۶۷ abcd	۱/۰۷ c	۱۰/۸۰ abcd	۲۳/۸۰ de	۵۶/۲۷ bcde	۱۴/۴۳ cdef	۲۳/۲۰ cdef	۹/۶۹ abc
۳۱	۹۵/۶۷ bcd	۱/۰۰ c	۹/۸۷ cd	۲۴/۶۷ cde	۶۳/۴۷ abcde	۱۶/۸۳ abcdef	۲۳/۸۴ cdef	۱۰/۸۰ abc
۳۲	۹۳/۹۳ bcd	۱/۱۳ c	۹/۲۷ d	۲۷/۸۷ bcde	۵۰/۲۰ e	۹/۲۴ ef	۱۷/۸۶ ef	۴/۸۷ d
۳۳	۹۴/۷۳ bcd	۱/۴۰ bc	۱۰/۴۰ abcd	۲۰/۲۷ e	۴۰/۸۷ de	۹/۳۶ f	۱۵/۲۱ f	۵/۳۴ cd
۳۴	۹۲/۱۳ bcd	۱/۴۰ bc	۱۲/۴۷ abcd	۲۷/۰۷ bcde	۶۹/۳۳ abcde	۱۴/۸۸ cdef	۲۳/۰۰ cdef	۹/۵۰ abc
۳۶	۸۵/۴۰ d	۱/۸۷ abc	۱۲/۴۰ abcd	۳۳/۰۰ abcde	۶۴/۸۷ abcde	۱۸/۷۹ abcdef	۲۲/۸۵ cdef	۹/۳۴ bc

حروف غیرمشترک براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند.

شماره‌های ۱ الی ۳۲ گیاه سویا، لاین‌های موتانت می‌باشد.

شماره‌های ۳۳، ۳٤ و ۳٦ گیاه سویا به ترتیب ارقام شاهد کلارک، L17 و M7 می‌باشند.

به دست آوردن لاین‌های جهش یافته ای که در مقایسه با والدین شان ارزش صفات بالایی داشته باشند و نیز نسبت به آنها دارای صفت جدیدی باشند از اهداف اصلی یک برنامه اصلاحی برای جهش می باشد که این مهم در تحقیق حاضر بنا به جدول ۱ در خصوص برخی لاین ها از جمله شماره های ۱۳، ۱۸ و ۲۴ به وضوح قابل مشاهده است. بنا به منابع اطلاعات علمی سایت آژانس بین المللی انرژی اتمی تاکنون بیش از ۱۲۰ لاین و رقم موتانت با استفاده از موتاژن های مختلف شیمیائی و فیزیکی (پرتو های هسته ای) در گیاه سویا در کشورهای مختلف دنیا از قبیل چین، ژاپن، ویتنام، روسیه، هند، الجزایر، ترکیه، بلغارستان، استرالیا، اندونزی، جمهوری کره، مولداوی و ....با صفات و خصوصیات کمی و کیفی برتر معرفی و ثبت

شده است [۹]. لذا این موضوع بیانگر اهمیت ادامه این بررسی ها خصوصاً در مناطق سویا خیز کشور جهت معرفی ارقام جدید با توجه به نیاز کشور را دارد.

فهرست منابع

۱-یزدی صمدی، ب. و عبد میشانی س. (۱۳۷۰)؛ اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی دانشگاه تهران . ص ۱۰۲.

2-Hartwing, E.E. (1973). In "Soybeans: Improvement, production, and uses "(B.E. Caldwell, et al, eds), pp. 187-210. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

.3-Sneller, C. H. (1994). Pedigree analysis of elite soybean lines. Crop Science, 34, 1515- 1522

۴-کارگر، س. م. ع.، قنادها م. ر.، بزرگی‌پور ر.، خواجه ا. ع.، عطاری ا. و بابایی ح. ر. (۱۳۸۳)؛ ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی درتعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵ ، شماره ۱، صفحه ۱۲۹-۱۴۲.

5-Mahajan, C. R., Patil, P.A., Mehrtre, S. S., and Ghatage, R. D. (1994). Genotypic variability and heritability of some quantitative characters in soybean. Annals of Agricultural Research 151: 41-44.

6-Atak, Ç., S. Alikemanoglu, L . Acik and Y. Canbolat. (2004). Induced of plastid mutations in soybean plant (Glycine max L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. Mutat. Res. 556: 35-44.

۷-موسوی شلمانی، م . ا.، ب . ناصریان خیابانی، ح . اهری مصطفوی، م . حیدریه و ع . مجد آبادی (۱۳۸۸)؛ کشاورزی هسته ای (از علم تا عمل). انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، ۵۱۸ صفحه.

۸- پیرولی بیرانوند، ن .، ح . عباسعلیان، ر. صیادی، م. موسوی شلمانی و ع. خراسانی. (۱۳۸۵). مقایسه برخی خصوصیات لاین های موتانت گیاه سویا به منظور انتخاب لینه های برتر حاصل از پرتو دهی با اشعه گاما از لحاظ تثبیت بیولوژیک نیتروژن. صفحه ۲۹۴. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، ایران.

9- http://mvgs.iaea.org/Search.aspx

748-752.