مجله ایمنی زیستی
دوره‌ششم،شماره ۲، زمستان ۹۲

بررسی ارزش غذایی گیاهان تراریخته و بعضی تغییرات در ترکیب شیمیایی آنها

طاهره محمدآبادی[۱*] و وحید قاسمی[۲]

۱. دانشیار دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲.دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

t.mohammadabadi.t@gmail.com

چکیده

گیاهان تراریخته زیادی وجود دارد که با افزایش مواد مغذی در ترکیب خود، می توانند تاثیر زیادی بر بهبود غذای انسان و حیوان داشته باشند. در برخی گیاهان تراریخته، پروتئین‌هایی برای محافظت انسان و حیوان در برابر بیماری ها بیان شده است. همچنین اصلاح ژنتیکی دانه های روغنی باعث افزایش اسیدهای چرب غیراشباع با اثرات مفید بر سلامتی شده است. مهندسی ژنتیک با کاهش لیگنین یا کاهش شدت اتصال بین لیگنین و سلولز-همی سلولز میتواند قابلیت هضم را بالا برده و مصرف علوفه های خشبی و کم کیفیت توسط نشخوارکنندگان را افزایش دهد. تلاش ها در زمینه افزایش میزان ویتامین ها، پیش سازهای آن ها، آنزیم های خاص و مواد معدنی در گیاهان به ویژه در برنج، گندم، ذرت و لوبیا پیشرفت های چشمگیری داشته است. آزمایش ها و مطالعات متعدد حیوانی برای بررسی فراهمی یا دسترسی زیستی ریز مغذی ها در گیاهان اصلاح شده برای اثبات اثرات عوامل مطلوب دیگر همچون آنزیم ها ضروری می باشد. مطالعات بنیادی مکمل، نیازمند هماهنگ سازی جامع بین مطالعات، همراه با دامنه گسترده‌تری از مدل‌های حیوانی بایستی انجام گیرد. بررسی بیشتر ارتباطات بین اصلاح نباتات و تغذیه انسان و حیوان به منظور پیشرفت هایی در اصلاح نباتات در جهت سلامت غذایی نیز مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: التهاب، ارزش غذایی، ترکیب شیمیایی، گیاهان تراریخته

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]

مقدمه

جمعیت در حال رشد جهان، همچنان خواستار مواد غذایی بیشتر و بهتر و سایر محصولات با کیفیت برای بهبود استانداردهای زندگی است. به گزارش فائو (۴) جمعیت انسان در سطح جهانی، افزایشی از ۷ میلیارد جمعیت کنونی به بیش از ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ خواهد داشت، که حدودا ۷۰ درصد گوشت و شیر بیشتری مورد نیاز خواهد بود. افزایش جمعیت و متعاقب آن تقاضا برای تامین غذا سبب شده است که گیاهانی با عملکرد بالاتر تولید شوند، چنین گیاهانی باید در استفاده از مواد مغذی (نیتروژن)، آب، انرژی خورشید و زمین‌های زراعی کارآمدی بیشتری داشته باشند. همچنین تغییرات سریع آب و هوایی نیاز به توسعه سریع گونه‌های جدید گیاهی را در پی خواهد داشت. حفظ تنوع زیستی در منابع ژنتیکی موجود نیز یک جنبه بسیار مهم از کشاورزی پایدار است. زیان‌های ناشی از کاهش تنوع زیستی ممکن است عواقب خطرناکی را در آینده برای اصلاح نباتات از جمله بیوتکنولوژی گیاهی داشته باشد. علاوه بر این، حیوانات مصرف کننده این گیاهان نیز باید قابلیت استفاده موثرتری از این منابع خوراکی داشته باشند (۱۴).

گیاهان تراریخته زیادی با فواید خاص برای مصرف کننده در حال توسعه هستند که به دلیل افزایش مقدار مواد مغذی در ترکیب خود، گیاهان زیست غنی شده (Biofortified) نامیده می شوند (۱۲). اما گیاهان جدید، به تازگی بیان کننده پروتئین یا ترکیبات گیاهی تغییر یافته هستند که نگرانی هایی را برای متخصصین تغذیه دام و انسان از نقطه نظر ایمنی و ارزیابی تغذیه‌ای محصولات بوجود آورده است. این مقاله به بررسی ارزش غذایی گیاهان تراریخته و تغییراتی که در ترکیب و نقش آنها به عنوان مواد غذایی سالم مطرح است، می پردازد.

تغییر ترکیب شیمیایی گیاهان تراریخته

مزیت خاص این گیاهان، مقادیر بالاتر مواد مغذی مهم و با ارزش غذایی بالا مانند پروتئین و اسید های آمینه، اسید های چرب خاص، نشاسته یا کربوهیدرات ها و مواد معدنی خاص، ویتامین ها یا پیش ساز های آن ها، آنزیم ها و مواد آنتی اکسیدانی می باشد. همچنین کاهش مقدار برخی مواد نامطلوب مانند گلوکوزینولات ها، گلوتن، مایکوتوکسین ها و فیتات در این گیاهان از دیگر مزایای آن ها می باشد. این گونه مواد زیست غنی شده ممکن است برای تغذیه انسان مهمتر از تغذیه حیوانات باشند و می توانند در جمعیت های روستایی، سطح پایین ریز مغذی را در وعده هایی غذایی جبران کنند (۶). یک مثال از تغییر در ترکیب گیاهان تراریخته، ذرت تراریخته با نام Bt، که حاوی ژنی از باکتری موجود در خاک (*Bacillus thuringiensis*) است. این ژن مسئول ایجاد یک نوع پروتئین خاص در گیاه است که برای کرم ساقه خوار ذرت و یا کرم ریشه‌ی ذرت، سمی است. در این گیاه تأثیرات منفی کرم ساقه خوار به شدت کمتر است.

ارزش خوراکی تراریخته ها

مصرف ناکافی مواد مغذی نه تنها باعث اختلالات متابولیکی، کاهش مصرف خوراک، عملکرد ضعیف حیوان و بازده خوراک می شود بلکه باعث حالت تهوع، ضعف سلامتی، رشد ناقص در انسان و حیوانات نیز میشود. بنابراین در زمان کمبود مواد مغذی در جیره استفاده از مکمل های غذایی برای

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]

انسان و حیوان توصیه می شود. میزان بالایی از محصول گیاهان مهم تراریخته (سویا، ذرت، پنبه، کلزا) در تغذیه حیوانات تولیدکننده مواد غذایی استفاده شده و تنها مقدار کمی برای تغذیه انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، در آینده ارزیابی ارزش غذایی محصولات تولید شده از گیاهان تراریخته برای تولیدات غذای حیوانی یک چالش واقعی بین متخصصان تغذیه حیوانات خواهد بود (۳).

محصولات میتوانند به صورت ژنتیکی برای تولید روغن، نشاسته، فیبر، پروتئین و یا دیگر مواد مفید در خوراک ها و پروسه های صنعتی، اصلاح شوند و محصولات فرعی تولید شده از آنها به طور عمده همانند کنجاله سویا، کنجاله کتان، کنجاله پنبه دانه در تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار گیرند. اگر محصولات تراریخته برای پروسه های صنعتی تولید شده و برای تغذیه حیوان و انسان مناسب نباشند، نباید وارد زنجیره غذایی شده و یا باعث آلودگی خوراک ها و دیگر محصولات تراریخته شوند (۱۰).

تغییر در اسیدآمینه ها و پروتئین گیاهان تراریخته

بعضی مواد غذایی به طور مشخصی در آمینواسیدهای ضروری مهم از قبیل لیزین، متیونین، ترئونین و یا تریپتوفان دارای کمبود هستند. اولین محدودیت آمینواسید در ذرت، لیزین است. بنابراین، یکی از اهداف و مقاصد به‌نژادی گیاهی، افزایش لیزین در ذرت است. اخیرا مطالعاتی درباره‌ی یک ژن جهش-یافته که بخش‌های پروتئینی را تغییر داده و محتوای لیزین آندوسپرم ذرت را افزایش داد منتشر شد. سپس، جهش‌یافته‌های با مقادیر بالای لیزین تحت عنوان اوپک ۲ و فلوری ۲ شناخته شدند. اما ترویج و کشت و زرع آنها به دلیل برخی مشکلات از قبیل حساسیت بیشتر به برخی بیماری‌ها، مسائل و مشکلات طی برداشت و انبارداری و هم‌چنین عملکردهای پایین‌تر متوقف شد (۳).

در برخی از گیاهان تراریخته برخی پروتئین ها برای محافظت انسان و حیوان در برابر بیماری ها بیان شده اند. برخی مطالعات با منابع پروتئینی معمول همچون کنجاله سویا، یا با افزایش در محتوای پروتئین یا تغییر در ترکیب پروتئین انجام شده اند و همچنین مطالعاتی روی برخی لگوم های دیگر مانند لوپین، دانه های روغنی، غلات، سیب زمینی یا سیب زمینی شیرین و علوفه ها صورت گرفته است. جدای از پروتئین بالاتر و غلظت اسید آمینه، فعالیت هایی نیز برای توسعه محصولات تراریخته جهت تولید دانه هایی که پروتئین هایی با پپتید های فعال زیستی ذخیره میکنند، صورت گرفته است (۹).

تغییر در اسید های چرب گیاهان تراریخته

اصلاح ژنتیکی دانه های روغنی باعث ایجاد اسید های چرب اصلاح شده و افزایش اسید های چرب غیر اشباع با اثرات مفید بر سلامتی شده است. بیان ژن gm-fad2-1 در سویا باعث افزایش غلظت اولئیک اسید می شود که این ژن، آنزیم دساچوراز را کدگذاری میکند که باعث غیراشباع شدن لینولئیک اسید (C18:2) به اسیداولئیک و افزایش پایداری اکسیداتیو آن میشود. گزارش شده که ژن گنژوگه جداسازی شده از باکتری *Tricosanthes kirilowii* را درون کلزا قرار دادند سپس دانه کتان اصلاح شده با CLA تولید و روغن کتانی با مقدار پایین پونیسیک

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]

اسید و اسید چرب C18:3 ۹ سیس، ۱۱ ترانس، ۱۳ سیس ایجاد گردید (۳).

دو ژن جدید تأثیر گذار بر بیان آنزیم های دساچوراز که در سنتز اسیدهای چرب غیر اشباع با چهار باند مضاعف در روغن گل گاو زبان موثرند نیز گزارش شده اند. همچنین ایزومر سیس-۹ اسید لینولئیک کنژوگه و ترانس-۱۱، سیس-۱۳-اکتادکاترینوئیک اسید (پونیسیک اسید) نیز در روغن کلزای اصلاح-شده‌ی ژنتیکی گزارش شده است. غیر از استئاریدونیک اسید، مهندسی ژنتیک گیاهان، توانایی تولید دانه های روغنی و همچنین سنتز اسیدهای چربی که معمول نبوده و به ندرت در روغن ها وجود دارند را تسهیل کرده است (۱۱). مثلا محققان روغن کلزایی که در آن ژن آسیل-تیواستراز *cuphea Lanceolata* قرار داده شده بود را گزارش کردند. بخشی از اسیدهای چرب متوسط زنجیر (C12–C16) در گیاه تراریخته تا ۳۳/۳ افزایش یافته بود، میزان اسید اولئیک نیز تا ۴۲/۶ کاهش یافت و مقدار گلوکوزینولات از ۱۲/۴ در گیاه والد به ۱۹/۰ میکرومول در گرم ماده خشک در گیاه تراریخته افزایش یافت که به یک بررسی تحلیلی اساسی نیاز دارد (۲).

تغییر در کربوهیدرات و لیگنین گیاهان تراریخته

کربوهیدرات های موجود در گیاه، نیز می توانند موضوع تغییرات ژنتیکی باشند. انولین به عنوان پلیمر فروکتان ها، برای استفاده به عنوان یک خوراک قابل استفاده کاربردی و پری بیوتیکی در تغذیه انسان مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا محققان، ژن های کنگر فرنگی را به سیب زمینی یا چغندر قند انتقال دادند و افزایش توانایی ساخت فروکتان هایی با وزن مولکولی بالا مثل اینولین را مشاهده کردند. غلظت اینولین در ماده خشک غده تراریخته بالغ به حدود ۵ درصد رسید و مقدار نشاسته کاهش یافت. اما مقدار کل آلکالوئید ها در سیب زمینی تراریخته افزایش یافت که البته نیاز به تحقیقات بیشتری دارد (۲).

لیگنین یک ماده مهم در بیشتر بخش های فیبری دیواره سلولی بوده و به عنوان یک بخش نامطلوب در گیاه محسوب میشود. مهندسی ژنتیک می تواند با کاهش لیگنین یا کاهش شدت اتصال بین لیگنین و سلولز/همی سلولز قابلیت هضم را بالا برده و ارزش غذایی خوراک ها و مصرف خیلی از علوفه های خشبی توسط نشخوارکنندگان را افزایش دهد (۷).

تغییر ریز مغذی ها در گیاهان تراریخته

تلاش هایی در زمینه افزایش میزان ویتامین ها، پیش سازهای آن ها و آنزیم های خاص در گیاهان صورت گرفته است. نتایج قابل توجهی در مورد برنج طلایی که غنی از پیش‌ساز ویتامین A و بتاکاروتن است، گزارش شده است. در طول چند سال اخیر، اصلاح نباتات با بکارگیری ابزار زیست فناوری برای افزایش محتوای زیستی بسیاری از مواد معدنی در محصولات غذایی اصلی مانند برنج و برخی گونه های گندم، ذرت و لوبیا پیشرفت های چشمگیری داشته است (۷). مطالعات نشان می دهد مقادیر افزایشی آهن یا روی در دانه حبوبات غنی شده یا دانه برنج، به طور قابل توجهی میزان فراهمی زیستی آهن یا روی را در موش افزایش میدهد. با توجه به اینکه مهار کننده های

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]

جذب آهن مانند فیتات و پلی فنول ها نیز ممکن است جذب آهن را تحت تاثیر قرار دهند بنابراین به دست آوردن گیاهان غنی از فیتات و پلی فنول ها، به دلیل مقاومت یا عدم فراهمی زیستی موثر آهن ممکن است دشوار باشد (۱۳).

یکی از موضوعات اصلی اصلاح نژاد گیاهان، بیان آنزیم های متفاوت گیاهان با استفاده از مهندسی ژنتیک می باشد. بیشتر دانه غلات حاوی مقادیر اندکی آنزیم فیتاز هستند و غیر نشخوارکنندگان (خوک، پرندگان و انسان) قادر به تولید آنزیم فیتاز در دستگاه گوارش خود نبوده یا مقدار بسیار کمی تولید میکنند. در نتیجه بسیاری از فسفر فیتاته از دستگاه گوارش عبور کرده و در مدفوع حیوان مشاهده می شود و ممکن است منجر به آلودگی محیط زیست شود. بر این اساس، روش هایی برای کاهش سنتز فیتات در گیاهان از طریق اصلاح نباتات و ایجاد هیبریدهایی با فیتات کم مانند ذرت، جو، برنج یا دانه های سویا در نظر گرفته شده است (۸).

در این راستا محققان، فیتاز ذرت تراریخته، یک فیتاز بیان شده در آندوسپرم ذرت و مشتق شده از قارچ *Aspergillus niger* را مورد آزمایش قرار دادند. طبق نتایج حاصله، انرژی حقیقی و اسید آمینه قابل دسترس در هر دو ذرت، ذرت تراریخته و ایزوژنیک تفاوتی نداشت. استفاده واقعی از فسفر در ذرت تراریخته (۵۵/۸ درصد) به طور معنی داری بیشتر از ذرت ایزوژنیک (۳۷/۹ درصد) بود. نتایج مشابهی در خوک های از شیر گرفته شده و جوجه های گوشتی در حال رشد نیز مشاهده شد (۵).

برخی مطالعات روی سیب زمینی برای بیان ژن بتاگلوکاناز *فیبروباکتر سوکسینوژنز* و یا روی ذرت برای بیان فیتاز جهت افزایش استفاده از فسفر صورت گرفته است. بنابراین، ژن ۱.۳-۱.۴ بتاگلوکاناز *فیبروباکتر سوکسینوژنز* به سیب زمینی منتقل شد و فعالیت ویژه در برگ ها (۱۶۹۳ واحد در میلی گرم) و غده های زیرزمینی (۲۹۷۸ واحد در میلی گرم بتاگلوکاناز) اندازه گیری شد. اما تولید غده در این حالت بطور معنی داری به میزان ۲۸ تا ۷۲ درصد کاهش یافت. در برخی حالات، ۰/۶ گرم سیب زمینی تراریخته در یک کیلوگرم جیره بر پایه جو برای جوجه ها، ضریب تبدیل غذایی را بهبود داده و ویسکوزیته شیرابه هضمی ایلئوم را کاهش میدهد. نویسندگان نتیجه گرفتند که این امر ممکن است در سیب زمینی تراریخته، پتانسیل ارائه آنزیم و بهبود تولید طیور را داشته باشد (۱).

نتیجه‌گیری

گیاهان اصلاح شده ممکن است در زمینه ریز مغذی ها، به کاهش سوءتغذیه در بسیاری از نقاط جهان کمک کنند. در حال حاضر، بهبود مواد مغذی گیاهان تراریخته بطور کامل توسعه نیافته است و پتانسل آنها جهت بهبود وضعیت ریز مغذی ها در انسان و حیوان مورد آزمایش قرار گرفته است. آزمایش ها و مطالعات متعدد حیوانی به منظور بررسی فراهمی یا دسترسی زیستی ریز مغذی ها در گیاهان اصلاح شده و همچنین برای اثبات اثرات عوامل مطلوب دیگر همچون آنزیم ها ضروری می باشد. مطالعات بنیادی تکمیلی باید برای هماهنگ سازی بین مطالعات، و همچنین با انواع گسترده‌تری از مدل‌های حیوانی انجام

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]

گیرد. بررسی بیشتر ارتباطات بین اصلاح نباتات و تغذیه انسان و حیوان به منظور پیشرفت در اصلاح نباتات در جهت سلامت غذایی نیز مورد نیاز است.

منابع

References

1. **Armstrong, J.D., G.D. Inglis, M. Lawrence, L.M. Kawchuk, T.A. McAllister, and F. Leggett. et al. (2002).** Expression of a *Fibrobacter succinogenes* 1,3-1,4-B-glucanase in potato (*Solanum tuberosum*). American Journal of Potato Research. 79: 39–48.
2. **Böhme, H., E. Rudloff, F. Schöne, W. Schumann, L. Hüther, and G. Flachowsky. (2007).** Nutritional assessment of genetically modified rapeseed synthesizing high amounts of mid-chain fatty acids including production responses of growing-finishing pigs. Archives of Animal Nutrition. 61: 308–316.
3. **Flachowsky, G. (2012).** Prospects of feed from genetically modifi ed plants in livestock feeding. In: Mehra, U.R., Singh, P. and Verma, A.K. (eds) Animal Nutrition – Advances and Developments. Satish Serial Publishing House, Azadpur, Delhi, India, pp. 475–498.
4. **FAO. (2009).** How to Feed the World in 2050. FAO, Rome, 120 pp.
5. **Gao, C.Q., Q.C. Ma, C. Ji, X.G. Luo, H.F. Tang, and Y.M. Wei. (2012).** Evaluation of the compositional and nutritional values of phytase transgenic corn to conventional corn in roosters. Poultry Science. 91: 1142–1148.
6. **Gilligan, D.O. (2012).** Biofortification, agricultural technology adoption, and nutrition policy: some lessons and emerging challenges. CESifo Economic Studies. 58: 405–421.
7. **Gregorio, G.B. (2002).** Progress in breeding trace minerals in staple crops. Journal of Nutrition. 132: 500–502.
8. **Lucca, P., R. Hurrell, and I. Potrykus. (2001).** Genetic engineering approaches to improve the bioavailability and the level of iron in rice grains. Theoretical and Applied Genetics. 102: 392–397.
9. **Maruyama, N., B. Mikami, and S. Utsumi. (2011).** The development of transgenic crops to improve human health by advanced utilization of seed storage proteins. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 75(5): 823–82.
10. **McKeon, T.A. (2003).** Genetically modified crops for industrial products and processed and their effects on human health. Trends in Food Science and Technology. 14: 229–241.
11. **Napier, J.A. (2007).** The production of unusual fatty acids in transgenic plants. Annual Review of Plant Biology. 58: 295–319.
12. **Nestel, P., H.E. Bouis, J.V. Meenakshi, and W. Pfeiffer. (2006).** Biofortification of staple food crops. Journal of Nutrition.136: 1064–1067.
13. **Petry, N., I. Egli, J.B. Gahutu, P.L. Tugirimana, E. Boy, and R. Hurrell. (2012).** Stable iron isotope studies in Rwandese women indicate that the common bean has limited potential as a vehicle for iron biofortification. Journal of Nutrition. 142: 492–497.
14. **Whitford, R., M. Gilbert, and P. Langridge. (2010).** Biotechnology in agriculture. In: Reynolds, M.P. (ed.) Climate Change and Crop Production. CAB International, Wallingford, UK, Cambridge, Massachusetts, pp. 219–244.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1392.6.2.2.5]