

## بررسی ارزش غذایی گیاهان ترا ریخته و بعضی تغییرات در ترکیب شیمیایی آنها

طاهره محمدآبادی<sup>۱</sup> و وحید قاسمی<sup>۲</sup>

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

Email: (t.mohammadabadi@gmail.com)

### چکیده

گیاهان تراریخته زیادی با فواید خاص برای انسان و حیوانات وجود دارد که با افزایش مقدار مواد مغذی در ترکیب خود، می توانند تاثیر زیادی بر بهبود غذای انسان و حیوان داشته باشند. برخی گیاهان تراریخته وجود دارند که در آن ها برخی پروتئین ها برای محافظت انسان و حیوان در برابر بیماری ها بیان شده است. همچنین 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. مهندسی ژنتیک با کاهش لیگنین یا کاهش شدت اتصال بین لیگنین و سلولز-همی سلولز میتواند به طور عمده ای قابلیت هضم را بالا برده و مصرف علوفه های خشبی و کم کیفیت توسط نشخوارکنندگان را افزایش دهد. تلاش هایی در زمینه افزایش میزان ویتامین ها، پیش سازهای آن ها، آنزیم های خاص و افزایش محتوای زیستی بسیاری از مواد معدنی در گیاهان به ویژه در برنج و برخی گونه های گندم و ذرت و لوبیا شده که پیشرفت های چشمگیری داشته است. آزمایش ها و مطالعات متعدد حیوانی برای بررسی فراهمی 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، توام با دامنه گسترده تری از مدل های 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: ارزش غذایی، ترکیب شیمیایی، گیاهان تراریخته.

### ۱. 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، اما در حدود 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 زمین های زراعی کارآمدی بیشتری داشته باشند. همچنین تغییرات سریع آب و هوایی نیاز به توسعه سریع گونه های جدید گیاهی را در پی خواهد داشت. حفظ تنوع زیستی در منابع ژنتیکی موجود نیز یک جنبه بسیار مهم از کشاورزی پایدار است. زیان های 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<sup>۱</sup> 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 تغذیه ای 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.

### ۲. تغییر ترکیب شیمیایی گیاهان تراریخته

مزیت خاص این گیاهان، مقادیر بالاتر مواد مغذی مهم و با ارزش غذایی بالا مانند پروتئین و اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب خاص، نشاسته یا کربوهیدرات ها و مواد معدنی خاص، ویتامین ها یا پیش سازهای 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 maize، ه که حاوی ژنی از باکتری موجود در خاک<sup>۲</sup> است. این ژن مسئول ایجاد یک نوع پروتئین خاص در گیاه است که برای کرم ساقه خوار ذرت و یا کرم ریشه ذرت، سمی است. در این گیاه تأثیرات منفی کرم ساقه خوار به شدت کمتر است، و ممکن است مقاومت بهتری در مقابل بیماری های مربوط به زمین زراعی، به ویژه بیماری های ناشی از زیرگونه های مختلف فوزاریوم از خود نشان دهند. به دلیل کمتر بودن سطح آلودگی و بیماری های قارچی مربوط به زمین زراعی، کاهش آلودگی به سموم قارچی (مایکوتوکسین ها) نیز انتظار می رود؛ سطح کمی از آلودگی توسط سموم قارچی در گیاهان تراریخته ترکیبی مرکب دیده شد، اگرچه این مشاهدات با تغییرات زیاد جغرافیایی و زمانی همراه بود (۱۵).

### ۳. 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 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 می گیرد. 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).

<sup>1</sup> Biofortified

<sup>2</sup> *Bacillus thuringiensis*

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).

### ۵. تغییر در اسید آمینه 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 به نژادی گیاهی، افزایش لیزین در ذرت است. اخیراً مطالعاتی درباره ی یک ژن جهش یافته که بخش های پروتئینی را تغییر داده و محتوای لیزین آندوسپرم ذرت را افزایش داد منتشر شد. سپس، جهش یافته های 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 بیماری ها، مسائل و مشکلات طی برداشت و انبارداری و همچنین عملکردهای پایین تر 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 لوبین، 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).

### ۶. 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 اسید اولئیک و افزایش پایداری اکسیداتیو آن میشود. گزارش شده که ژن گنژوگه جداسازی شده از باکتری *Tricosanthes kirilowii* را درون کلزا<sup>۳</sup> قرار دادند سپس دانه کتان اصلاح شده با CLA تولید و روغن کتانی با مقدار پایین پونیسیک 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 شده ی 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]. مثلاً محققان روغن کلزایی که در آن ژن آسیل-تیواستراز *Lanceolata cuphea* 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

<sup>3</sup> *Brassica napus*

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).

### ۷. 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).

### ۸. 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 پیش ساز 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 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 فیروباکتر سوکسینوژنر و یا روی ذرت برای بیان فیتاز جهت افزایش استفاده از فسفر صورت گرفته است. بنابراین، ژن ۱.۳-۱.۴ بتاگلوکاناز فیروباکتر سوکسینوژنر 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<sup>۴</sup> 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).

### ۹. نتیجه گیری

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 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 گسترده تری از مدل های حیوانی انجام 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.

### ۱۰. منابع

1. Armstrong, J.D., Inglis, G.D., Lawrence, M., Kawchuk, L.M., McAllister, T.A., Leggett, F., et al. Expression of a *Fibrobacter succinogenes* 1,3-1,4-B-glucanase in potato (*Solanum tuberosum*). *American Journal of Potato Research*, 79, 2002, 39-48.
2. Böhme, H., Rudloff, E., Schöne, F., Schumann, W., Hüther, L. and Flachowsky, G., 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, 2007, 308-316.
3. Flachowsky, G., Prospects of feed from genetically modified 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. 2012.
4. FAO, (2009) *How to Feed the World in 2050*. FAO, Rome, 120 pp. 2009.
5. Gao, C.Q., Ma, Q.C., Ji, C., Luo, X.G., Tang, H.F. and Wei, Y.M., Evaluation of the compositional and nutritional values of phytase transgenic corn to conventional corn in roosters. *Poultry Science*, 91, 2012, 1142-1148.
6. Gilligan, D.O., Biofortification, agricultural technology adoption, and nutrition policy: some lessons and emerging challenges. *CESifo Economic Studies*, 58, 2012, 405-421.
7. Gregorio, G.B., Progress in breeding trace minerals in staple crops. *Journal of Nutrition* 132, 500S-502S.

<sup>4</sup> Viscosity

8. Lucca, P., Hurrell, R. and Potrykus, I., Genetic engineering approaches to improve the bioavailability and the level of iron in rice grains. *Theoretical and Applied Genetics*, 102, 2001, 392–397.
9. Maruyama, N., Mikami, B. and Utsumi, S., The development of transgenic crops to improve human health by advanced utilization of seed storage proteins. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 75(5), 2011, 823–82.
10. McKeon, T.A., Genetically modified crops for industrial products and processed and their effects on human health. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 2003, 229–241.
11. Napier, J.A., The production of unusual fatty acids in transgenic plants. *Annual Review of Plant Biology*. 58, 2007, 295–319.
12. Nestel, P., Bouis, H.E., Meenakshi, J.V. and Pfeiffer, W., Biofortification of staple food crops. *Journal of Nutrition*, 136, 2006, 1064–1067.
13. Petry, N., Egli, I., Gahutu, J.B., Tugirimana, P.L., Boy, E. and Hurrell, R., 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, 2012, 492–497.
14. Whitford, R., Gilbert, M. and Langridge, P., Biotechnology in agriculture. In: Reynolds, M.P. (ed.) *Climate Change and Crop Production*. CAB International, Wallingford, UK, Cambridge, Massachusetts, 2010, pp. 219–244.
15. Wu, X.R., Chen, Z.H. and Folk, M.R., Enrichment of cereal protein lysine content by altered tRNA(lys) coding during protein synthesis. *Plant Biotechnology Journal*, 1, 2003, 187–194.