دانشگاه تربیت مدرس

معاونت فرهنگی و اجتماعی

به‌نژادی گیاهی

Tarbiat Modares University

انجمن علمی-دانشجویی مهندسی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

دوفصلنامه علمی-تخصصی به‌نژادی گیاهی

سال اول. شماره ۱. بهار و تابستان ۱۳۹۷

شماره مجوز از دانشگاه: ۳۳۱۰۶/د۱۹۳

بسم الله الرحمن الرحيم

به‌نژادی گیاهی

دوفصلنامه علمی-تخصصی

انجمن علمی-دانشجویی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

صاحب امتیاز: انجمن علمی-دانشجویی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس (معاونت فرهنگی و اجتماعی)

مدیر مسئول: مهرناز تناور (دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس)

سردبیر: امیر قلی‌زاده (دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس)

مدیر اجرایی: امیر قلی‌زاده (دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس)

دبیر تحریریه: سیامک فرهادی (دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس)

هیئت تحریریه:

سیامک فرهادی، یوسف شرفی، مهرناز تناور، امیر قلی‌زاده، ولی فرضی‌فرد، مرضیه عباسی، پیام طالبی، فرشاد داودی

طراح جلد: سیامک فرهادی

طراح و صفحه آرا: سیامک فرهادی

ویراستار: امیر قلی‌زاده

سال اول. شماره ۱. بهار و تابستان ۱۳۹۷

نشانی پستی: کیلومتر ۱۷ اتوبان تهران-کرج، بلوار پژوهش، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

پست الکترونیکی: Behnegady@gmail.com

قیمت: ۵۰۰۰ تومان

این نشریه داری شماره مجوز ۳۳۱۰۶/د۱۹۳ در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۷ از معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس است.

فهرست مطالب

معرفی گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی..... ۱

اساس ژنتیکی به‌نژادی گیاهی..... ۲

دستورزی کروموزومی گیاهان جهت افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه با ارزش دارویی..... ۵

استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای در افزایش میزان عملکرد و مواد موثره در گیاهان دارویی و معطر..... ۹

اصلاح گیاهان دارویی و جایگاه آن در ایران و جهان..... ۱۰

آشنایی با تعدادی از شرکت‌های خارجی فروشندهٔ بذرهای گیاهان دارویی..... ۱۷

شبکه‌های عصبی مصنوعی در به‌نژادی گیاهی..... ۲۰

مهندسی متابولیک..... ۲۲

مهندسی ژنتیک به صورت طبیعی در طبیعت اتفاق می‌افتد!..... ۲٤

هیبریداسیون سوماتیکی..... ۲۵

خاموش کردن اختصاصی بیان ژن‌ها..... ۲٦

مقالات گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس..... ۲۷

سخن سردبیر

به نام یگانه آفریدگار هستی

با سپاس و ثنای بی حد بر آستان صفات بی‌همتای احدیت و با یاری و تلاش جمعی از دانشجویان، نشریه علمی–دانشجویی به‌نژادی گیاهی، تدوین و شروع به کار نمود. آنچه باعث شد تا نشریه به‌نژادی گیاهی فعالیت خود را آغاز نماید؛ این بود که اصحاب فکر و قلم و دانشجویان؛ محملی برای بیان نظرات و اندیشه‌های خود داشته باشند و همچنین در این راستا شاهد تعامل و تفاهم بیشتر دانشجویان با اساتید محترم نیز باشیم.

امید است با همکاری و همراهی ارزنده شما دانشجویان و اساتید بزرگوار گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی و همچنین فعالان و فارغ التحصیان برجسته در این زمینه، بتوانیم بستری برای رشد و گسترش این علم زیبا فراهم آوریم.

از تمامی دانشجویان و اساتیدی که ما را در انتشار این نشریه حمایت کردند بسیار سپاسگزارم.

امیر قلی‌زاده، دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

معرفی گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

اصلاح‌نباتات یکی از صور تکامل است که با توجه به نقش بشر در به کارگیری دانش ژنتیک و سایر علوم گیاهی در اصلاح‌نباتات، می‌توان آن را تکامل مصنوعی نامید. ژنتیک و به‌نژادی گیاهی با دارا بودن ماهیتی فرارشته‌ای از جنبه‌های مختلف مهندسی ژنتیک، کشت سلول، بافت و اندام گیاهی، بیومتری، سیتوژنتیک کلاسیک و مولکولی، مارکرهای مولکولی و مقاومت برای تنش‌های زیستی و غیر زیستی، در راستای افزایش کمیت و کیفیت محصولات زراعی، باغی و دارویی بهره می‌گیرد.

تاریخچه

گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۶۵ تأسیس شد و در حال حاضر پنج عضو هیأت‌علمی دارد. این گروه در ابتدا در مقطع کارشناسی‌ارشد رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی فعالیت خود را شروع کرده و سپس در سال ۱۳۸۰ در مقطع دکتری این رشته فعالیت‌های علمی خود را توسعه داده است. گروه ژنتیک و بهنژادی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس تاکنون قریب به ۱۸۰ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و ۳۵ دانش‌آموخته دکتری در این رشته داشته است.

زمینه‌های تحقیقاتی

- مهندسی ژنتیک مقاومت به تنش‌های زیستی و تحمل به تنش‌های غیرزیستی
- تولید متابولیت‌های ثانویه دارویی از طریق کشت بافت ریشه‌های موئین و سوسپانسیون سلولی
- مهندسی ژنتیک متابولیت‌های ثانویه
- اصلاح‌نباتات برای تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی
- مارکرهای مولکولی و توارث غیرمندلی
- سیتوژنتیک کلاسیک و مولکولی
- هاپلوئیدی و پلی پلوئیدی

دکتر احمد معینی

دکتر قاسم کریم‌زاده

دکتر رضاقلی میرفخرائی

دکتر حمید دهقانی

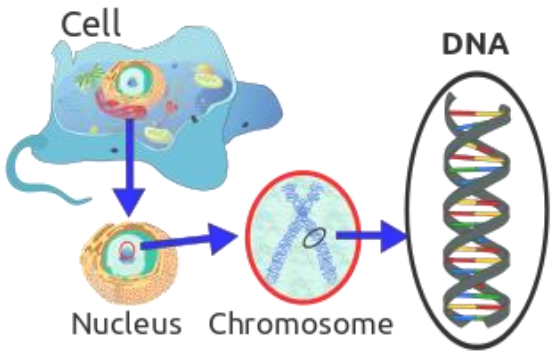
دکتر محمدصادق ثابت

سیامک فرهادی
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

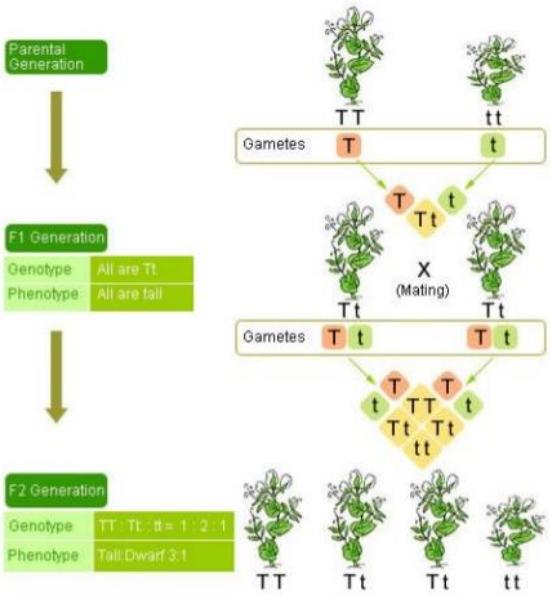
اساس ژنتیکی به‌نژادی گیاهی

علم کشاورزی بر مبنای اهلی کردن گیاهان وحشی و ایجاد محصولات منطبق بر نیاز ما عمل می‌کند. بشر در حدود ده هزار سال پیش، زمانی که به کاشت و داشت واریته‌های خاصی از گیاهان اقدام نمود، کشاورزی را برای تولید غذا ابداع کرد و لذا گیاهان به وسیله انتخاب و انتقال صفات به نسل‌های بعد بهبود یافت. به عنوان مثال اهلی کردن ذرت به وسیله کشاورزان گذشته صورت گرفت. عمده صفات تغییر یافته مرتبط با اهلی کردن گیاهان بود به عنوان مثال صفات افزایش در تولید بذر، کاشت آسان، اندازه بزرگ‌تر و میزان محصول برداشت شده و تغییر در شکل ظاهری و کاهش و از بین بردن مواد سمی و غیره به وسیله تمدن‌های کشاورزی گذشته مانند چین و مصر و مادیان صورت پذیرفت به علاوه، این محصولات کم‌کم با شرایط آب و هوایی خاص منطقه مورد کاشت تطابق و سازگاری یافتند و بنابراین از لحاظ ژنتیکی، صفاتی همچون کیفیت، مقاومت به استرس و مقاومت به بیماری در عملکرد مناسب را به دنبال خود همراه داشت. گیاهان اهلی شده در کشاورزی بر اساس نتایج حاصل از تغییر ژنتیکی گیاهان وحشی در هزاران سال پیش به وجود آمده‌اند. مطالعات علمی در مورد ژنتیک در حدود سال ۱۹۰۰ میلادی با فعالیت‌های گرگور مندل آغاز شد.

ما حالا می‌دانیم که ژن‌ها واحدهای وراثتی هستند که از جنس رشته DNA که در داخل کروموزوم موجود در هسته همه سلول‌های موجودات زنده است استقرار یافته‌اند، البته بعضی از ویروس‌ها حاوی ژنومی با ترکیب DNA هستند. همه واحدهای ژنتیکی موجود در کروموزوم شامل ٤ ترکیب در مولکول DNA خود می‌باشند. آدنین (A) تیمین (T) سیتوزین (C) گوانین، نزدیک به هزار کلمه را می‌توان با ٢٦ حرف از الفبای انگلیسی ایجاد کرد. هزاران ژن متفاوت از هم (تقریباً ۹ هزار تا در مخمرهای تک سلولی و ۲۰۰۰۰ در گیاهان و آغازیان و حدود ۳۵۰۰۰ ژن در انسان وجود دارد) که می‌تواند تنها از ٤ باز آلی



موجود در رشته DNA به وجود آید و هر ژن تقریباً حدود ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ باز می‌باشد. در سیستم‌های بیولوژیک داخل سلول، این واحدهای نوکلئوتیدی قادر است به پروتئین تبدیل شود که در توالی خاصی از DNA یک پروتئین خاص مربوط به خود را کد می‌کند. فعالیت این پروتئین‌ها و وظایف و عملکرد آنها در موجودات مشخص شده است. موجوداتی که تولید مثل جنسی دارند دو نسخه از کروموزوم‌ها را شامل می‌شود و در طی فرآیند تولید مثل والدین به طور تصادفی یکی از کروموزوم‌ها را از میان دو جفت به فرزندان و نتاج خود منتقل می‌کند بنابراین نتاج متفاوت از همان والدین یکسان از لحاظ ژنتیکی به وجود می‌آیند. با انتخاب افراد برتر از یک نسل می‌توان آنها را به عنوان والدین نسل بعد انتخاب و مورد آمیزش قرار داد و در نتیجه از این طریق صفات مورد نظر و دلخواه را در نسل بعد افزایش داد و منجر به کاهش صفات نامطلوب گشت. درک اصل ژنتیک و کاربردهای آن در روش‌های اصلاح نباتات موجب بهبود مناسب و معقول نباتات گردید. واریته‌های محصولات مدرن از لحاظ ژنتیکی، یکنواختی در عملکرد را نسبت به واریته‌های گذشته دارند. اصلاحگران جستجوی دائمی را برای شناسایی ترکیب‌های ژنتیکی جدید از گیاهان مورد انتخاب بر اساس صفات مطلوب انجام می‌دهند به عنوان مثال صفاتی مانند کیفیت محصول، عملکرد منطقه‌ای، مقاومت به آفات و بیماری‌ها از صفاتی هستند که همواره مورد توجه قرار می‌گیرد. اصلاحگران معمولاً به تلاقی مابین دو ژنوتیپ برای ایجاد ترکیبات جدید ژنتیک صفات که نهایتاً در فنوتیپ ظهور می‌کند، مبادرت می‌ورزند منبع اولیه تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم داخل در گونه گیاهی وجود دارد و و به طور عمده مرتبط با گونه‌های وحشی است که قادر هستند در داخل، خودگشنی کنند. برای بسیاری از گونه‌های گیاهی اصلاحگران عمدتاً ژن‌هایی که در گونه‌های وحشی قبل وجود دارد و باعث افزایش تنوع ژنتیکی می‌شوند را انتخاب می‌کنند.



هیبریداسیون و دورگ‌گیری بین گیاهان و گونه‌های وحشی امکان دستیابی به ژن‌های

باارزش و انتقال آنها را برای بهبود عملکرد ژنتیک محصولات زراعی فراهم می‌کند. به عنوان مثال همه محصولات تجارتی حاوی یک مقاومت ترکیبی به قارچ‌ها و باکتری‌ها و بیماری‌های ویروسی هستند که عمدتاً از گونه‌های وحشی نشأت گرفته است. تنوع ژنتیکی می‌تواند همچنین از طریق جهش القائی افزایش یابد یا تغییر در ساختار DNA هرگیاه باعث افزایش میزان تنوع خواهد شد. در سال ۱۹۵۰ بالغ بر ۲۰۰۰ واریته گیاه از طریق جهش‌های تصادفی القایی باعث تغییر صفات ژنتیکی گردید و سپس انتخاب از میان این نتاج باعث بهبود عملکرد آنها شد. دانشمندان در سال ۱۹۲۰ به این نکته پی بردند که بعضی از محصولات مانند ذرت به طور مداوم به علت خودگردافشانی داخل خود تلاقی می‌یابند و

ایجاد همخونی می‌کند و در نتیجه میزان هتروزیسی و برتری به سرعت طی چندین نسل متوالی رو به کاهش خواهد بود به هرحال اگر دو گیاه اینبرد ویژه را با یکدیگر تلاقی دهیم در نتاج حاصل که با نماد F_1 نشان داده می‌شود غالباً در نتیجه پدیده هتروزیسی و هیبریدی ویگور، میزان عملکرد نتاج از میانگین عملکرد والدین بیشتر خواهد بود. این پدیده به عنوان هتروزیسی یا هیبریدی ویگور است که اساس ایجاد بسیاری از بذرهای هیبرید برای ذرت، سورگوم و آفتابگردان و بسیاری از سبزیجات می‌باشد. تولید دانه‌های هیبرید نیازمند دستکاری ژنتیکی برای تولید والدین اینبرید می‌باشد. یک تلاقی خاص بین دو والد و ایجاد نتاج F_1 برای زارعان باید تعریف شود در نتیجه گیاهان حاصل از این بذرهای هیبرید، در فنوتیپ فرد، هتروزیس مغلوب را نشان می‌دهند اما باید به خاطر داشت که در نسل F_2 متعاقب از F_1 این میزان سودمندی در نتیجه ترتیب و در کنار هم قرار گرفتن تصادفی آلل‌های (گامت‌های) حاصل از بین خواهد رفت و بنابراین زارعان برای رفع این مشکل باید به خرید بذرهای جدید F_1 به منظور دستیابی به همان عملکرد بالا مبادرت ورزند. صرف نظر از این که تنوع ژنتیکی بر اساس روش‌هایی مدیریت می‌شود نتاج حاصل باید مداوماً برای شناسایی گیاهان والد آزمون می‌شود. لذا اصلاحگران نباتات

باید جمعیت بزرگی از گیاهان را با استفاده از روش‌های مختلف (انتخاب انفرادی، لاین بردینگ، انتخاب فامیلی) آزمون کنند به طور کلی، تنها درصد کمی از گیاهان قادر هستند که صفات مطلوب را در خود نشان دهند و بنابراین از بین جمعیت بزرگ تعداد کمی به عنوان والدین نسل بعد انتخاب می‌شود. با ترکیب روش‌های مناسب و عملی زراعی و بهبود ژنتیک واریته‌های زراعی به طور تصاعدی با افزایش عملکرد محصول و کیفیت آن مواجه خواهیم شد. به طور کلی تخمین زده می‌شود که تقریباً نصف افزایش در عملکرد محصول در ۵۰ سال اخیر در نتیجه بهبود ژنتیکی گیاهان حاصل شده است و نصف دیگر آن مربوط به بهبود مدیریت و تکنیک های مرتبط با آن (کود، آبیاری، کنترل بیماری‌ها و آفات) می‌باشد.

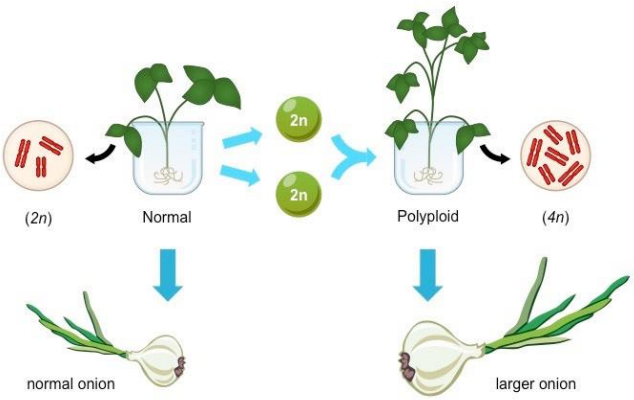
امیر قلی‌زاده
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

دستورزی کروموزومی گیاهان جهت افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه با ارزش دارویی

به علت استفاده درصد قابل توجهی از جمعیت جهان از گیاهان برای درمان بیماری‌ها و نیازهای اولیه درمانی خود، کشت گیاهان دارویی و اصلاح واریته‌های مهم و ارزشمند دارویی در سرلوحه برنامه‌های کشاورزی و صنعتی جوامع قرار دارد. کشت و کار گیاهان دارویی به هزاران سال پیش باز می‌گردد اما تاکنون در مورد اصلاح آنها پیشرفت قابل ملاحظه‌ای صورت نگرفته است. در حال حاضر تعداد ارقام به دست آمده از طریق اصلاح گیاهان دارویی بسیار کم و ناچیز است. بهره برداری از توانمندی ژنتیکی گیاهان دارویی هنوز در مراحل اولیه خود قرار دارد. امروزه القای پلی‌پلوئیدی با استفاده از مواد شیمیایی جهش زا، به عنوان یکی از روش‌های اصلاح گیاهان دارویی به منظور افزایش قابلیت تولید متابولیت‌های ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گیاهان پلی‌پلوئید اغلب اندازه گل‌ها، برگ‌ها، میوه و بذر افزایش می‌یابد. در مواردی که اندام‌های رویشی گیاه منبع مواد مؤثره هستند، مانند برخی گیاهان دارویی، افزایش سطح کروموزومی می‌تواند به عنوان روشی ارزشمند و سریع جهت افزایش تولید ترکیبات دارویی، مورد توجه قرار گیرد. گیاهان

پلی‌پلوئید ممکن است نسبت به اجداد دیپلوئید خود در ویژگی‌هایی نظیر افزایش مقاومت به خشکی و آفات، آپومیکسی، افزایش بیوماس و تغییر در کیفیت و غلظت ترکیب‌های فعال گیاهی برتری یافته و در نتیجه این عمل، شانس انتخاب آنها در کشاورزی افزایش می‌یابد. به عبارتی دستورزی سطح کروموزومی با ایجاد تنوعات گسترده در سطوح متفاوت ژنتیکی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و غیره صفات جدیدی را ایجاد نموده بنابراین تنوع گسترده‌تری برای اصلاح‌کنندگان فراهم آورده که کار گزینش و اصلاح گیاهان دارویی را تسهیل می‌نماید.

پلی‌پلوئیدی به عنوان روشی برای افزایش پتانسیل تولید و یا بهبود کیفی الگوی متابولیت‌های ثانویه مورد توجه قرار گرفته است. شواهد به دست آمده از آنالیزهای بیوشیمیایی بسیاری از آلوپلی‌پلوئیدها، نشان می‌دهد که چنین پلی‌پلوئیدهایی نسبت به والدین خود تنوع آنزیمی بیشتری نشان داده و همچنین از لحاظ ترکیبات فنولی غنی‌تر هستند. از آنجاکه اتوپلی‌پلوئیدی در نتیجه‌ی مضاعف‌شدگی مستقیم ژنومی ایجاد می‌شود، مواد ژنتیکی پایه ثابت باقی مانده و محتوای ژنی دو یا چند برابر می‌شود. به دنبال این افزایش در محتوای ژنی، ممکن است فعالیت ژن‌های ضعیف یک مسیر افزایش یابد، از این رو افزایش تولید متابولیت‌ها در اتو پلی‌پلوئیدها انتظار می‌رود. القای پلی‌پلوئیدی با اثرگذاری بر فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه، مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یک مدل رایج جهت توضیح این تغییرات، کاهش نسبت غشای هسته به مقدار کروماتین می‌باشد. این کاهش سطح منجر به افزایش تماس ماده‌ی کروماتینی با غشای هسته‌ای می‌شود و در نتیجه افزایش فعالیت ژنی به ازای هر سلول را به دنبال دارد.



حجم و سطح سلولی سلول‌های تتراپلوئید در مقایسه با دیپلوئید به ترتیب ۲ و ۱/۵ برابر می‌باشد، بنابراین در حالتی که تولیدات سلول به فعالیت متابولیکی سطح سلول مرتبط باشد، یک مزیت محسوب می‌شود. همچنین گزارش شده است که افزایش سطح پلوئیدی با تغییر و آرایش مجدد ژن‌ها همراه است. تغییر بیان ژن‌های

مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه ممکن است محدودیت موجود در بیان یک ژن کلیدی مسیر را تغییر دهد یا اینکه به روشن یا خاموش شدن ژن خاصی در مسیر انجامد که به افزایش تولید ترکیب یا ترکیبات خاص و همچنین تغییر الگوی تولید منتهی شود. مطالعات انجام شده مؤید این امر در تعدادی از گیاهان دارویی از جمله آرتمیزیا می‌باشد. تغییرات در پروفیل متابولیتی در اتوپلی‌پلوئیدها را می‌توان به خاطر بر هم خوردن مکانیسم‌های متابولیک تنظیم‌کننده بیوسنتز ترکیبات منفرد توجیه نمود. از دست رفتن ترکیبات دیپلوئید در اتوتتراپلوئیدها را می‌توان به خاطر سرکوبی ژن‌های ساختاری موجود و به دست آوردن ترکیبات جدید در اتوتتراپلوئیدها را به واسطه فعال شدن مجدد ژن‌های ساختاری که قبلاً در دیپلوئیدها خاموش بوده‌اند، تفسیر نمود.

دو برابر شدن کروموزومی ممکن است شیمی ثانویه گیاه را به شیوه‌ای کیفی نیز تغییر دهد. در تحقیقی که به منظور افزایش سطح پلوئیدی در گیاه دارویی ارزشمند نوروزک (*Salvia leriifolia*) انجام گرفته است، نتایج جالبی دیده شد. در مجموع ۱۵ ترکیب در اسانس نمونه‌های دیپلوئید و ۲۲ ترکیب در اسانس نمونه‌های تتراپلوئید نوروزک شناسایی شد که میزان اکثر این ترکیبات به صورت معنی‌داری تحت تأثیر سطح پلوئیدی قرار گرفت. میانگین میزان برخی از ترکیبات با افزایش سطح پلوئیدی افزایش یافت. همچنین تعدادی از ترکیبات جدید در نمونه‌های تتراپلوئید تولید شده بودند، در حالی که نمونه‌های دیپلوئید به طور کلی فاقد این ترکیبات بودند. از طرفی افزایش سطح پلوئیدی سبب شد که میزان برخی دیگر از ترکیبات اسانس به طور معنی‌داری کاهش یابد. همچنین تحقیقات دهقان و همکاران نشان داد که گیاهان پایدار اتوتتراپلوئید بذرالبنج مصری (*Hyoscyamus muticus*) ایجاد شده در نسل پنجم پس از القا تتراپلوئیدی قادر به تولید ۲۰۰ درصد اسکوپولامین بیشتر نسبت به نمونه‌های دیپلوئید می‌باشند.

اتوپلی‌پلوئیدی در بسیاری از گیاهان دارویی از جمله *Atropa*، *Camellia*، *Hyoscyamus* و *Solanum* افزایش شدید متابولیت‌های ثانویه به ازای واحد وزن خشک را سبب شده است. گیاه کاسنی از گیاهان دارویی ارزشمند با کاربرد گسترده در طب می‌باشد. گزارش شده است که گیاهان اتوتتراپلوئید کاسنی فنول تام بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند، ضمن اینکه قابلیت تولید ۱۰ برابری کلروژنیک اسید آنها تأیید شد. میزان اسانس در گیاهان اتوتتراپلوئید گونه‌ای از نعناع (*Mentha arvensis* L.)، به میزان ۳۰ درصد و در گیاه زیره (*Carum carvi* L.)، به میزان ۳۵ تا ۸۵ درصد نسبت به گیاهان دیپلوئید شاهد افزایش نشان داده است.

گونه گیاهی	سطح پلوئیدی	تأثیر پلی‌پلوئیدی بر میزان متابولیت‌های ثانویه
Artemisia annua	٤X	افزایش ۳۸ درصد آرتمیزینین در خود گیاه و افزایش ٦۰۰ درصد در ریشه‌های موئین
	٤X	افزایش ۱/۵ برابر آرتمیزینین در گیاهان تتراپلوئید
Atropa belladonna	٤X	افزایش ٦۸ درصد در آلکالوئیدهای تروپانی
Camelia sinensis	٤X	افزایش غلظت پلی‌فنل‌ها، کاتکین‌ها، اکستراکتین‌ها و کافئین در برگ
Chamomila recutita	٤X	افزایش غلظت فلاونوئید آپیژنین
Cincona succirubra	٤X	افزایش ۱۰۰ درصد کوینین
Coffea canephora	٤X	افزایش غلظت کل آلکالوئیدها
Datura innoxia	٤X	افزایش ۸٦ درصد تروپان آلکالوئیدها
Datura stramoinium	٤X	افزایش تروپان آلکالوئیدها در گیاه و ریشه‌های موئین و افزایش نسبت هیوسین به هیوسیامین در برگ و ریشه
Hyoscyamus albus	٤X	افزایش ۳٦ درصد تروپان آلکالوئیدها
Hyoscyamus muticus	٤X	افزایش ۲۰۰ درصد اسکوپولامین
Urginea indica	٤X و ۳X	افزایش بیش از ۱۰ برابری پروسیلاریدین و اسکیلارن
Solanum khasianum	٤X	افزایش ۳۵–۵۰ درصد سولازودین
Salvia miltiorrhiza	٤X	افزایش ۷۹ درصد داشینون
Petunia (Mitchell)	٤X	افزایش محتوی متابولیت کوئرستین ۳- سوفوروزید
Papaver somniferum	٤X	افزایش بیش از ۱۰۰ درصد در محتوی مورفین

مهرناز تناور
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای در افزایش میزان عملکرد و مواد موثره در گیاهان دارویی و معطر

تکنیک‌های هسته‌ای در کنار دیگر روش‌های کلاسیک می‌توانند به عنوان یک وسیله کمکی در حل موثر و سریع بسیاری از مسایل کشاورزی مورد بهره‌برداری قرار گیرند. استفاده عملی از روش‌های هسته‌ای برای افزایش تولیدات کشاورزی و بهبود کیفیت آن‌ها در زمینه‌های مورد نظر در کشورهای پیشرفته بیش از ۵۰ سال و در کشورهای در حال توسعه ۳۰ سال سابقه دارد. به دلیل موفقیت‌های چشمگیر استفاده از این روش‌ها در حل مسایل کشاورزی، کاربرد آن‌ها رو به توسعه است. تنوع ژنتیکی به عنوان مخزنی برای فعالیت‌های اصلاح‌نباتات است و موتاسیون یا جهش این تنوع ژنتیکی را افزایش می‌دهد.

جهش یک تغییر پایدار در توالی DNA می‌باشد که سبب تغییر در ژن شده و سبب ساخته شدن نادرست اسید آمینه‌ها و پروتئین‌ها می‌گردد. در اثر این پدیده، تغییراتی بنیادی در موجود زنده رخ داده و بسیاری از فعالیت‌های درون سلولی آن دچار دگرگونی می‌گردد. در عمده‌ی پژوهش‌های مربوط به استفاده از انرژی هسته‌ای در ایجاد جهش در گیاهان دارویی و معطر، اهداف زیر مشاهده می‌گردد. ۱- ایجاد ارقام دارای عملکرد کمی بالا ۲- ایجاد ارقام دارای میزان مواد موثره بالا ۳- ایجاد ارقامی با مقاومت بالا به آفات و بیماری‌ها ۳- بهبود خصوصیات مرفولوژیک و بیولوژیک گیاهان دارویی برای برداشت مکانیزه ۵- ایجاد ارقامی با مقاومت بالا به عوامل محدودکننده مانند شوری و ...

گرگوری در سال ۱۹۵۵ نشان داد که جهش القا شده در گیاهان علاوه بر تاثیر در خصوصیات کمی گیاهان، بر ویژگی‌های کیفی آن ها نیز موثر است و این گونه جهش‌ها که سبب تغییر در شاخصه‌های کیفی گیاهان می‌شوند را جهش‌های کوچک (میکروموتاسیون) نامید. گزارش شده است که تا سال ۱۹۷٤ با استفاده از جهش، بیش از ۲۰۰ رقم اصلاح شده بدست آمده است. و این تلاش‌ها تاکنون سبب ایجاد ۲٦۷۲ رقم اصلاح شده در گیاهان گردیده است.

یوسف شرفی
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

اصلاح گیاهان دارویی و جایگاه آن در ایران و جهان

دکتر جواد هادیان (عضو هیأت علمی گروه کشاورزی پژوهشکده گیاهان ومواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی)

چطور شد که به بحث اصلاح گیاهان دارویی علاقه‌مند شدید؟

از دوره کارشناسی ارشد (سال ۱۳۸۰) حسب علاقه‌ای که در دوره کارشناسی ایجاد شده بود، وارد مقوله گیاهان دارویی شدم. در آن زمان هنوز گرایش گیاهان دارویی بصورت رسمی وجود نداشت. با این حال در محضر اساتیدم شادروان دکتر سید-محمّد فخر طباطبایی و شادروان دکتر رضا امیدبیگی به اهمیت ذخایر ژنتیکی گیاهان دارویی بومی ایران پی بردم و با توجه به خلاءای که در این زمینه حس می‌کردم، علاقه‌مند به این بحث شدم و به همین دلیل پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را در زمینه ارزیابی جمعیت‌های یکی از گیاهان دارویی بومی که پتانسیل اهلی کردن و اصلاح داشت، گذراندم و در دوره دکتری نیز ادامه دادم.

فرآیند اصلاح یک گیاه دارویی را مختصرا توضیح دهید؟

بطور کلی اصلاح یک گیاه دارویی بر منابع ژنتیکی موجود آن گیاه استوار است. به همین دلیل مرحله اول ارزیابی دقیق منابع ژنتیکی موجود از آن گیاه می‌باشد. در ادامه بسته به دامنه تنوع صفات هدف که البته مهمترین آنها صفات فیتوشیمیایی هستند، همچنین با آگاهی از روابط و میزان توارث صفات، روش اصلاحی مناسب را می‌توان انتخاب کرد که در این ارتباط باید ساده‌ترین و سریع‌ترین روش‌ها برای رسیدن به هدف انتخاب شود. روش‌های اصلاحی ایجاد کلون، رقم سینتتیک و انتخاب دوره‌ای از رایج‌ترین روش‌ها هستند. اخیرا در مورد چند گیاه خیلی مطرح از جمله آویشن باغی ارقام هیبرید هم مطرح شده‌اند.

پروژه‌های اصلاح گیاهان دارویی با سایر گیاهان چه تفاوت‌هایی دارند و در فرآیند اصلاح گیاهان دارویی چه صفاتی مورد توجه متخصصین این بخش می‌باشند؟

اهداف اصلاح گیاهان دارویی در ۲ مقوله قابل بحث هستند: اهداف مد نظر صنعت دارویی و اهداف مد نظر در سیستم کشاورزی و تولید. در بخش صنعت، کمیت و کیفیت مواد موثره مهمترین هدف می‌باشد. از نظر صنعت، گیاه مورد استفاه باید دارای ویژگی‌های گیاهشناسی مشخص، تیپ شیمیایی مشخص و حد بهینه از بازده و طیف ترکیبات مد نظر باشد. همگنی شیمیایی امکان کنترل کیفیت مواد گیاهی و

فرآورده‌های آن را براحتی امکان‌پذیر خواهد نمود. از طرفی محتوای بالاتر مواد موثره بدلیل افزایش کارایی فرآیند استخراج و کاهش هزینه‌های تولید، امکان خرید مواد گیاهی مرغوب را به قیمت بالاتر فراهم خواهد کرد.

اهداف مد نظر در سیستم کشاورزی عمدتا شبیه سایر گیاهان باغی است که مهمترین آنها افزایش عملکرد اندام دارویی گیاه در واحد سطح می‌باشد. امکان مکانیزاسیون نیز از اهداف مهم اصلاحی است چرا که در حال حاضر سیستم‌های کشت اکثر گیاهان دارویی نیازمند نیروی کار بالایی می‌باشند که باید با اصلاح این گیاهان برای سهولت مکانیزاسیون و نیز طراحی دستگاه‌های مناسب، امکان تولید صنعتی آنها را فراهم نمود. در گام‌های بعدی چنانچه و تنها در صورتی که مقاومت به تنش‌های محیطی هم‌جهت با تزاید کیفیت مواد موثره گیاه باشد، می‌توان اصلاح برای مقاومت به تنش‌ها جهت توسعه کشت گیاهان دارویی در زمین‌های کم بهره تحت تنش را مد نظر قرار داد.

به نظرجنابعالی با توجه به شرایط موجود کشور، اهلی کردن گیاهان دارویی اولویت بیشتری دارد یا اصلاح آنها؟

برای پاسخ به این سوال باید گیاهان هدف را دسته‌بندی نمود.

تعداد زیادی از گیاهان تحت کشت ارقام اصلاح‌شده وارداتی هستند که در کشورهای متعدد دیگری این کار انجام شده است برای مثال رقم توپاز گل راعی امروزه در بسیاری از کشورها شناخته شده و کشت می‌شود. بنابراین باید به این مقوله هم نظر مثبت داشت و البته باید هویت و همگنی بذر این ارقام اصلاح شده در موسسه یا شرکت‌های خاصی بطور مداوم حفظ شود در غیر اینصورت بتدریج در اثر تفرق ایجاد شده و ناخالصی‌هایی که ممکن است افزوده شود، کیفیت آنها کاهش خواهد یافت.

گروه دیگر گیاهانی هستند که ارقام اصلاح شده آنها موجود است ولی منابع ژنتیکی مرغوبی نیز در کشور وجود دارد از جمله ماریتیغال، بابونه، رازیانه، گشنیز و ... که در مورد این گیاهان باید در برنامه اصلاحی مناسب ویژگی‌های مطلوب جمعیت‌های بومی را مورد بهره‌برداری قرار داد. و نهایتا گیاهان بومی خودرو که در حال حاضر از طبیعت بهره‌برداری می‌شوند و بدلیل نیاز صنعت لازم است که به سیستم کشاورزی وارد شوند. در مورد این گیاهان که اصطلاحا قرار است اهلی شوند، اهلی‌سازی و اصلاح جدایی‌ناپذیر هستند. اگر به اهداف اصلاحی ذکر شده دقت کنیم این امر کاملا روشن می‌شود. گیاه اهلی‌شده باید از نظر طیف ترکیبات شیمیایی مد نظر صنایع دارویی باشد، همین طور از ویژگی‌های رشدی و

عملکردی مناسب برخوردار بوده و قادر به رقابت با محصولات رایج منطقه باشد تا کشاورزان را به کشت آن ترغیب نماید. بنابراین الزاما برای رسیدن به این اهداف در فرایند اهلی‌سازی باید ابتدا اصلاح، هر چند به ساده‌ترین روش از جمله انتخاب کلون را مد نظر قرار داد. گیاهانی که قرار است اهلی شوند عمدتا در ۲ گروه قرار می‌گیرند: ۱) گیاهانی که در مناطق اکولوژیک متنوع گسترده‌اند (گیاهان Eury)، که این گیاهان بدلیل تطابق‌پذیری، استقرار اولیه خوبی نیز در سیستم کشاورزی دارند ولی بطور معمول جمعیت‌های رویش‌یافته در مناطق اکولوژیک مختلف از نظر شیمیایی دارای کموتیپ‌های متنوع هستند و باید کموتیپ مناسب صنعت ابتدا انتخاب و به کشت وارد شود. مثال این مورد آویشن شیرازی است که دارای کموتیپ‌های تیمول، کارواکرول و لینالول در بین جمعیت‌های خودرو است و بسته به هدف صنعت باید یکی را انتخاب نمود. در این گروه گیاهانی هم هستند چون مورد (*Myrtus communis*) که اگرچه تنوع شیمیایی بالایی ندارند اما بازده ماده موثره و میزان رشد و عملکرد جمعیت‌ها متنوع است و باید پربازده ترین‌ها را انتخاب و به کشت وارد کرد.

گروه بعدی گیاهانی هستند که نیازهای اکولوژیکی خاص دارند و عمدتا دارای پراکنش محدود جغرافیایی هستند (گیاهان *Steno*). این گیاهان حتی استقرار اولیه شان در کشت به سختی انجام می‌شود و ضمن انتخاب مکان مناسب کشت اولیه، سلکسیون طبیعی شدیدی در مزرعه اتفاق می‌افتد. در این گروه نیز علاوه بر سلکسیون طبیعی باید سلکسیون هدفمند جهت تامین اهداف صنعت و سیستم کشت انجام شود. بطور کلی ابتدا در مورد هر دو گروه باید با بررسی عمیق منابع ژنتیکی موجود مواد ژنتیکی مناسب را انتخاب و فرایند اهلی‌سازی را بوسیله آنها انجام داد. این امر تاثیر خیلی زیادی در موفقیت فرایند و کارایی آن دارد. فقط تصور کنید یک جمعیت آویشن دنایی با ۲ درصد اسانس انتخاب و پس از ۵ سال یا بیشتر کار اصلاحی بازده اسانس به ۳ درصد برسد در حالی که در گوشه‌ای از این سرزمین جمعیتی وجود دارد که دارای بیش از ۵ درصد اسانس است!!

کدام موسسات و دانشگاه‌ها در دنیا در مقوله اصلاح گیاهان دارویی پیشتاز هستند؟ بیشتر بر روی کدام گیاهان دارویی تمرکز دارند؟

مجارستان، آلمان، اتریش و ایتالیا از کشورهای پیشرو در زمینه اصلاح گیاهان دارویی هستند و عمده ارقام موجود، در این کشورها بدست آمده اند. فرانسه در زمینه گیاهان عطری پیشرفت‌های خوبی داشته است. در هند نیز موسسه CIMAP تعداد زیادی از ارقام تحت کشت در این کشور را اصلاح و معرفی نموده است. با این حال سایر

کشورها به فراخور، ارقامی از گیاهان بومی خود معرفی کرده‌اند. موسسه LfL در ایالت بایرن آلمان تحقیقات گسترده‌ای در زمینه اصلاح گیاهان دارویی دارد. شرکت PHARMASAAT نیز از شرکت‌های مطرح در این زمینه است. با این حال تعداد موسسات و دانشگاه‌ها محدود ولی فعالیت آنها خیلی متمرکز و هدفمند انجام می‌شود.

در ارتباط با بخش دوم سوال، واقعا این گونه نیست که ذکر کنیم روی چه گیاهانی فعالیت دارند! آنها کاملا بر اساس نیاز صنعت و روی هر گیاهی که در صنعت استفاده شود و تقاضا داشته باشد کار می‌کنند. برای مثال با اینکه ارقام متنوعی از بابونه آلمانی وجود دارد، در حال حاضر پروژه‌ای جهت دستیابی به رقم جدید با طیف ترکیبات متفاوت (عمدتا فلاونوئیدهای آپی‌ژنین و ...) در حال انجام است و به وسیله صنعت حمایت می‌شود. روی گیاهان جدید چون *Arnica montana* برنامه اهلی‌سازی و اصلاح دارند و در مورد گیاهانی چون مریم گلی، آویشن، سنبل الطیب و از این قبیل که سطح زیر کشت گسترده‌ای در جهان دارند، فرایند اصلاح آنها می‌توان گفت که هرگز متوقف نشده و همواره برای رسیدن به ارقام بهتر تلاش شده است برای مثال اخیرا رقم جدید *Phasa* از رقم قبلی *Extrakta* برای گیاه *Salvia officinalis* معرفی شده است که دارای عملکرد و بازده اسانس بالاتری است.

برخی از ارقام اصلاح شده گیاهان دارویی را که در دنیا در صنعت تولید گیاهان دارویی مورد توجه هستند را جهت آشنایی خوانندگان محترم معرفی بفرمایید.

برای گونه‌های مختلف ارقام متنوعی وجود دارد که باید با توجه به طیف ترکیبات، سازگاری و عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. در مورد آویشن باغی ارقام *Deutscher Winter* و *Varico* از انواع شناخته شده هستند. برای بابونه ارقام *Bodegold* و *Goral*، برای بادرنجبویه ارقام *Citrata* و *Lemona* و برای گل راعی ارقام *Topaz* و *Taubertal* را می‌توان نام برد.

ارقام اصلاح شده گیاهان دارویی تاچه اندازه می‌توانند در ارتقاء کمی وکیفی صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی نقش داشته باشند؟

به این سوال به نوعی در قسمت‌های قبل پاسخ داده شد. ارقام مرغوب و همگن از نظر مواد موثره تضمین‌کننده کیفیت فراورده نهایی تولید شده خواهند بود. متاسفانه استفاده از مواد نامرغوب در برخی فراورده‌ها منجر به موثر نبودن دارو شده که این امر در دراز مدت آسیب جدی به باور جامعه نسبت به داروهای گیاهی خواهد زد. یک مثال ساده آویشن شیرازی است. اگر دارویی برای

درمان سرفه تولید می‌شود حتما باید از کموتیپ تیمول این گیاه تولید شود در غیر اینصورت به این منظور موثر نخواهد بود. امروزه در صنعت دارویی ما بیشتر نام گیاه را می‌شناسند و واژه کموتیپ که اهمیت بالایی دارد، چندان شناخته شده نیست.

آینده اصلاح گیاهان دارویی به کدامین رویکرد در حال جهت دهی است؟ روش‌های اصلاح کلاسیک در آینده جایگاهی خواهند داشت؟

اغلب ارقام موجود از ساده‌ترین روش‌های اصلاحی بوجود آمده‌اند. در آینده نیز با توجه به تنوع بالای منابع ژنتیکی این گیاهان بویژه در مورد گیاهان جدید این روش‌ها کارساز خواهند بود. با گسترش سطح زیرکشت این گیاهان و افزایش گردش مالی ناشی از تولید آنها، استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر مانند روش‌های تولید ارقام هیبرید و همچنین استفاده از تکنیک‌های مولکولی جهت پیشبرد برنامه اصلاحی این گیاهان توجیه‌پذیر خواهد بود. چنانکه چنین فعالیت‌هایی در حال حاضر در مورد گیاهانی چون آویشن باغی، بابونه آلمانی و سنبل الطیب در حال انجام است.

آیا در کشورمان تاکنون رقم اصلاح‌شده یک گیاه دارویی توسط دانشگاه‌ها یا مراکز پژوهشی معرفی شده است؟ تاکنون چقدر در اصلاح گیاهان دارویی موفقیت داشته‌ایم؟

تا آنجا که من اطلاع دارم تاکنون هیچ رقم اصلاح شده‌ای معرفی نشده است. علی‌رغم منابع عظیم ژنتیکی که همه جا صحبت از آن است، تا کنون هیچ بهره‌برداری منجر به محصول که مورد استفاده صنعت واقع شود از این منابع بعمل نیامده است. علی‌رغم اینکه هر ساله گونه‌های جدید دارویی در دنیا معرفی و به سیستم کشت وارد می‌شوند و برخی از آنها به کشور ما نیز وارد شده، ما در معرفی گونه‌های جدید موفقیتی نداشته‌ایم و همچنان به دستاوردهای نیاکانمان در کشت زعفران، زیره و ... می‌بالیم!

علی‌رغم فعالیت‌های گسترده اصلاحی عمدتا منجر به محصول (رقم) که در تعداد معدودی موسسه یا دانشگاه بویژه در اروپا انجام می‌شود، در کشور ما در تعداد زیادی از موسسات فعالیت‌های سطحی، عمدتا تنها در مرحله ارزیابی ژرم پلاسم، بدون هدف و برنامه و بدون توجه به نیاز صنعت، انجام می‌شود و به همین دلیل تا کنون به نتیجه‌ای نرسیده است! نگاه کوتاه به آنچه در موسسه CIMAPهند اتفاق می‌افتد، تاسف شما را بر می‌انگیزد که چرا!...

البته مشکلی مهمی که وجود دارد اینکه شرکت‌های دارویی ما هم هنوز نگرش درستی نسبت به مواد اولیه گیاهی و بویژه اصلاح آنها

ندارند در حالیکه در بسیاری از کشورها پروژه‌های اصلاحی مستقیما توسط این شرکت‌ها انجام یا حمایت می‌شود.

در کشور ما اگرچه در سال‌های اخیر مقوله کشت و اهلی‌سازی گیاهان دارویی مورد توجه قرار گرفته، اما متأسفانه مواردی از تحقیقات هدفمند براساس روش‌های علمی که به تولید ارقام مناسب و همچنین دستورالعمل‌های کشت تجاری از گیاهان بومی ایران منجر شده باشد، کمتر وجود دارد که باید برنامه‌ریزی‌های لازم برای معرفی گیاهان جدید به فلور گیاهان دارویی تحت کشت در جهان صورت گیرد.

به نظر شما چنانچه موسسه‌ای در کشور بخواهد بر روی اصلاح یک گیاه دارویی پژوهشی را آغازکند، کدام گیاهان در اولویت باید قرارگیرند؟

با توجه به اینکه پروژه‌های اصلاحی بویژه در مورد گیاهان دارویی هزینه بالایی دارند، انتخاب گونه باید با دقت و کاملا هدفمند انجام شود. برای مثال آیا باید روی همه گونه‌های آویشن و مرزه بومی ایران برنامه اهلی‌سازی و اصلاح گذاشت؟ مسلما خیر! بلکه دقیقا بسته به نیاز صنعت از نظر کموتیپ باید یکی از آنها انتخاب و برای ویژگی‌های تولیدی هم اصلاح شود. به همین دلیل باید گونه‌هایی که در حال حاضر مورد استفاده صنعت هستند ردیابی، اهلی و اصلاح شوند چون آویشن شیرازی، آویشن دنایی، کرفس کوهی، چویل، مشکک و گاو زبان ایرانی که در مورد اکثرشان می‌توان در شروع از طریق انتخاب و تکثیر کلون عمل کرد.

در برخی از کشورها امروزه قانون‌هایی در ارتباط با (قابلیت ردیابی مواد گیاهی تا منشأ) وضع شده که به موجب آن شرکت‌های فعال در زمینه تولید داروها و سایر فرآورده‌های مرتبط با گیاهان دارویی، باید تنها مواد گیاهی را استفاده کنند که دارای منشأ مشخص باشند و به این وسیله برداشت از طبیعت را تحت کنترل در می‌آورند. در حالی که مواد اولیه تعداد زیادی از داروهای گیاهی در کشور ما تنها از طبیعت برداشت می‌شوند، شاید اجرای چنین قانون‌هایی به تشویق شرکت‌های داخلی برای مشارکت در برنامه‌های اهلی‌سازی و کشت و جلوگیری از بهره‌کشی از طبیعت و تهدید ذخایر ژنتیکی منجر شود.

علاوه بر نیاز داخل، تنوع اقلیمی و گیاهی زمینه مساعدی را برای صادرات مواد گیاهی فراهم کرده است. در این ارتباط نعناع‌های ایران، ترخون، پنیرک، گل محمدی، شیرین بیان، گشنیز، رازیانه، زیره سبز، بابونه، ماریتیغال و ... در اولویت‌اند. همچنین به نظر من حفظ و تکثیر ارقام موجود گیاهان دارویی نیز از اولویت‌هایی است که باید مد نظر قرار گیرد.

در ارتباط با فعالیت‌های خودتان در زمینه اصلاح گیاهان دارویی مختصرا توضیح دهید؟

ما در گروه کشاورزی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی از ٦ سال پیش تعدادی گیاه را به عنوان هدف انتخاب و برنامه اصلاحی روی آنها را آغاز نمودیم. پروژه اهلی‌سازی و اصلاح دو گونه مرزه خوزستانی و مرزه رشینگری به سفارش و حمایت شرکت داروسازی خرمان در سال ۸۷ آغاز شد. با برنامه غربالگری ژرم‌پلاسم خوشبختانه کلون‌های مرغوبی از این گیاه تهیه و زیر کشت رفت. همچنین برنامه تولید رقم سینتتیک این گیاه در حال انجام است. پروژه دیگری بطور مشابه روی آویشن دنایی انجام شده است که کلون‌های مرغوب با بیش از ۵ درصد اسانس تهیه و اصلاح رقم بذری آن نیز جهت کشت دیم این گیاه در حال انجام است. برنامه‌ی سلکسیون روی گیاه با ارزش ترخون در حال انجام است که جمعیت‌ها پررشد و با بازده اسانس بالا شناسایی شده است و در حال حاضر شناسایی مقاومت به زنگ و سفیدک سطحی که در کشت تجاری این گیاه خسارت بالایی می‌زنند، در حال انجام است. اخیرا برنامه اصلاحی پنیرک خبازی که ارزش صادراتی بالایی دارد، جهت دستیابی به رقم پرگل، گل درشت، دوره گلدهی طولانی و غنی از آنتوسیانین آغاز شده است. امیدواریم در آینده نزدیک از طریق جمع‌آوری و ارزیابی نعناع‌های ایران بویژه از نظر خواص کیفی ادویه‌ای، انواع مطلوب بازار ادویه‌ای را شناسایی و زمینه تولید و صادرات آن را فراهم کنیم.

آشنایی با تعدادی از شرکت‌های خارجی فروشندهٔ بذرهای گیاهان دارویی

یکی از مهمترین مسائل مرتبط با بحث تولید زراعی و کشت گیاهان دارویی، تهیه بذرهای استاندارد و اصلاح شده این گیاهان است. بی شک بذری که از نظر تولید مواد مؤثره در سطح استاندارد و قابل قبول نباشد، نخواهد توانست درآمدزایی و سود مناسبی را نصیب کشاورز و شرکت‌های کشت و صنعت نموده و منجر به عدم سوددهی اقتصادی صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی خواهد شد. مسأله‌ای که می‌تواند در بازار رقابت شدید جهانی، یک کشور را به سودآوری بالای اقتصادی از نظر گیاهان دارویی رسانده و یا برعکس منجر به عقب افتادگی آن در کشور شود. با توجه به اینکه هنوز در کشور ما بذر اصلاح شده گیاهان دارویی به معنای دقیق آن وجود ندارد، لازم است تا شرکت‌های تولید بذر، محققین و متخصصین اصلاح‌نباتات در این راستا قدم‌های اساسی بردارند. لیکن تا زمان دستیابی به بذرهای اصلاح‌شده بومی، خرید بذرهای اصلاح شده خارجی می‌تواند راهکار مناسبی جهت تولید گیاهان دارویی استاندارد از نظر مقدار مواد مؤثره و سایر فاکتورهای مهم فیزیکی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی باشد. در زیر، لیست تعدادی از مهمترین شرکت‌های خارجی تولیدکننده بذرهای اصلاح شده گیاهان دارویی را به همراه آدرس و بسایت آنها ملاحظه می‌فرمایید. البته شایان ذکر است که برخی از این شرکت‌ها تنها در مورد ارائه بذور چند گیاه دارویی خاص فعالیت می‌کنند و برخی دیگر نظیر Pharmasaat مجموعه کامل‌تری را دارند.

پیام طالبی
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

ردیف	نام شرکت/موسسه	آدرس اینترنتی/ پستی
1	Adianth Trading Company	www.adinathherbs.com
2	All rare herbs	www.allrareherbs.com.au
3	Bruno Nebelung GmbH & Co	www.nebelung.de
4	Burpee	www.burpee.com
5	C N Seeds	www.cnseeds.co.uk
6	Carl Sperling & Co	www.sperll-samen.de
7	Companion plants	www.companionplants.com
8	Crimson sage – Medicinal Plants Nursery	www.crimson-sage.com
9	Delley Seeds and Plants	www.swissem.ch
10	Digital Raingardens	www.raingardens.com
11	ED HUME	www.humeseeds.com
12	Eden Brothers	www.edenbrothers.com
13	Eric Schweizer Samen	www.schweizerseeds.ch
14	Exotic Plants	www.exotic-plants.de
15	Exotic plants and seeds rarities online	www.exoga.de
16	Garden Medicinals and Culinaries	www.gardenmedicinals.com
17	Gourmet Seed Company	www.gourmetseed.com
18	Harris Seeds Company	www.harrisseeds.com
19	Heirloom Organics Company	www.non-hybrid-seeds.com
20	Heirloom seeds	www.heirloomseeds.com
21	Herbiseed	www.herbiseed.com
22	Hild Samen	www.hildsamen.de/
23	Horizon Herbs	www.horizonherbs.com
24	Horticultural Impex	www.ehorticulture.com
25	Ingenoli	www.ingenoli.com
26	Jelitto	www.jelitto.com
27	JuliWa	www.juliwa-hesa.de
28	Kieft Seeds Holland	www.kieftseeds.com
29	KPR	www.kpr.eu
30	Daehnfeldt	www.daehnfeldt.com
31	Medicinal herb plants	www.medicinalherbplants.com
32	Medicinal plants and seeds	www.samen-online.com
33	Mountain Rose Herbs Company	www.mountainroseherbs.com
34	N.L. Chrestensen	www.chrestensen.de
35	Nature’s garden seed Company	www.naturesgardenseed.com
36	Nicky’s nursery	www.nickys-nursery.co.uk
37	Organica Seed Company	www.organicaseedco.com
38	Pagano Constantino	www.paganoconstantino.it
39	Pharmaplant	www.pharmaplant.de

40	Pharmasaat	www.pharmasaat.de
41	Plant World Seeds Company	www.plant-world-seeds.com
42	Pleasance Herb Seeds	www.pleasanceherbs.com.au
43	Richters Herbs	www.richters.com
44	Rieger-Hofmann GmbH	www.rieger-hofmann.de
45	Rivers Source Botanicals	www.riverssourcebotanicals.com
46	S.A.I.S	www.saissementi.it
47	Saatbau Linz	www.saatbaulinz.at
48	Sacred seed	www.sacredseed.com
49	Salt Spring Seeds	www.saltspringseeds.com
50	Sand mountain herbs	www.sandmountainherbs.com
51	Seed Man	www.seedman.com
52	Seed Savers Exchange	www.seedsavers.org
53	Seed sellers	www.seedsellers.com
54	Seeds now	www.seedsnow.com
55	Seeds of Change Company	www.seedsofchange.com
56	Sementi Dotto	www.sementidotto.it
57	Sheffield’s Seed Company	www.sheffields.com
58	Silver hill seeds	www.silverhillseeds.co.za
59	Suresh Forestry Network	www.treeseedsindia.com
60	Tropical Rainforest Medicinal Seeds	www.tropilab.com
61	Wild Garden Seed	www.wildgardenseed.com
62	ZENO Projekte	www.zenoprojekte.at
63	Zorzi Girolamo Sementi	www.zorzisementi.it
64	Zziggysgal High Quality Seeds	www.zziggysgal.com

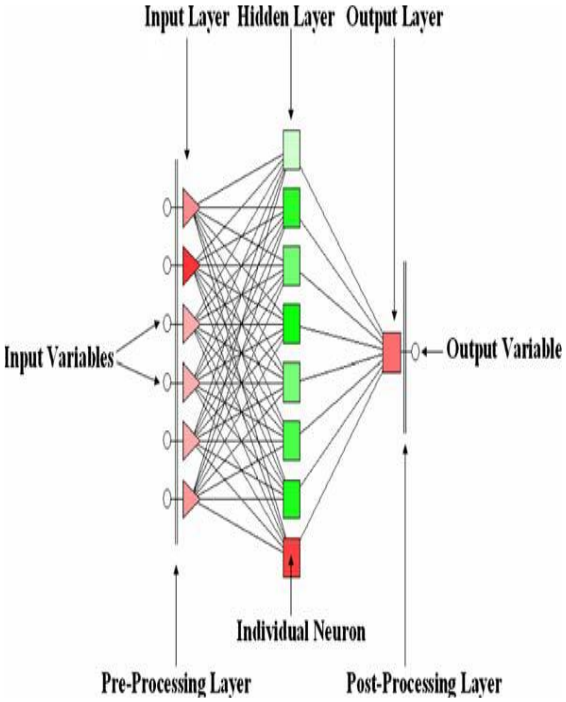
شبکه‌های عصبی مصنوعی در به‌نژادی گیاهی

به عقیده بسیاری از متخصصین اصلاح نباتات، یکی از مهمترین فعالیت‌ها در برنامه‌های اصلاحی گیاهان، انتخاب است و کارآیی آن به مقدار زیادی بستگی به تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت و وراثت‌پذیری صفت مورد مطالعه دارد. انتخاب در صفاتی که وراثت‌پذیری بالا دارند نسبت به صفاتی که وراثت‌پذیری آنها پایین است، مؤثرتر است. انتخاب مستقیم برای اصلاح عملکرد چندان مؤثر نبوده و در اینگونه موارد با استفاده از برخی تکنیک‌های آماری می‌توان اطلاعات لازم را برای انتخاب غیرمستقیم صفات جهت اصلاح عملکرد به دست آورد.

یکی از مهمترین کاربردهای روش‌های آماری، شناسایی الگو، طبقه‌بندی و پیش‌بینی بر اساس واقعیت‌ها و اطلاعات در دسترس از یک موضوع خاص است. روش‌های آماری که برای مدل‌سازی روابط بین متغیرها به کار می‌رود دارای تعدادی پیش‌فرض و محدودیت است. این پیش‌فرض‌ها شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها، عدم هم‌خطی، یکسان بودن واریانس خطاها و موارد دیگری است و در صورت فقدان این شرایط بکارگیری این مدل‌ها امکان‌پذیر نبوده و یا با خطای قابل توجهی همراه است. به علاوه، هیچ‌یک از این روش‌ها قابلیت مدل‌بندی روابط پیچیده‌ی غیرخطی و اثر متقابل درجه‌ی بالا را ندارند. حساس بودن بیشتر این مدل‌ها به مشاهده‌های گمشده و داده‌های پرت از دیگر محدودیت‌های این روش‌ها به شمار می‌آید. بنابراین به روش‌هایی با محدودیت‌ها و فروض کمتر نیاز می‌باشد و یکی از این روش‌ها شبکه‌های عصبی مصنوعی است. شبکه عصبی هیچ فرض اولیه‌ای برای توزیع داده‌ها تحمیل نمی‌کند، همچنین هیچ محدودیتی برای شکل تابعی رابطه‌ی بین متغیرهای مستقل و وابسته اعمال نمی‌کند بلکه شبکه عصبی خود این رابطه‌ی تابعی را کشف می‌کند، که لزوما این رابطه، یک رابطه خطی نیست. از دیگر مزایای شبکه عصبی مصنوعی این است که در آن اطلاعات به صورت ضمنی پردازش می‌شوند. بر این اساس، چنانچه بخشی از سلول‌های شبکه حذف شوند یا عملکرد غلط داشته باشند باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد.

مبحث شبکه عصبی مصنوعی مربوط به شبیه‌سازی قوه‌ی یادگیری در انسان و پیاده‌سازی آن به صورت الگوریتم‌های کامپیوتری است. شبکه‌های عصبی یکی از پویاترین حوزه‌های پژوهش در دوران معاصر می‌باشد که افراد متعددی از رشته‌های گوناگون علمی را به خود جلب کرده است. فلسفه اصلی محاسبه‌های

شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل‌سازی عمده‌ی ویژگی‌های مغز و نحوه عملکرد آن در جهت ساخت مدل‌هایی است که بتواند ویژگی‌های مفید مغز را حتی الامکان از خود بروز دهد. این شبکه‌ها از یک لایه ورودی و یک لایه خروجی و یک یا چند لایه میانی که اصطلاحا لایه مخفی نیز نامیده می‌شوند، تشکیل شده‌اند. زمانی که ورودی‌های مساله از طریق لایه ورودی به شبکه داده می‌شوند، در وزن اتصال‌های بین لایه ورودی و لایه بعد ضرب شده و به سلول‌های لایه بعدی منتقل می‌شوند. در لایه بعدی تمام ورودی‌هایی که به هر نرون وارد می‌شوند باهم جمع می‌شوند و بعضی اوقات مقدار ثابتی به نام بایاس به آن اضافه می‌گردد. مجموع بدست آمده همان ورودی خالص نرون می‌باشد. سپس ورودی خاص نرون از تابعی به نام تابع فعالیت در نرون مورد نظر می‌گذرد تا خروجی نرون بدست آید. در نهایت مقادیری که از سلول‌های لایه آخر بدست می‌آید، بردار خروجی را تشکیل می‌دهد. اولین قدم در ساخت یک مدل شبکه عصبی مصنوعی، انتخاب نوع شبکه و نوع الگوریتم آموزش می‌باشد. شبکه پرسپترون چند لایه (Multilayer Perceptron) و الگوریتم یادگیری (Back Propagation) یکی از مدل‌های پراستفاده می‌باشد که در آن نرون‌ها در لایه‌های موازی قرار گرفته‌اند، بطوریکه سلول‌های هر لایه با تمام سلول‌های لایه بعدی رابطه دارند.



ساختار یک مدل شبکه پرسپترون چند لایه (MLP)

امیر قلی‌زاده
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

مهندسی متابولیک

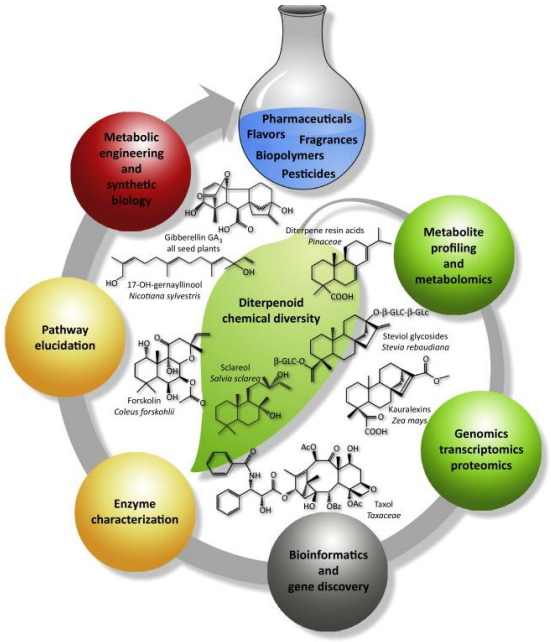
از توانایی تغییر DNA ژنومی ریشه‌های مویین به واسطه Ri پلاسمید مهندسی‌شده آگروباکتریوم، استفاده گسترده‌ای در افزایش متابولیت‌های ثانویه شده است. ترانسفورماسیون به واسطه آگروباکتریوم این مزیت را داراست که با قرار دادن هر ژن خارجی مورد علاقه در یک وکتور دوگانه، بتوان آن را به کلون‌های ریشه مویین تراریخت انتقال داد. به طور کلی استراتژی های مختلفی در مهندسی متابولیک برای بهبود تولید به کار برده می‌شود که برخی از آن‌ها عبارتند از:

– افزایش تعداد سلول‌های تولیدکننده

– افزایش جریان کربن یک مسیر بیوسنتیک از طریق افزایش بیان ژن‌های کدکننده برای آنزیم‌های محدودکننده سرعت و یا بلوکه کردن مکانسیم بازدارنده پس‌خوری و مسیرهای رقابتی

– کاهش کاتابولیسم

مهندسی متابولیک ممکن است به صورت تک مرحله یا دو مرحله انجام شود. در مهندسی تک مرحله، جهت افزایش فعالیت آنزیم از تشدید بیان ژن مورد نظر یا وارد نمودن ژن هترولوگوس می‌توان بر یک مرحله محدودکننده سرعت، غلبه نمود. خاموش نمودن مسیرهای رقابتی و کاهش کاتابولیسم فرآورده مطلوب نیز ممکن است مد نظر قرار گیرد. آنزیم هترولوگوس ممکن است که ویژگی‌های بسیار مطلوب مانند عدم ممانعت پس‌خوری توسط محصولات پایین‌دست یا تمایل بیشتر به سوبسترا را نشان دهد.



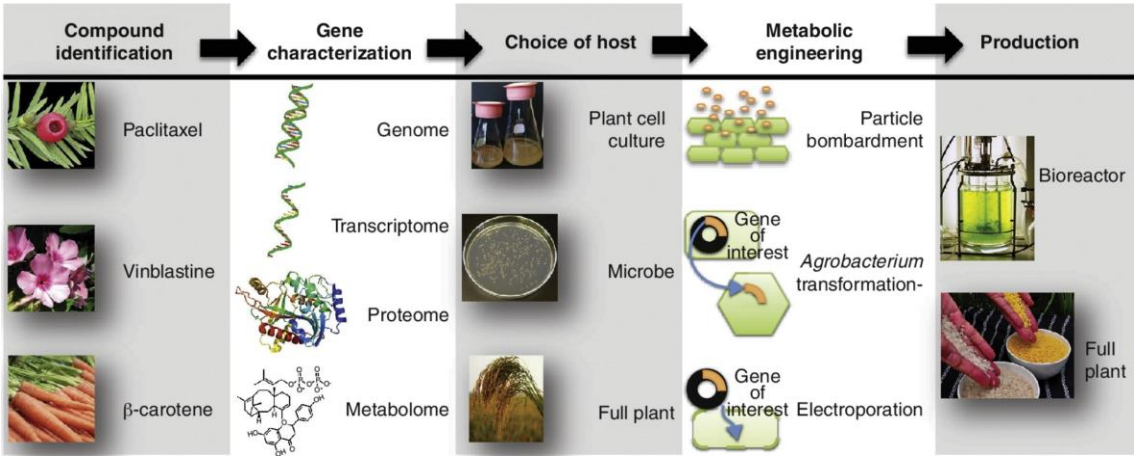
محققین در تحقیقی با بیان بیش از حد ژن *h6h* در ریشه های مویین *H. muticus* موفق به تولید کلون‌های تراریختی شدند که میزان تولید در آنها ۱۰۰ برابر بیش‌تر از شاهد بود. علاوه بر گزارش‌هایی که در مورد مهندسی تک‌مرحله *h6h* وجود دارد، مواردی نیز از مهندسی متابولیک این ژن به همراه سایر ژن‌های مسیر بیوسنتز تروپان آلکالوئیدها به صورت دو مرحله‌ای وجود دارد.

گیاهان تراریخت با بیان بالای دو ژن *PMT* و *h6h* مسیر بیوسنتز تروپان آلکالوئیدها قادر به تولید میزان زیادی اسکوپولامین (٤١١ میلی‌گرم در لیتر) بودند که این رقم بیشترین میزان اسکوپولامینی

است که تا کنون توسط یک گیاه مهندسی‌شده به دست آمده است.

یکی دیگر از موارد مورد توجه در زمینه مهندسی متابولیک، بیوترانسفورماسیون (تبدیلات بیوشیمیایی) می‌باشد. بیوترانسفورماسیون، استفاده از پتانسیل آنزیمی یک موجود جهت تبدیل ماده‌ای کم ارزش به ماده ارزشمند دیگر است. این پتانسیل آنزیمی ممکن است به خودی خود در

مویین توتون حاوی ژن *h6h* دریافتی از *H. niger* قادر به جذب حدود ۹۵ درصد از هیوسیامین وارد شده به محیط کشت و تبدیل زیستی ۴۵-۱۰ درصد آن به اسکوپولامین بودند بنابراین بیوترانسفورماسیون می‌تواند در تبدیل هیوسیامین به اسکوپولامین که متابولیت ارزشمندتری می‌باشد نقش شایان توجهی داشته باشد.



یک ارگانیسم موجود باشد یا اینکه هدیه مهندسی متابولیک به واسطه انتقال یک مسیر متابولیک کامل یا تعدادی از مراحل آن در آن وجود داشته باشد. طی پژوهشی به برگ‌های گیاه تراریخت *N. tabacum* حاوی دو ژن *tr1* و *h6h* هیوسیامین داده شد و همان طور که انتظار می‌رفت از هیوسیامین خارجی داده شده توانستند فرآورده واکنش H6H را تولید کنند. کشت‌های ریشه

سیامک فرهادی
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

مهندسی ژنتیک به صورت طبیعی در طبیعت اتفاق می‌افتد!!!!!!!

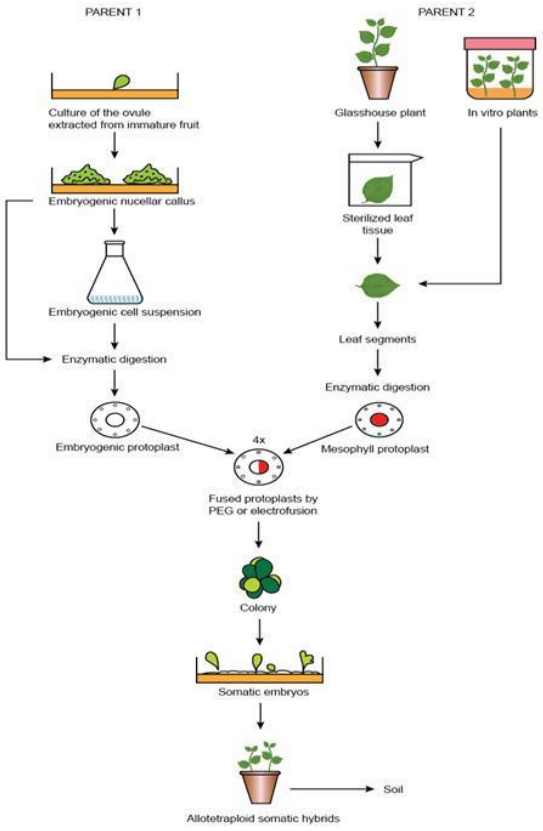
نتایج یک تحقیق جدید نشان می‌دهد که گیاهان تراریخته به صورت عادی نیز در طبیعت تولید شده و مورد استفاده انسان قرار گرفته‌اند. نتایج یک تحقیق علمی جدید که در سال ۲۰۱۵ میلادی در شماره ۱۱۲ مجله علمی بسیار معتبر PNAS منتشر شده است، نشان می‌دهد که گیاه سیب‌زمینی شیرین یک گیاه تراریخته است که حدود هشت هزار سال قبل از طریق انتقال یک ژن از یک باکتری خاکزی موسوم به باکتری آگروباکتریوم در طبیعت تراریخته شده است. انتقال این ژن از باکتری به گیاه که در شرایط طبیعی روی داده، باعث شده است که ریشه این گیاه متورم و بزرگ شده و بدین ترتیب غده‌های خوشمزه‌ای به وجود بیاید که هزاران سال است در سبد غذایی انسان در سرتاسر جهان قرار دارد. ژنی که از باکتری به گیاه منتقل شده است، نوعی هورمون رشد در گیاه تولید می‌کند که منجر به بزرگ شدن ریشه گیاه می‌شود. این کشف از طریق مقایسه رمز ژنتیکی گیاه سیب زمینی شیرین با رمز ژنتیکی باکتری حاصل شده است. کشف رمز ژنتیکی روشی نسبتاً جدید است که در آن توالی تمام رمز ژنتیکی موجود در DNA یک موجود مانند باکتری و سیب زمینی شیرین به دست آمده و در رایانه ها ذخیره می شود. گفتنی است که پیش از این برخی از افراد به القای این شبهه پرداخته بودند که انتقال ژن از باکتری به گیاه هرگز در طبیعت رخ نمی‌دهد و با این فرضیه غیر علمی خود نتیجه‌گیری می‌کردند که فرایند مهندسی ژنتیک، یک فرایند غیر طبیعی است! دانشمندان و متخصصان مهندسی ژنتیک حتی قبل از انتشار نتایج این مطالعه نیز اعلام کرده بودند که فرایند مهندسی ژنتیک، یک فرایند طبیعی است که با تقلید از آنچه در طبیعت روی می‌دهد و در جهت منافع بشر در آزمایشگاه و با پیشرفته‌ترین فناوری زیستی در اختیار بشر انجام می‌گیرد و بشر با این ابزار در واقع سرعت تولید محصولات طبیعی را بیشتر می‌کند. نتیجه این مطالعه که به روشنی ثابت کرده است که فرایند انتقال ژن و مهندسی ژنتیک در طبیعت هم روی می‌دهد، خط بطلانی بر ذهنیت‌ها و پیش فرض‌های غیر علمی این فناوری هراسان خواهد بود.

فرشاد داوودی
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

هیبریداسیون سوماتیکی

تکنیک تولید هیبرید از طریق امتزاج پروتوپلاست‌های جداسازی شده در شرایط آزمایشگاهی و سپس رشد و نمو هتروکاریون را هیبریداسیون سوماتیکی گویند. این تکنیک موقعیتی جهت تولید هیبرید بین گیاهانی که از نظر تاکسونومیک دور از هم بوده و امکان تلاقی جنسی بین آنها وجود ندارد، ایجاد می‌کند به نحوی که ما را قادر به تولید گیاهانی با محتوای ژنتیکی هسته ای – سیتوپلاسمی جدید می‌نماید.

گونه گیاهی *Hyoscyamus muticus* یکی از منابع مهم آلکالوئیدهای تروپانی است، اما به پاتوژن‌های مختلف از جمله شته‌ها و ویروس‌ها حساس بوده که سبب کاهش عملکرد آن می‌شود. از طرفی *H. albus* خصوصیات زراعی مطلوبی داشته که سبب برطرف شدن چنین حساسیت‌هایی می‌شود و از طرفی میزان اسکوپولامین بیشتری در ریشه سنتز می‌کند. هیبریداسیون و به دنبال آن گزینش، ابزاری جدید برای توسعه گیاهانی با قابلیت بیوسنتزی بهتر نسبت به والدین معرفی می‌دارد. با توجه با ناسازگاری جنسی بین این دو گونه، طی پژوهشی از هیبریداسیون سوماتیک بین یک موتانت *H. muticus* فاقد کلروفیل و *H. albus* وحشی جهت ایجاد گیاهی هیبرید با خصوصیات برتر استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که ریشه‌های مویین هیبرید نه تنها رشد بیشتری داشته بلکه آلکالوئیدهای تروپانی بیشتری نیز نسبت به والدین خود تولید می‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت که ترکیب تکنیک‌های مختلف بیوتکنولوژی مانند هیبریداسیون سوماتیک و ریشه‌های مویین منجر به ایجاد سیستم‌های با قابلیت تولید بالا می‌شود.

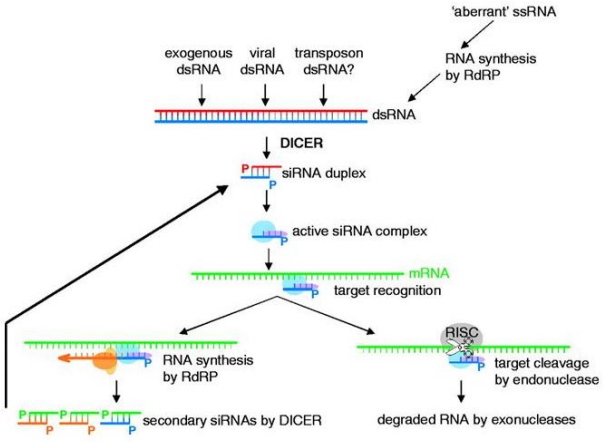


ولی فرضی‌فرد
دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی

خاموش کردن اختصاصی بیان ژن‌ها

با گسترش بیوتکنولوژی مولکولی، نقش noncoding RNAها مورد توجه قرار گرفته است و با شناخت عملکرد بسیار مهم آن‌ها گروه‌های جدید متعددی از آن‌ها شناسایی شده است. امروزه RNAi به عنوان جدیدترین وکارآمدترین ابزار خاموش کردن اختصاصی بیان ژن‌ها در سطح رونویسی و پس از رونویسی شناخته شده است. این سازوکار شامل دو گروه ncRNA با نام‌های siRNA و miRNA می‌باشد که بیان ژن را در سطح پس از رونویسی تنظیم می‌کنند. سازوکار RNAi ابزاری قدرتمند در مطالعه عملکرد ژن‌ها و شناسایی داروهای هدفمند جدید محسوب می‌شود و تکنولوژی نویدبخش برای درمان‌های کاربردی علیه HIV، اختلالات عصبی و سرطان گزارش شده است و محبوبیت این روش به دلیل ویژگی‌هایی مانند سادگی و کم هزینه بودن در مقایسه با دیگر روش‌ها می‌باشد. در گیاهان نیز این فناوری و خاموشی پس از رونویسی برای شناسایی ژن‌های مولد سموم گیاهی و ژن‌های پروتئین‌های خاص استفاده شده است.

در فرآیند بیولوژیکی RNAi، مولکول RNA از طریق مهار mRNA ژن هدف، مانع بیان ژن در سطح پس از رونویسی شده و طی این فرآیند مولکول RNA دو رشته‌ای از بیان ژن معینی جلوگیری می‌کند. این ژن از نظر توالی با RNA دو رشته‌ای همولوگ است.



امروزه کاربرد خاموشی یک ژن در مهندسی ژنتیک گیاهان کمتر از مکانسیم افزایش بیان ژن می‌باشد. دلیل آن نیز می‌تواند تمرکز مطالعات، بیشتر در زمینه ژن‌های مفید یک مسیر بوده و مسیرهای انحرافی از آن ژن کمتر شناسایی شده‌اند.

مرضیه عباسی
دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی

Industrial Crops and Products 94 (2016) 72–81

Contents lists available at ScienceDirect

Industrial Crops and Products

journal homepage: www.elsevier.com/locate/indcrop

Fruit yield, fatty and essential oils content genetics in coriander

Mostafa Khodadadi [a], Hamid Dehghani [a,*], Mokhtar Jalali Javaran [a], Jack T. Christopher [b]

[a] Plant Breeding and Biotechnology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P.O. Box 14115-336, Iran
[b] Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), Leslie Research Facility, The University of Queensland, PO Box 2282, Toowoomba, Qld, 4350, Australia

ARTICLE INFO

Article history:
Received 16 March 2016
Received in revised form 12 August 2016
Accepted 13 August 2016

Keywords:
Coriandrum sativum L
Essential oil
Fatty oil content
Gene action
Water stress

ABSTRACT

Some regions of the world suffers of drought which affects plant behavior regarding biochemical and yield responses. This study aimed to estimate the general and specific combining abilities of coriander (*Coriandrum sativum* L.) by analyzing its fruit yield, essential oil content (EOC) and fatty oil content (FOC). To reach this aim, 15 half-diallel hybrids and their six parents, selected for their different response to water stress in fruit yield, essential oil and fatty oil content were evaluated under well-watered, moderate water-stressed and sever water-stressed conditions in the field and in glasshouse cultivation systems. Fruit yield in the field (FYF) and glasshouse (FYG), percent of de-hulled fruit, percent of hulls, EOC, essential oil yield (EOY), de-hulled fruit fatty oil content (DFFOC), hull fatty oil content (HFOC), fatty oil content (FOC) and fatty oil yield (FOY) were examined. Water treatment (WT), genotype and genotype × WT effects were significant ($P \leq 0.01$) for all measured traits. For FYF, gene action was mostly additive while dominance was more important for FYG. Genotypes gained different EOC and FOC in different WTs. Genetic control of the EOC was affected by water stress and the portion of dominance in gene action increased as water stress progressed leading to completely dominant genetic control of EOC under severe water stress. For FOC and FOY genetic control was governed by dominant and over dominant gene nature in all WTs. Parents including P_1, P_4 and P_6 were indicated as promising hybrid contributors for high EOC, DFFOC and FOY. Similar genetic control mechanisms of the EOC, EOY, FOC and FOY suggests that improvement of essential oil content and fatty oil content could be simultaneously achieved in coriander.
© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The development of new crop products for industrial applications is an area of significant interest both scientifically and environmentally. While methods are being developed for modifying the fatty acid content and composition of oils produced by established crops such as oilseed rape (*Brassica napus* L.) and soybeans (*Glycine max* L.), another approach is to investigate alternative species as potential sources of specialist essential and fatty oils and pharmacological activities. An example of such a crop is coriander (*Coriandrum sativum* L.), a member of the Apiaceae family (Msaada et al., 2009a). Coriander leaves can be used as a herb and the fruits are a source of oils. Coriander fruits produce both fatty oils and essential oils. The fatty oils and essential oils differ in that composition and stability. The fatty oils are extracted by pressing or extraction and the essential oils are extracted by hydrodistillation.

In the case of fatty oils, fruit contain 19–21% fatty oil (triglyceride), of which petroselinic acid (C18:1Δ6) is the main fatty acid (up to 80%) in the fatty oil (Kleiman and Spencer, 1982). Petroselinic acid, an isomer of oleic acid, can potentially be used to manufacture of medium chain fatty acids, since it can be split into lauric (C12:0) and adipic (C6) acids by oxidative cleavage. Lauric acid is utilized as a raw material for softeners, emulsifiers, detergents, and soaps. Adipic acid is used for the manufacture of a wide range of polymers, including high grade engineering plastics. Methyl esters of coriander fatty oil have excellent fuel properties as a result of its unique fatty acid composition. The methyl esters exhibit high oxidative stability, superior low temperature properties, and lower iodine value than soybean oil methyl esters (Moser and Vaughn, 2010). Fatty oil composition of coriander fruit has been well characterized by Ramadan and Mörsel (2002). The fruit oil extraction process affects oil yield. The oil content of whole coriander fruit oil (17.6 ± 0.1%) was reported to be less than de-hulled fruit oil (37.6 ± 0.1%). Because, the hulls absorb a considerable amount of oil (Evangelista et al., 2015).

In the case of essential oils, the fruit contain 0.3–1.2% essential oil, of which 60–70% is linalool, the compound that gives the

* Corresponding author.
E-mail addresses: dehghanr@modares.ac.ir, dehghanr@modares.ac.ir (H. Dehghani).

http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.08.030
0926-6690/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

A Novel Medium for Enhancing Callus Growth of Hazel (*Corylus avellana* L.)

Received: 7 July 2017
Accepted: 1 November 2017
Published online: 15 November 2017

Mina Salehi[1], Ahmad Moieni[1] & Naser Safaie[2]

Paclitaxel is a powerful antimitotic agent with excellent activity against a range of cancers. Hazel has been described as a paclitaxel-producing species among angiosperms. Fast-growing callus is a prerequisite for the success of callus production and then paclitaxel production. Therefore, optimizing the medium culture for enhancing callus growth is a crucial step for paclitaxel production. In this research, Murashige and Skoog (1962) (MS) medium was optimized for improving callus growth of hazel (*Corylus avellana* L.). The M_{10} medium (MS medium with pH 6.0 and supplemented with 1000 mg l^{-1} spirulina powder, 1000 mg l^{-1} casein hydrolysate and 3 g l^{-1} gelrite) significantly improved hazel callus growth. This modified MS medium increased callus fresh weight (55.8%) as compared to the control. M_{10} medium increased fatty acids yield of callus (66.7%) as compared to the control. Liquid M_{10} medium maintained growth over a longer period of time and also increased slightly, the paclitaxel production as compared to the control. This novel medium is promising for facilitating the mass production of hazel callus as a source of valuable metabolites including paclitaxel, linoleic and oleic acids.

Paclitaxel is a powerful antimitotic agent with excellent activity against a range of cancers[1]. The major limitation in the extensive use of this valuable secondary metabolite is its low supply, since *Taxus* spp. contains very low amounts of paclitaxel[2]. Extraction of paclitaxel from this tree has imposed important ecological effects, resulting in the extinction of *Taxus* species[3]. Plant cell suspension culture is considered as the most promising approach to the production of paclitaxel[4]. The availability of this drug is still restricted and its cost is very high, mainly due to the recalcitrant behavior of *Taxus* spp. under *in vitro* conditions[2]. Therefore, the search for alternative sources of paclitaxel was considered as crucial. In addition to *Taxus* spp., hazel (*Corylus avellana)* has also been described as a paclitaxel-producing species through bioprospection among angiosperms[5,6]. The major advantages of producing paclitaxel through hazel cell cultures are that hazel is widely accessible and its *in vitro* cultivation is easier than that of yew[2,7]. It is stated that *in vitro* cultures of *C. avellana* can become a promising and cheaper source for paclitaxel production[8]. Besides the use of the nuts of hazel tree as a source of protein, its leaves are used to relieve the symptoms of hemorrhoidal and varicose veins[9]. The kernel and green leaf/flower portions of the hazel tree have antioxidant activity[10]. It is found that the consumption of nuts is protective against cardiac morbidity and mortality[11].

In addition to the use of hazel cell cultures for paclitaxel production, hazel plantlets can be regenerated from callus tissues by differentiation induced by exogenous growth regulators. Plant regeneration from calli is possible by somatic embryogenesis or *in vitro* organogenesis. Meanwhile, infrequent somaclonal variants resulting from genetic diversity in somatic cells, mutations, chromosome aberrations and environmentally induced epigenetic changes can be isolated by plant regeneration of callus[12].

Fast-growing callus is a key prerequisite for the success of mass callus production and then paclitaxel production, plant regeneration and transformation. Therefore, optimizing the culture medium for improvement of callus growth is a crucial step in mass callus production. For study of *in vitro* production of metabolites, in addition to a suitable protocol for callus induction, obtaining large amounts of callus biomass is a prerequisite[13]. Also, setup of fast-growing *in vitro* cultures is an important stage for producing secondary metabolites from the plant cell cultures[14]. One of the key problems in commercial production of secondary metabolites by plant cell cultures is slow growth of plant cells. The large-scale culture of low-growing cells is expensive and also basic laboratory

[1]Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P.O. Box: 14115-336, Iran. [2]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P.O. Box: 14115-336, Iran. Correspondence and requests for materials should be addressed to A.M. (email: moieni_a@modares.ac.ir)

frontiers in Plant Science

ORIGINAL RESEARCH
published: 20 April 2017
doi: 10.3389/fpls.2017.00568

Quantitative Genetic Analysis Reveals Potential to Genetically Improve Fruit Yield and Drought Resistance Simultaneously in Coriander

Mostafa Khodadadi[1], *Hamid Dehghani*[1]* *and Mokhtar Jalali Javaran*[2]

[1] Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, [2] Biotechnology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

OPEN ACCESS

Edited by:
Erik Harry Murchie, University of Nottingham, UK

Reviewed by:
Juliana S. Medeiros, The Holden Arboretum, USA
Dennis H. Greer, Charles Sturt University, Australia

***Correspondence:**
Hamid Dehghani
dehghanr@modares.ac.ir

Specialty section:
This article was submitted to Plant Abiotic Stress, a section of the journal Frontiers in Plant Science

Received: *09 January 2017*
Accepted: *29 March 2017*
Published: *20 April 2017*

Citation:
Khodadadi M, Dehghani H and Jalali Javaran M (2017) Quantitative Genetic Analysis Reveals Potential to Genetically Improve Fruit Yield and Drought Resistance Simultaneously in Coriander. Front. Plant Sci. 8:568. doi: 10.3389/fpls.2017.00568

Enhancing water use efficiency of coriander (*Coriandrum sativum* L.) is a major focus for coriander breeding to cope with drought stress. The purpose of this study was; (a) to identify the predominant mechanism(s) of drought resistance in coriander and (b) to evaluate the genetic control mechanism(s) of traits associated with drought resistance and higher fruit yield. To reach this purpose, 15 half-diallel hybrids of coriander and their six parents were evaluated under well-watered and water deficit stressed (WDS) in both glasshouse lysimetric and field conditions. The parents were selected for their different response to water deficit stress following preliminary experiments. Results revealed that the genetic control mechanism of fruit yield is complex, variable and highly affected by environment. The mode of inheritance and nature of gene action for percent assimilate partitioned to fruits were similar to those for flowering time in both well-watered and WDS conditions. A significant negative genetic linkage was found between fruit yield and percent assimilate partitioned to root, percent assimilate partitioned to shoot, root number, root diameter, root dry mass, root volume, and early flowering. Thus, to improve fruit yield under water deficit stress, selection of low values of these traits could be used. In contrast, a significant positive genetic linkage between fruit yield and percent assimilate partitioned to fruits, leaf relative water content and chlorophyll content indicate selection for high values of these traits. These secondary or surrogate traits could be selected during early segregating generations. The early ripening parent (P_1; TN-59-230) contained effective genes involved in preferred percent assimilate partitioning to fruit and drought stress resistance. In conclusion, genetic improvement of fruit yield and drought resistance could be simultaneously gained in coriander when breeding for drought resistance.

Keywords: assimilate, coriander, drought escape, gene action, root, transpiration, water deficit stress

Industrial Crops & Products 112 (2018) 130–140

Contents lists available at ScienceDirect

Industrial Crops & Products

journal homepage: www.elsevier.com/locate/indcrop

Research paper

Expression of artemisinin biosynthesis and trichome formation genes in five *Artemisia* species

Maryam Salehi[a], Ghasem Karimzadeh[a,*], Mohammad Reza Naghavi[b], Hassanali Naghdi Badi[c], Sajad Rashidi Monfared[d]

[a] Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P. O. Box 14115-336, Iran
[b] Agronomy and Plant Breeding Department, Agricultural College, University of Tehran, Karaj, Iran
[c] Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran
[d] Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P. O. Box 14115-336, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:
Artemisia species
Artemisinin biosynthesis genes
Glandular trichome
Relative gene expression
Scanning electron microscopy
Trichome formation genes

ABSTRACT

Artemisinin, a sesquiterpene lactone produced by some *Artemisia* species, is an efficacious anti-malarial drug, effective against cancer, hepatitis, and schistosomiasis. *A. annua* is a main source of artemisinin while other *Artemisia* species produce less artemisinin content. The aim of the current study was to identify the limiting factor of artemisinin biosynthesis in studied *Artemisia* species, compared to *A. annua*. The specialized 10-celled biseriate glandular trichomes on the leaves, stems, and inflorescences of some *Artemisia* species are as a site of artemisinin synthesis. The leaves of five *Artemisia* species, having different artemisinin contents were assessed in terms of the glandular trichomes density, and area per leaf, and the expression of artemisinin biosynthesis genes and two genes (*Aa-TTG1* and *Aa-TFAR1*) involved in trichome formation. This study identified one novel plant sources of artemisinin (*A. deserti*, 5.30 mg g^{-1} DW) that statistically performed as well as *A. annua* of Iran (6.27 mg g^{-1} DW), but inferior to *A. annua* cv. Anamed (14.50 mg g^{-1} DW) at the flowering stage. *A. deserti* had the highest trichome area per leaf area accompanied with a high expression of *Aa-ADS*, *Aa-AlDH1*, *Aa-CYP71AV1*, *Aa-TTG1,* and *Aa-TFAR1* genes. *A. persica* with low artemisinin content had a high density of glandular trichome, high expression of *TTG1* and *TFAR1*, but low expression of artemisinin biosynthetic genes. *A. khorassanica* with no artemisinin content had a very low density of glandular trichome and gene expression. The artemisinin content of *A. deserti* is significantly as same as *A. annua* of Iran and inferior to *A. annua* cv. Anamed despite having the highest glandular trichome area per leaf, and high relative expression of *Aa-ADS*, *Aa-ALDH1*, *Aa-CYP71AV1, Aa-TTG1,* and *Aa-TFAR1*. We suggest that it is related to the preferential oxidation of artemisinic aldehyde to artemisinic acid than the reduction of the artemisinic aldehyde to dihydroartemisinic aldehyde, due to the very high expression of *Aa-ALDH1* and *Aa-CYP71AV1*, and the low expression of *Aa-DBR2*. It is possible to develop high artemisinin producer plant by overexpression of *Aa-DBR2* in *A. deserti*. It is concluded that there is a relationship between the enhancement of artemisinin content and increased expression of some genes.

1. Introduction

Malaria is a global health problem which is the main reason of disease and death in humans for over a century (Xiao et al., 2016; Muangphrom et al., 2016). Artemisinin, a sesquiterpene lactone, an efficacious anti-malarial drug and effective against a number of cancers and viral diseases (Efferth et al., 2009), is produced by some *Artemisia* species (Duke et al., 1994; Willcox et al., 2004; Arab et al., 2006; Hsu, 2006; Zia et al., 2007; Mannan et al., 2010; Ranjbar et al., 2015). Tu was awarded her Nobel Prize in Physiology or Medicine in 2015 for the discovery of this effective antimalarial compound as a head of a scientific group in 1967–1969. *Artemisia* L. is a genus of small herbs and shrubs, belonging to an important family Asteraceae. It has over 500 species which are mainly found in Asia, Europe, and North America (Bora and Sharma, 2011) and Iran has 35 species of the genus (Abad et al., 2012). *Artemisia* species inhabit in all provinces of Iran, some of those are limited to the special area (Naghavi et al., 2014), and therefore the science of sesquiterpene biosynthesis in *Artemisia* species is substantial for natural products research in the near future. In Flora Iranica, Podlech, (1986) classified *Artemisia* genus into three subgenera,

* Corresponding author at: Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P. O. Box 14115-336, Tehran, Iran.
E-mail address: Karimzadeh_g@modares.ac.ir (G. Karimzadeh).

https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.11.002
Received 9 July 2017; Received in revised form 8 October 2017; Accepted 1 November 2017
Available online 15 November 2017
0926-6690/ © 2017 Elsevier B.V. All rights reserved.

Biotechnol Lett (2017) 39:1683–1688
DOI 10.1007/s10529-017-2416-0

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Covalent-display of an active chimeric-recombinant tissue plasminogen activator on polyhydroxybutyrate granules surface

Akram Hafizi · Mohamad Ali Malboobi · Mokhtar Jalali-Javaran · Pal Maliga · Houshang Alizadeh

Received: 8 June 2017 / Accepted: 20 August 2017 / Published online: 23 August 2017
© Springer Science+Business Media B.V. 2017

Abstract
Objective To develop a deliberately engineered expression and purification system for an active chimeric-recombinant tissue plasminogen activator (crtPA) using co-expression with polyhydroxybutyrate (PHB) operon genes.
Results Fusion of crtPA with PhaC-synthase simplified the purification steps through crtPA sedimentation with PHB particles. Moreover, the covalently immobilized crtPA was biologically active as shown in a chromogenic assay. Upon WELQut-protease activity, the released single-chain crtPA converted to the two-chain form which produced a pattern of bands with approx. MW of 32 and 11 kDa in addition to the full length crtPA.
Conclusion Fusion of crtPA with PhaC-synthase not only simplifies purification from the bacterial host lysate, but also co-expression of PHB operon genes creates an oxidative environment, thereby reducing the inclusion body formation possibility. The isolated crtPA-PHB granules exhibited crtPA serine protease activity. Thus, fusion with the PhaC protein could be used as a scaffold for covalent displaying of functional disulfide-rich proteins.

Keywords PhaC-synthase · Polyhydroxybutyrate · Tissue plasminogen activator · WELQut protease

A. Hafizi · M. Jalali-Javaran
Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O. Box 14115-336, Tehran, Iran

M. A. Malboobi (✉)
Department of Plant Biotechnology, National Research Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Pazhohesh Blvd., Karaj Hwy., Tehran, Iran
e-mail: malboobi@nigeb.ac.ir

A. Hafizi · P. Maliga
Department of Plant Biology and Pathology, Rutgers, The State University of New Jersey, 59 Dudley Road, New Brunswick, NJ 08901, USA

P. Maliga
Waksman Institute, Rutgers University, 190 Frelinghuysen Road, Piscataway, NJ 08854-8020, USA

H. Alizadeh
Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Karaj Pardis, Tehran University, Karaj, Iran

Introduction

Acute ischemic stroke-related blood clots can be treated with recombinant tissue plasminogen activator (rtPA) (Zivin 2009). Considerable efforts have been undertaken for improvement of tPA expression in a reductive environment. These include removal of both cytoplasmic redox balancing systems (Bessette et al. 1999), targeting the protein to the periplasmic space (Obukowicz et al. 1990) or co-expression of tPA with disulfide bond (Dsb) proteins to help its folding

Scientia Horticulturae 200 (2016) 73–82

Contents lists available at ScienceDirect

Scientia Horticulturae

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti

Numerical and graphical assessment of relationships between traits of the Iranian *Coriandrum sativum* L. core collection by considering genotype × irrigation interaction

Mostafa Khodadadi[a], Hamid Dehghani[a,*], Mokhtar Jalali-Javaran[a], Sajad Rashidi-Monfared[a], Jack T. Christopher[b]

[a] Plant Breeding and Biotechnology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P.O. Box 14115-336, Iran
[b] Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), Leslie Research Facility, The University of Queensland, PO Box 2282, Toowoomba, Qld 4350, Australia

ARTICLE INFO

Article history:
Received 18 April 2015
Received in revised form
24 December 2015
Accepted 1 January 2016

Keywords:
Coriander
Genotypic correlation
GT-Biplot
Structural equation modeling

ABSTRACT

Drought is a worldwide problem seriously influencing production of agricultural plants such as coriander, but development of tolerant genotypes is inhibited by a lack of effective selection criteria. The objective of this study was to interpret the relationship between fruit yield and related traits in coriander to evaluate genotype by trait interaction by considering genotype × irrigation interaction. According to this aim, 16 Iranian endemic coriander genotypes were grown in a glasshouse under well watered (WW) and water stressed (WS) conditions. Structural equation modeling (SEM) was used, based on genotypic correlation coefficients and genotypic variance estimates obtained from combined analysis of WW and WS conditions and genotype-trait (GT) biplot analysis. Applying both types of analyze to the multiple trait data revealed that SEM and DC + YPr data based GT biplot results are similar. The GT biplot graphically displayed the interrelationships among traits and facilitated visual comparison of genotypes for selection. Predictors in the causal diagram could explain 70.8%, 80.9%, 100% and 41.7% of the total variation in fruit weight per plant (FWPP), fruit number per plant (FNPP), day to end of flowering (DTEOF) and umbel number per plant (UNPP), respectively. Also, the GT biplots explained 81.2% for WW data, 74% for WS data and 79.7% for DC + YPr data. It was found that selection for high SPAD chlorophyll content in the grain filling stage (SCCIGFS), UNPP, FNPP and branch number per plant (BNPP), and low shoot dry weight per plant (SDWPP) and DTEOF should be considered as priorities in breeding programs for coriander aiming for more productive and drought tolerant genotypes. Furthermore, G13 (TN-59-353) can be used as a drought tolerance donor in breeding programs.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is an annual herb that belongs to the Apiaceae family and is a diploid cross pollinated crop (Diederichsen, 1996). It displays broad adaptation as a crop around the world, growing well under many different types of soil and weather conditions even at extreme latitudes and elevations. Coriander has long been cultivated in the Mediterranean region, southern Europe, Asia Minor and the Caucasus (López et al., 2008). Coriander is commonly used in domestic remedies for reducing fever and promoting a feeling of coolness. Also, dry coriander has been used in treating diarrhea and chronic dysentery (Tomar et al., 2014). Essential oil obtained from seeds of coriander possesses fungicidal and bactericidal activity which is used in aromatherapy, perfumery, soap making and as a food flavoring (Pareek et al., 2011).

The predicted worldwide increase in arid areas and water stress episodes will strongly affect crop production (Erice et al., 2011). Therefore, identification of genotypes that have a better ability to use limited available water is important to enhance crop productivity in the semi-arid tropics (Hamidou et al., 2012). The response in adaptation to water-limited environments to direct selection for seed yield may be unpredictable, unless there is good control of environmental variation. Plant breeders are rarely interested in a single trait in isolation, therefore, they need to examine the relationships among various traits, such as between seed yield and other traits (Hui et al., 2008; Leal-Bertioli et al., 2012). For example, leaf greenness has been used as an indirect selection trait for drought tolerance in potato (Rolando et al., 2014), sorghum (Borrell et al., 2000) and wheat (Christopher et al., 2008, 2014). Selection strategies based on, several statistical techniques including corre-

* Corresponding author. Fax: +98 2148292200.
E-mail address: dehghanr@modares.ac.ir (H. Dehghani).

http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.003
0304-4238/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

Cultural-Social Deputy

Behnegady

Professional-Scientific Quarterly

Spring-Summer 2018