

زیست پژوه

دوفصلنامه علمی دانشجویی زیست پژوه
سال دوم، شماره دوم، بهار ۱۴۰۳

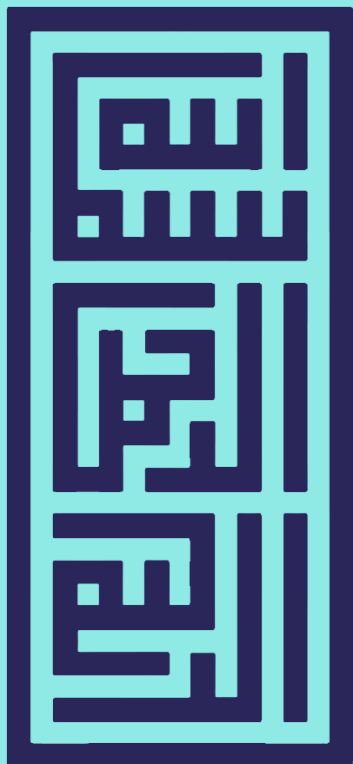
انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی

گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران



زیست پژوه





| شناسنامه

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی دانشگاه تبریز

مدیر مسئول: الهام مطلب زاده

سر دبیر: علیرضا غلامشاهی

استاد راهنما: دکتر ابراهیم دورانی

هیئت تحریریه: سمیه محمدخانی، مهدی پارسا، امیرحسین چیت ساز، الهام مطلب زاده،

ثنا علوی غازانی، محدثه رضایی، فاطمه جهانبخش، شایان موسوی

طراح و صفحه آرا: سینا جداری خوشباف

باسپاس از همکاری اعضای انجمن، مجموعه فرهنگ و مدیریت نشریات دانشگاه تبریز

پست الکترونیک: zistpejoh@gmail.com

دانشگاه تبریز تابستان ۱۴۰۲

فهرست

سخن مدیر مسئول	صفحه ۴
معرفه اعضای انجمن	صفحه ۵
معرفه رشته بیوتکنولوژی کشاورزی	صفحه ۶
مصاحبه با استاد دکتر تورچے	صفحه ۷
تأمین امنیت غذایی با بیوتکنولوژی سبز	صفحه ۱۰
تولید روغن از زباله توسط محققان ایرانے	صفحه ۱۱
ابداع یک جایگزین مناسب برای سموم و کودهای شیمیایی	صفحه ۱۲
گیاهے که وجود آلاینده ها را هشدار مے دهد	صفحه ۱۳
انتقال دانش فنی تولید محرک رشد اختصاصے گوجه فرنگی	صفحه ۱۴
روبو گیاه ها: گامے به سوی کشاورزی مدرن	صفحه ۱۵
نوشتن DNA در GP-Witer کنفرانس سالانه	صفحه ۱۶
استراتژی های کنترل ژنتیکے مبتنی بر CRISPR برای حشرات آفت	صفحه ۱۷
گیاهے ۳۰۰ برابر شیرین تر از قند و شکر که ضرر هم ندارد	صفحه ۲۱
گزارش بازدید از پنجمین همایش بین المللی و سیزدهمین همایش ملی بیوتکنولوژی ایران	صفحه ۲۲
کشاورزی سلولے	صفحه ۲۳



| سخن مدیر مسئول

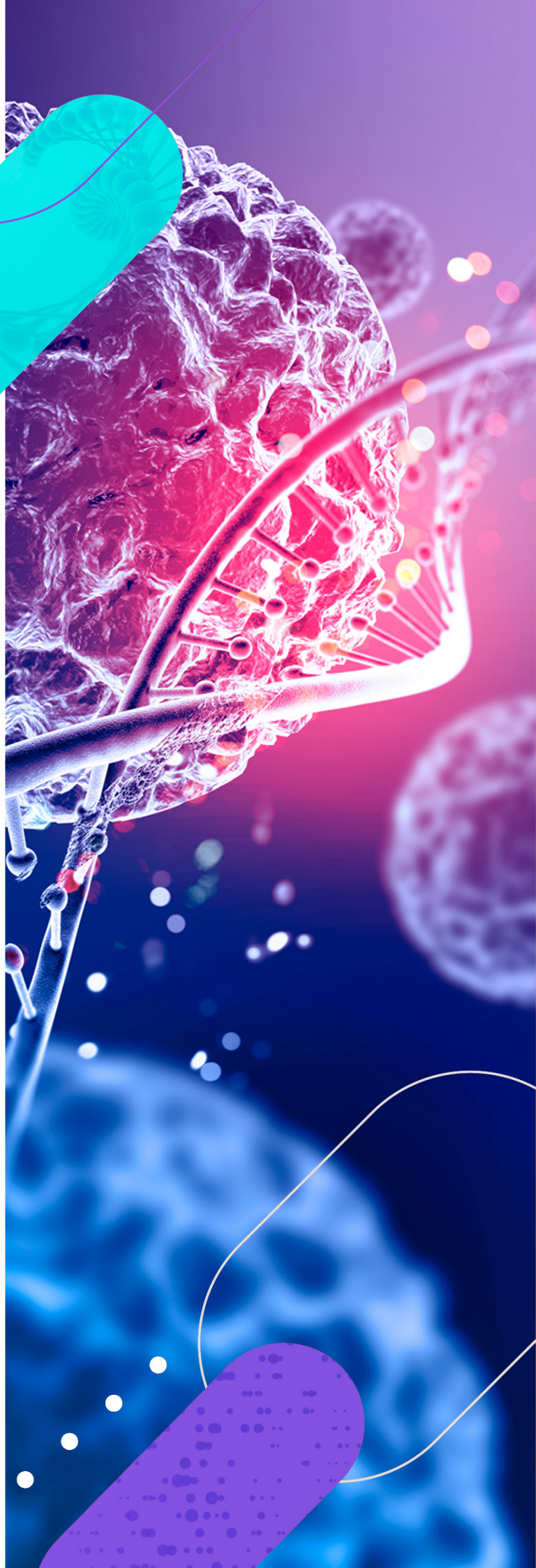
بنام پروردگار علیم

سپاس از خداوندی که ما را در راه علم استوار قرار داد. انجمن علمی دانشجویی بیوتکنولوژی دانشگاه تبریز مفتخر است دومین نسخه از نشریه خود را تحت عنوان «زیست پژوه» به شما تقدیم کند. این انجمن در سال ۱۳۹۴ تاسیس شد و هم‌اکنون با شروع مجدد خود در سال ۱۴۰۲ به‌صورت ویژه بر حل چالش‌های علمی و دانشجویی در زمینه بیوتکنولوژی کشاورزی تکیه دارد. نخستین شماره از دوفصلنامه علمی دانشجویی زیست پژوه در بهار ۱۴۰۲ با محور امنیت غذایی منتشر شد. اکنون در دومین شماره تلاش شده است که انجمن و فعالیت‌های وابسته به‌خوبه معرفی شده و یافته‌های جدید در این زمینه به دانشجویان و سایر علاقمندان نشان دهد.

باتوجه به میان‌رشته‌ای بودن انجمن و نشریه وابسته، از تمامی علاقمندان به‌ویژه دانشجویان جهت همکاری و انتشار یافته‌های ایشان دعوت می‌شود.

از تلاش‌های بی‌شائبه معاونت فرهنگی و اجتماعی و همچنین نشریات دانشجویی دانشگاه تبریز کمال تشکر و قدردانی را داریم. موفقیت، مجموعه‌ای از تلاش‌های کوچک است که هر روز و هر روز تکرار شده‌اند.

مدیرمسئول نشریه
الهام مطلب‌زاده



اعضای انجمن



الهام مطلب زاده

کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
ورودی ۱۴۰۰



علیرضا غلامشاهی

دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی
ورودی ۱۴۰۲



مهدی دهقانی

کارشناسی علوم و مهندسی باغبانی
ورودی ۱۴۹۹



ستاره نجفی

کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی
ورودی ۱۴۰۲



فاطمه جهانبخش

کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
ورودی ۱۴۰۱



آرین حسن نژاد

کارشناسی مهندسی فضای سبز
ورودی ۱۴۰۱



محدثه رضایی

کارشناسی مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی
ورودی ۱۴۰۱



شایان موسوی

کارشناسی مهندسی گیاهپزشکی
ورودی ۱۴۰۰

معرفی رشته بیوتکنولوژی کشاورزی

شیدا محمودی



تشخیص مولکولی:

تشخیص مولکولی شامل روش‌هایی است که برای تشخیص ژن‌ها یا محصولات ژنی است که بسیار دقیق و خاص هستند. تشخیص مولکولی در کشاورزی برای تشخیص دقیق‌تر بیماری‌های محصول یا دام استفاده می‌شود.

کشت بافت:

کشت بافت بازرایی و تولید گیاهان در آزمایشگاه از قسمت‌های گیاهی عاری از بیماری است. این تکنیک امکان تولید مثل مواد کاشت عاری از بیماری را برای محصولات فراهم می‌کند. نمونه‌هایی از محصولات تولید شده با استفاده از کشت بافت شامل مرکبات، آناناس، آووکادو، انبه، موز، قهوه و پاپایا است.

برخی از کاربردهای بیوتکنولوژی:

توسعه گونه‌های جدید به وسیله گداختن پروتوپلاسم یا پروسه کلون‌سازی
تولید ترکیبات مؤثر و مهم گیاهی از راه کشت انبوه سلولی
استفاده از گیاهان به عنوان عوامل و منابع تولید محصولات زیست‌شناسی و شیمیایی
مقاومت به تنش‌های زنده
مقاومت به تنش‌های غیرزنده
مقاومت به علف‌کش‌ها
گیاهان تراریخت برای بهبود کیفیت
گل‌های تراریخت برای رنگ گل
گیاهان تراریخت برای نر عقیمی

بنابراین بیوتکنولوژی شامل هر تکنیکی است که از میکروارگانیسم‌های زنده یا بخشی از آنها با هدف تولید و تغییر فرآورده‌های خاص استفاده می‌کنند تا حیوانات و گیاهان را بهبود بخشیده یا میکروارگانیسم‌ها را برای مصارف خاص توسعه دهند و محصولات تراریخته گوناگون پر محصول و مقاوم کشاورزی مانند ذرت، گندم، سویا، برنج و... تولید می‌گردد.



بیوتکنولوژی کشاورزی مجموعه‌ای از تکنیک‌های علمی است که برای بهبود گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شود. بر پایه پیشرفت‌هایی که در زمینه DNA حاصل شده است، دانشمندان راه حل‌هایی برای افزایش بهره‌وری کشاورزی ایجاد کرده‌اند.

با پیشرفت در شناسایی ژن‌هایی که ممکن است برای محصولات خاص مزیت‌هایی ایجاد کنند و همچنین توسعه کار با چنین ویژگی‌هایی، بیوتکنولوژی توانایی اصلاح‌کنندگان را برای بهبود محصولات کشاورزی و دام افزایش می‌دهد. بیوتکنولوژی کشاورزی پیشرفت‌هایی را امکان پذیر می‌کند که تنها با روش‌های سنتی مرتبط امکان پذیر نیست.

دانشمندان فرا گرفته‌اند که چگونه ژن‌ها را از یک موجود به موجود دیگر منتقل کنند. این عمل اصلاح ژنتیکی (GM)، مهندسی ژنتیک (GE) یا بهبود ژنتیکی (GI) نامیده می‌شود.

این فرآیند امکان انتقال ویژگی‌های مفید مانند مقاومت در برابر یک بیماری را به گیاه، حیوان یا میکروارگانیسم با وارد کردن ژن از موجودات دیگر فراهم می‌کند.

تقریباً تمام محصولات که تا به امروز با این روش بهبود یافته‌اند که محصولات تراریخته یا GMO نامیده می‌شوند، برای کمک به کشاورزان برای افزایش بهره‌وری از طریق کاهش آسیب به محصول از علف‌های هرز، بیماری‌ها یا حشرات توسعه یافته‌اند.

امروزه افزایش جمعیت سبب رویارویی با کمبود مواد غذایی شده است. بنابراین بشر دنبال راهی است که غذای بیشتر و با کیفیت بالاتر در اختیار مردم قرار دهد که به دنبال آن کیفیت محیط زیست نیز حفظ شود. نیاز به تامین مواد غذایی، سبب توجه به بیوتکنولوژی کشاورزی شده است، تا از فعالیت میکروارگانیسم‌ها، سلول‌های کشت شده و اجزای متعلق به آنها به طوری که به صورت کنترل شده از عوامل بیولوژیک نظیر میکروارگانیسم‌ها یا اجزای سلولی استفاده شود.

در رشته بیوتکنولوژی کشاورزی، همواره تلاش بر این است تا روش‌ها و تکنیک‌های جدیدی در دست توسعه قرار گیرند تا بهره‌وری را هرچه بیشتر افزایش دهد.

دستاوردهای بیوتکنولوژی کشاورزی:

نشانه‌های مولکولی:

پرورش سنتی شامل انتخاب گیاهان یا حیوانات فردی بر اساس صفات قابل مشاهده یا قابل اندازه‌گیری است. با بررسی DNA یک ارگانیسم، دانشمندان می‌توانند از نشانه‌های مولکولی برای انتخاب گیاهان یا حیواناتی که دارای ژن مطلوب هستند، حتی در غیاب یک صفت قابل مشاهده، استفاده کنند؛ بنابراین، پرورش به صورت دقیق‌تر و کارآمدتر انجام می‌شود.

یکی دیگر از کاربردهای نشانه‌های مولکولی شناسایی ژن‌های نامطلوب است که در نسل‌های آینده قابل حذف هستند.



مصاحبه با استاد دانشکده

جناب آقای دکتر تورچی

این‌ها و تبدیل این‌ها به اطلاعات درواقع محصولات ژنی یک حجم عظیمی از بار مالی و زمان رو میطلبد تا بتونه درواقع اطلاعات رو به محصولات نهایی اون‌ها تبدیل بکنه. از این نظر به نظر میاد که بیوانفورماتیک یک فضای مناسبی است برا پر کردن این فاصله‌ای که بین علمی تئوری و عمل وجود داره، بیوانفورماتیک به دلیل عدم نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی، به دلیل عدم نیاز به مواد آزمایشگاهی، به دلیل عدم نیاز به افرادی خیلی باتخصص بالا در حد PHD الان میتونه بهتر درواقع این فضا رو آماده بکنه و پر بکنه برای اینکه تحقیقاتی رو در سطح ماکرومولکول‌های زیستی اعم از پروتئین‌ها، بدون اینکه نیاز باشه یک آزمایشگاه کاملاً مجهز و مواد شیمیایی کاملاً به روز، خالص و درسطح کارای بیوتکنولوژی رو فراهم بکنه و ضمن اینکه دانشجویی شاید بیوانفورماتیک، یا اینجور بگم زیست شناسی محاسباتی با مدرک لیسانس یا فوق لیسانس میتونه در حد چند دکتر که توی آزمایشگاه بیوتکنولوژی فعالیت بکنن رو در واقع خوب دریافت بکنن، همون تحقیقات و همون نتایج با استفاده از حداقل هزینه‌های مصرفی در اختیار علاقمندان قرار بدیم؛ بسیار اهمیت داره در دنیای امروز و فرق نداره کشوری که بتونن با کمترین هزینه بیشترین بهره برداری داشته باشند. این فضا و این امکان رو بیوانفورماتیک فراهم کرده که شما با استفاده از مدل‌های مختلفی ریاضی و آماری و زبان‌های برنامه‌نویسی بتونید سوالات مهم زیست شناسی رو با استفاده از ابزار بیوانفورماتیک پاسخ بدید و علاوه بر این هنوز هستند برخی از محققین که این علم رو شاید قبول ندارند بخاطر اینکه کار آزمایشگاهی نیست، ولی خب درعین حال همین اندازه که درواقع ما میتونیم به حجم بزرگی از داده‌های بیولوژیکی رو که با تکمیل درواقع پروژه‌های ژنومی دراختیار ما هست جمع‌بندی بکنیم و ازشون اطلاعات مفید درارتباط با بیانشون بدست بیاریم خیلی مغتنم هست. بنابراین بیوانفورماتیک علاوه بر راهبردهایی که پیش روش هست شاید ۳۰ سال گذشته پیشرفت‌های بسیار بزرگی داشته، محصولات متعددی رو به همین نام، زیست شناسی محاسباتی یا بیوانفورماتیک امروزه در دنیا داریم که چاپ میشه و علاوه بر مخالفت‌هایی که با این علم هست، خیلی مسیر پیشرفت داره سریع طی میشه بخاطر مزایایی که عرض کردم. عدم نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی، عدم نیاز به دستگاه‌های خیلی بزرگ و عدم نیاز به مواد شیمیایی با گرید بالا و متخصصین در حد PHD میتونه یک فرد درواقع کارشناس یا کارشناس ارشد در مدت زمان خیلی کمتر شاید یک دهم زمانی که لازمه به خیلی از سوالات زیست شناسی ما نیاز داریم پاسخ بدیم. این شاید بزرگترین حسنش باشه که محقق این رو مجاب کرده که در این زمینه کار بکنند، تحقیق بکنند، موضوعات متعددی رو تعریف بکنند و جذب دانشجو نو این زمینه بسیار بالا هست. کشورهای مختلف.

سلام استاد عزیز. خیلی ممنون که دعوت مارو قبول کردین. این باعث افتخار است. ممکن است اول خودتون رو معرفی کنید و از دستاوردهاتون در رشته ژنتیک و بیوتکنولوژی گیاهی بفرمایید بسم الله الرحمن الرحیم. سلام علیکم. من هم تشکر میکنم از شما که تشریف آوردید و درواقع وقت گذاشتید. بنده محمود تورچی هستم؛ استاد تمام دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، گروه ژنتیک و بیوتکنولوژی گیاهی. درمورد بیوگرافی، خب من متولد تبریز هستم. تحصیلات ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان خودم رو در شهر تبریز گذروندم. دوره کارشناسی رو دانشگاه زنجان و کارشناسی ارشد رو دانشگاه صنعتی اصفهان بودم. PHD رو دانشگاه جیکهوپکه بنگلور هندوستان و پسادکتر رو در ژاپن گذروندم.

لطفاً باتوجه به اینکه به کشورهای دیگه هم سفرهای علمی داشتید، بفرمایید چالش‌های که توی مسیر تحقیقاتی ایران و کشورهای دیگه چی هستن؟

کشورهای دیگر عمدتاً موضوعات تحقیقاتی است یعنی تلاششون این هست ببینن سوالات مطرح در دنیای علم و جامعه چی هست و برای پاسخ‌گویی به آنها آماده میشن و تکنولوژی‌های خودشون رو در اون راستا استفاده میکنن. در کشور ما این یک طرف قضیه است ولی طرف دیگر که الش بزرگتری هست، وضعیت امکانات و دسترسی به مواد و تجهیزات آزمایشگاهی، شرایط آزمایشی استاندارد هست که در دنیا داره میشه.

بازار کار رشته بیوتکنولوژی در ایران چگونه؟ آیا به نظر شما کار آفرینی دانشجویان در این رشته بیشتر است یا ژنتیک و اصلاح نباتات؟

حداقل این رو میتونم بگم که در ژنتیک و بیوتکنولوژی شاید فرایند شغلی بیشتر از رشته‌های دیگر باشه باتوجه به زمینه‌های تحقیقاتی متنوعی که داره و موضوعاتی که در آن مطرح هست و اینکه دانشجویان رو یکسری گرایش‌هایی به پیدا کردن ناشناخته‌ها و کنجکاو‌هایی که دارند در پاسخ به اینکه سوالات زیست شاسی رو در این زمینه بهتر بتونن پاسخ بدن. شاید عمده‌ترین مانع در این مورد این است که بیشتر شاهدین در این زمینه وابسته به دولت است و شرکت‌های خصوصی در این زمینه خیلی کم هست در مقایسه با زمینه فنی و صنعتی. در بیوتکنولوژی و ژنتیک محدودیت‌های متعددی است و بنظر میاد که عدم حضور شرکت‌های خصوصی و متنوعی که بتونه جذب بکنه فارغ‌التحصیلان این رشته رو بیشتر از بقیه موارد چالش برانگیز است. ولی خب علاقمندی و موضوعات در این زمینه خیلی متنوع است که هنوز پر نشده.

جناب دکتر شما همچنین در زمینه بیوآرپروماتیک واقعا فعالیت قابل تحسینی داشتین، کمی درمورد بیوانفورماتیک و ارتباطش رو به بیوتکنولوژی بگید البته باتوجه به اهمیت این علم جدید! کاملاً درست است؛ اینجوری شاید از این دریچه به قضیه نگاه کنم بهتر بتونم سوال شمارو پاسخ بدم که دنیای زیست شناسی امروز محدودیت‌های متنوعی رو از نظر محدودیت‌های مالی و دستگاهی و آزمایشگاهی برای تحقیقات خودش داره. یعنی علاوه بر پروژه‌های متنوعی که در سطح دنیا انجام شده، تایید



خیلی ممنون از وقتی که در اختیار ما گذاشتین! فقط آقای دکتر باتوجه به مشکلاتی که توی بیوتکنولوژی و چالش‌هایی که ما باهاش تو ایران روبه‌رو هستیم، بنظر شما دانشجویانی که توی این رشته فعالیت دارند چطور میتونن بر این چالش‌ها غلبه کنند؟

ورود به سایت‌های اینترنتی، ورود به پایگاه‌های بیولوژیکی و دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی هم مقالات چاپ شده هم کتاب‌هایی که به صورت آنلاین وجود داره و هم نتایج تحقیقاتی که به صورت مجازی تو دنیا و شبکه‌های وجود داره، بهترین مبحث برای دانشجویان داخل کشور هست که بتونند با علم روز آشنا بشن و ارتباط برقرار کنند با پیشروان تو زمینه‌های مختلف از جمله بیوانفورماتیک، و نتایج کارشون رو ببینند. بسیاری از این برنامه‌ها بصورت آنلاین است و قابل استفاده است بقصورت آنلاین. نیاز به خرید نداره حداقل در سطوح پایین در حد لیسانس یا فوق لیسانس، این حجم از برنامه‌های مختلف کامپیوتری و اطلاعات به‌صورت آنلاین وجود داره. من فکر میکنم شاید کشور ما حالا علارغم محدودیت‌هایی که ازطرف تجهیزات آزمایشگاهی و ورود مواد خالص آزمایشگاهی و تحقیقاتی وجود داره که چالش مهمی برسرما قرار داره. یعنی اساتید دانشگاهی کشور هست. از این طریق و بصورت مجازی دانشجویها میتونن بهره بیشتری رو ببرن از طریق وبینارها، از طریق مطالعه، از طریق دسترسی به اطلاعات روزی که دنیا داره هرروز یافته میشه و گذاشته تو شبکه‌های مجازی که دانشجویان میتونن دسترسی داشته باشن و بدون هزینه و بدون محدودیت از اون استفاده بکنن. شاید این بهترین راه باشه رو فیلد آزمایشگاهی الان محدودیت داریم و دستمون باز نیست، هم از نظر مواد هم تجهیزات هم دسترسی دستگاه‌های روز دنیا. آریلای دکتر خیلی ممنون از وقتی که در اختیار ما گذاشتین همینطور بابت سخنان ارزشمندتون. بابتی وقتی که برای دانشجویها گذاشتید خیلی متشکرم

ممنون درواقع من مکرم از شما و اینکه این مجله علمی رو راه انداختید. شاید به باب ورودی باشه که دانشجویان بتوانند حداقل از این طریق هم با مسائل مختلف و هم با چالش‌های روز و هم پیش‌روی اون‌ها آشنا بشن. هم راه‌های غلبه، درواقع تبدیل اون‌ها به فرصت‌هایی برای مطالعه بیشتر، تحقیقات بیشتر داشته باشه.

/ تامین امنیت غذایی با بیوتکنولوژی سبز
 / تولید روغن از زباله توسط محققان ایرانی
 / ابداع یک جایگزین مناسب برای سموم و کودهای شیمیایی
 / گیاهه که وجود آلاینده ها را هشدار می دهد...
 / انتقال دانش فنی تولید محرک رشد اختصاصی گوجه فرنگی
 / ربو گیاه ها: گاه به سوی کشاورزی مدرن
 / کنفرانس سالانه GP-Witer در DNA نوشتن
 / استراتژی های کنترل ژنتیکی مبتنی بر CRISPR برای حشرات آفت
 / گیاهه ۳۰۰ برابر شیرین تر از قند و شکر که ضرر هم ندارد
 / کشاورزی سلول بیوتکنولوژی صنعتی برای مواد غذایی و مواد خام



مقالات

تأمین امنیت غذایی با بیوتکنولوژی سبز

فاطمه جهانبخش



بیوتکنولوژی سبز می تواند با ارائه راهکارهای فناورانه به تامین امنیت غذایی کشور کمک نماید.

در شرایطی که با تغییرات اقلیمی و تنش ها و چالش های ویرانگر ناشی از آن مانند خشکی، گرما و شوری و همین طور افزایش شدید جمعیت، تامین غذای سالم و مغذی برای شهروندان روز به روز دشوارتر می شود، «بیوتکنولوژی سبز» می تواند با ارائه راهکارهای فناورانه به تامین امنیت غذایی کشور کمک نماید. با جایگزینی کشت گیاهان هوشمند سازگار با تغییرات اقلیمی و بازگشت گیاهان فراموش شده به سبد غذایی مردم می توان رونق را به خیلی از روستاهایی که در اثر خشکی و کم آبی امکان کشاورزی را از دست داده اند برگرداند. کاهش بیش از پیش منابع آب و خاک زراعی سبب شده، امکان کشت محصولات زراعی متداول در مناطق وسیعی از کشور کم و کمتر شود که در این شرایط می توان با جایگزینی کشت گیاهان متحمل به خشکی و کم آبی به رونق کشاورزی در اراضی نامساعد کشاورزی کمک کرد. گیاهان فراموش شده ای مثل ارزن و سورگوم که به سبب خواص غذایی بالا و سازگاری با تغییرات اقلیمی و محیط زیست بعنوان گیاهان هوشمند نیز شناخته می شوند همچون گیاهان مناسب برای کشت جایگزین هستند.

در این راستا پژوهشگاه بیوتکنولوژی با تشکیل تیم تحقیقاتی قوی کار روی انواع سورگوم و ارزن دانه ای و علوفه ای هیبرید و آزاد کرده افشان را آغاز نموده است.





تولید روغن از زباله توسط محققان ایرانی

فاطمه جهانبخش



بیوتکنولوژی سبزی می تواند با ارائه راهکارهای فناورانه به تامین امنیت غذایی کشور کمک نماید.

میکروارگانیسم ها زمانی که در محیط کشت توسط کربن اضافی مورد تهاجم قرار می گیرند، رشدشان به دلیل کمبود مواد مغذی به ویژه نیتروژن، محدود می شود و اقدام به ذخیره سازی چربی و تولید روغن های میکروبی می کنند. چربی تولید شده توسط باکتری ها از نوع «تری آسیل گلیسرول (TAG)» و «واکس استر» است و محققان کشور موفق شده اند از آن ها در تولید افزودنی های غذایی، محصولات آرایشی، روان کننده ها، روغن های شیمیایی، شمع ها و سوخت های زیستی استفاده کنند. مقدار و ساختار چربی های باکتری ها به چندین عامل مثل نوع باکتری، ساختار منبع کربنی، زمان کشت و مقدار کربن و نیتروژن موجود در محیط کشت بستگی دارد. یکی از گونه های باکتری که توانایی ذخیره چربی تری آسیل گلیسرول را دارند، باکتری های «رودوکوکوس» هستند. این باکتری ها هوازی و غیرمتحرک هستند و به وفور در طبیعت یافت می شوند. رودوکوکوس ها در محیط هایی مثل خاک های نواحی گرمسیری و استوایی، بیابان ها، دریاها و رسوبات دریای عمیق یافت شده اند. محققان کشور توانسته اند از باکتری های تولیدکننده روغن های میکروبی برای بازیافت ضایعات و مدیریت زباله هم استفاده کنند. آب پنی ریکی از پسماندهای صنایع لبنی است که در مقادیر بسیار زیادی در سطح جهان تولید می شود و در صورت رها شدن در محیط زیست آلودگی زیادی ایجاد می کند و هزینه بسیار زیادی برای پاک سازی آن نیاز است. پژوهشگران کشور نشان دادند که یکی از روش هایی که می توان آب پنی را پاک سازی کرد، استفاده از باکتری ها و تبدیل کردن این ضایعات به روغن میکروبی است. همچنین از ضایعات کشاورزی مثل ساقه گندم نیز می توان برای تولید روغن میکروبی استفاده کرد.



ابداع یک جایگزین مناسب برای سموم و کودهای شیمیایی

فاطمه جهانبخش

ابداع یک جایگزین مناسب برای سموم و کودهای شیمیایی

تلاش‌های ۱۵ ساله در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی در راستای دستیابی به عوامل مهارگر زیستی بیمارگرهای گیاهی و محرک رشدی با منشأ قارچ تریکودرما، به کسب دانش فنی و فروش آن به بخش خصوصی منجر شد و در حال حاضر در بیش از ۲۰ هزار هکتار مزارع و باغات استفاده می‌شود.

با تجاری سازی و عرضه فرمولاسیون‌های ابداعی پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی در زمینه فراورده‌های زیستی محرک رشد گیاه و مهارگر عوامل بیماری‌های گیاهی مبتنی بر سویه‌های بومی قارچ تریکودرما، ضمن جلوگیری از خسارات سنگین ناشی از عوامل بیمارگر گیاهی به مزارع کشاورزی، از ورود مقادیر انبوهی از بقایای خطرناک سموم و کودهای شیمیایی به محیط زیست جلوگیری می‌شود.

برای کنترل عوامل بیمارگر گیاهی که خسارتی حدود ۳۵ تا ۵۰ درصد به تولید کنندگان وارد می‌کنند، سالانه حدود ۲۵ هزار تن انواع سموم شیمیایی آفتکش و سه میلیون تن کود شیمیایی در مزارع، گلخانه‌ها و باغ‌های کشور مصرف می‌شود. با توجه به عوارض و مشکلات مصرف زیاد سموم و کودهای شیمیایی، دانشمندان در تلاش هستند، روش‌های کنترل بیولوژیک را جایگزین بخشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی کنند.

روش‌های کنترل بیولوژیک ضمن اینکه سالم‌تر و ایمن‌تر از روش‌های شیمیایی است از دوام بیشتری برخوردار بوده و تاثیر بسیار کمی بر تعادل اکولوژیکی محیط دارند.

قارچ تریکودرما از جمله موفق ترین عوامل کنترل زیستی بیماری‌های گیاهی است. قارچ تریکودرما با داشتن خاصیت ضد قارچی شدید علیه بسیاری از قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی از جمله فوزاریوم‌ها، رایزوکت‌ونیا، فایتوفترا، آلترناریا و پیتیوم، حدود ۶۰ درصد از بازار جهانی محصولات تجاری قارچی کنترل زیستی را به خود اختصاص داده است. این قارچ با ترشح آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و همچنین پارازیتیسیم باعث متلاشی شدن هیف‌ها و اختلالات فیزیولوژیکی در قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی می‌شود.

این قارچ به سهولت روی پس مانده‌های گیاهی قابل دسترس و ارزان تکثیر شده و پس از وارد شدن در خاک به خوبی در خاک استقرار پیدا می‌کند. مناسب بودن برای تولید صنعتی، سازگاری با صنعت تخمیر و امکان کاربرد در کنترل تلفیقی از دیگر برتری‌های این قارچ نسبت به سایر آنتاگونیست‌ها است.



گیاهه که وجود آلاینده‌ها را هشدار می‌دهد...

فاطمه جهانبخش



کنترل آلاینده‌ها در محیط به وسیله نمونه‌برداری از خاک و دیگر روش‌های سنتی یک فرایند چالش برانگیز است. به همین دلیل محققان اکنون گیاهی را مهندسی کرده‌اند که در معرض مواد شیمیایی سمی خاص رنگ آن قرمز می‌شود. چنین گیاهانی را می‌توان در مناطقی کشت کرد که برای وجود آلاینده تحت نظارت هستند. به جای مراجعه مکرر به مکان مورد نظر و جمع‌آوری نمونه خاک، محققان می‌توانند تصاویر هوایی گیاهان را ردیابی کنند، اگر گیاهی قرمز رنگ شود، این بدان معنا است که آلاینده‌ای در محیط وجود دارد. پژوهشگران دانشگاه کالیفرنیا در این تحقیق پروتئین‌های دریافت‌کننده گیاه «شاهی» (*Arabidopsis thaliana*) را به طور ژنتیکی تغییر دادند.

به طور معمول این پروتئین‌ها با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و نسبت به پروتئینی شناخته شده به نام ABA واکنش نشان می‌دهند. این پروتئین به طور معمول در واکنش به شرایط خشکسالی ایجاد می‌شود. هنگامیکه دریافت‌کننده‌های پروتئینی ABA را ردیابی کنند، گیاه را وادار می‌کنند تا روزه‌های ریز در برگ‌ها و ریشه را ببندد تا به حفظ آب در آن کمک کند.

محققان دانشگاهی قبلی کشف کرده بودند با تغییر دریافت‌کننده پروتئین‌ها به شیوه‌ای که با مواد شیمیایی دیگر به غیر از ABA پیوند برقرار کنند، می‌توان واکنش‌های متفاوتی در گیاهان ایجاد کرد.

برای این تحقیق دریافت‌کننده‌ها تغییر کردند تا با یک آفت‌کش بسیار سمی به نام azinphos-ethyl پیوند برقرار کنند. پس از انجام چنین پیوندی، ریشه و برگ‌های گیاه که به طور معمول سبز هستند به رنگ قرمز درمی‌آیند.

مهم آنکه متابولیسم گیاه نیز در این فرایند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و به عنوان مثال همچنان در شرایط خشکسالی آب ذخیره می‌شود. به طور معمول این فناوری را می‌توان برای ردیابی مواد آلاینده دیگر به کار برد.



انتقال دانش فنی تولید محرک رشد اختصاصی گوجه فرنگی

فاطمه جهانبخش



ابداع یک جایگزین مناسب برای سموم و کودهای شیمیایی رییس پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی از انتقال دانش فنی تکثیر، فرمولاسیون و استفاده از سویه‌های اکتینومیستی برای تهیه محرک رشد اختصاصی گوجه فرنگی خبر داد.

استفاده از کودها و سموم زیستی علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک موجب کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مواد شیمیایی می‌شود که به رغم بازار رو به رشد این محصولات در دنیا و مطالعاتی که منجر به تولید انواع کودها و سموم زیستی شده، انواع محصولات توسعه یافته تنوع زیادی ندارند و کشاورزان ایرانی آشنایی مناسبی از محصولات زیستی داخلی و وارداتی ندارند.

مزیت این محصول نسبت به محصولات زیستی موجود در بازار این است که محصول تولیدی نخستین محصول زیستی ویژه گوجه فرنگی بر پایه اکتینومیست در بازار داخلی بوده و نمونه مشابهی بر پایه جنس و گونه معرفی شده در بازار خارجی هم وجود ندارد.

این محصول ضمن تحریک رشد و افزایش عملکرد باعث ارتقای کیفیت (بازار پسندی) گوجه فرنگی، کاهش تجمع نیترات و فلزات سنگین (کمک به بهبود سلامت مردم و صادرات محصول)، تحریک سیستم ایمنی گیاه و افزایش مقاومت گیاه در برابر بیماری‌های خاکزاد (کاهش مصرف سموم شیمیایی) می‌شود.





دفاع از محصول

این سیستم همچنین میتواند سیگنال های ساطع شده توسط گیاهان را دریافت کند و این احتمال را افزایش دهد که کشاورزان بتوانند مشکلات مربوط به محصولات خود را در مراحل اولیه تشخیص دهند. چن گفت: (با نظارت بر سیگنال های الکتریکی گیاهان ممکن است بتوانیم سیگنال های ناراحتی و ناهنجاری های احتمالی را تشخیص دهیم.) کشاورزان ممکن است متوجه شوند که بیماری در چه زمانی در حال پیشرفت است حتی قبل از غلایم کامل روی محصولات ظاهر شود. محققان برای این باورند که چنین فناوری میتواند به ویژه مفید باشد زیرا محصولات زراعی با تهدید های فزاینده ناشی از تغییرات آب و هوایی رو به رو هستند. دانشمندان مدت هاست که میدانند گیاهان سیگنال های الکتریکی بسیار ضعیفی از خود ساطع میکنند اما سطوح ناهموار و مومی شکل آن ها نصب موثر حسگرها را دشوار میکند. محققان نانیانگ الکتروود های نرم و فیلم مانندی ساختند که به طور محکم روی سطح گیاه قرار میگیرد و میتواند سیگنال ها را با دقت بیشتری تشخیص دهد. آن ها با استفاده از ترموزل متصل میشوند که دمای پایین مایع است اما در دمای اتاق به ژل تبدیل میشود. آنها جدیدترین افرادی که هستند که تحقیقاتی را در ارتباط با گیاهان انجام داده اند. در سال ۲۰۱۶ تیمی از موسسه فناوری ماسوچست برگ های اسفناج را به حسگرهایی تبدیل کردند که میتوانند در صورت شناسایی مواد منفجره در آب های زیرزمینی هشدار ایملی را برای دانشمندان ارسال کنند. این تیم نانو لوله های کربنی را تعبیه کردند که هنگامی که ریشه های گیاهان ترکیبات نیتروآروماتیک را که اغلب در مواد منفجره یافت میشوند سیگنالی را منتشر میکنند سپس سیگنال توسط یک دوربین مادون قرمز خوانده میشود که پیامی را برای دانشمندان ارسال میکند.

گیاهان روبرو و محصولاتی که به کشاورزان میگویند چه زمانی تحت تاثیر بیماری قرار میگیرند با کنترل از راه دور میتوانند پس از ایجاد سیستمی با فناوری پیشرفته برای برقراری ارتباط با پوشش گیاهی به واقعیت تبدیل شوند. محققان در سنگاپور گیاهان را به الکتروود هایی مرتبط کردند که قادر به نظارت بر پالس های الکتریکی ضعیفی هستند که به طور طبیعی از فضای سبز ساطع میشوند. دانشمندان از این فناوری برای راه اندازی یک تله مگس زهره استفاده کردند تا با فشار دادن یک دکمه روی یک برنامه گوشی هوشمند فک هایش را ببندد. سپس یکی از آرواره های آن را به یک بازوی روباتیک وصل کردند و ابزاری برای برداشتن یک تکه سیم به ضخامت نیم میلی مترو گرفتن یک شئ کوچک در حال سقوط به دست آوردند. این فناوری در مراحل اولیه خود است اما محققان برای این باورند که در نهایت میتوان از آن برای ساخت ربات های گیاهی پیشرفته ای استفاده کرد که میتوانند تعداد زیادی از اجسام شکننده را که برای بازوهای رباتیک سفت و سخت بسیار ظریف هستند انتخاب کنند. چن شیاوونگ نویسنده ارشد پژوهش در دانشگاه فناوری نانیانگ به خبرگزاری فرانسه گفت: این ربات های طبیعت را میتوان با دیگر ربات های مصنوعی برای ساخت سیستم های هیبریدی متصل کرد. هنوز چالش هایی وجود دارد که باید بر آنها غلبه کرد. دانشمندان میتوانند آرواره های مگس انداز را تحریک کنند تا به شدت ببندد اما هنوز نمیتوانند دوباره آن ها را باز کنند فرآیندی که ۱۰ ساعت یا بیشتر طول میکشد تا به طور طبیعی اتفاق بیفتد.

منبع:

<https://phys.org/news/2021-robo-plants-scientists-fuse-nature-tech.html>



نوشتن DNA در GP-Writer کنفرانس سالانه

هونس نوعی



تمرکز بر نوشتن DNA، به عنوان دنباله ای برای پروژه ژنوم انسانی تصور شد. آنها اظهار داشتند که نوشتن DNA «آینده علم و پزشکی است و نوید پیشبرد ما را به سوی آینده ای بهتر می دهد. ۵,۰۰۰ / ۳۴۹

نتیجه ترجمه

یک همکاری هیجان انگیز با IndieBio SOSV، برنامه توسعه استارت آپ بیوتکنولوژی پیشرو در جهان، اعلام می شود و انتشار اکوسیستم استارت آپ و ریخته گری مجازی GP-write را رسمی می کند. تیم های GP-write و IndieBio با هم، سرمایه گذاری های جدیدی را که قابلیت های نوشتن ژنوم را ارتقا می دهند، بررسی و انتخاب خواهند کرد، گامی مهم در جهت دستیابی به مأموریت GP-write - کاهش هزینه های نوشتن و آزمایش کل ژنوم ها در دهه آینده.

آنها می گویند که کاهش هزینه و سهولت طراحی، کاربرد بالایی خواهد داشت و دسترسی گسترده ای را فراهم می کند. دانش آموزان، دانشمندان شهروند، متخصصان و صنعت به زودی می توانند نحوه طراحی ژنوم ها را از ابتدا بیاموزند و در مورد پیامدهای عملکردی این طرح ها بازخورد دریافت کنند. ابزارهایی برای مدیریت داده ها در میان یک جامعه توزیع شده، یادگیری از فرایندهای طراحی دیگران را از طریق نتایج مشترک امکان پذیر می کند.

از آنجایی که امنیت زیستی اولویت اصلی است، دیان ای اسکرپیت میزبان یک میزگرد امنیت زیستی در روز جمعه خواهد بود تا در مورد پیامدهای سنتز DNA روی پایه برای امنیت زیستی و اقداماتی که شرکت ها باید هنگام استفاده از فن آوری های مهندسی ژنوم فعال مانند پلتفرم طراحی GP-write در نظر بگیرند، بحث های مشترکی را برگزار می کند. چاپگرهای DNA اسکرپیت

دکتر جورج چرچ، استاد ژنتیک در دانشکده پزشکی هاروارد و یکی از رهبران علمی GP-write، پس از شروع به کار، خاطرنشان کرد که نرم افزار طراحی ژنوم، ریخته گری و مدل انکوباتور GP-write، زمینه مهندسی ژنوم را به حرکت در خواهد آورد. به کشف رفتارهای پیچیده بیولوژیکی و مهندسی ارگانیسم ها برای اصلاح جهش های ژنتیکی که باعث بیماری فلج کننده می شوند، آسیب به محیط زیست معکوس می کنند و آینده پایداری در بیوتکنولوژی کشاورزی ایجاد می کنند، نزدیک تر است.

منابع استفاده شده:

<http://www.genengnews.com/news/s-dna-writing-progress-presented-at-gp-writes-annual-conference>

با توجه به GP-write، توانایی نوشتن کد DNA محدود است. این به نوبه خود توانایی درک و دستکاری سیستم های بیولوژیکی را محدود می کند. آنها خاطرنشان کردند که GP-write دانشمندان را قادر می سازد تا فراتر از مشاهده به عمل حرکت کنند و استفاده از مهندسی زیست شناسی را برای رسیدگی به بسیاری از مشکلات جهانی پیش روی بشر تسهیل می کند. اما این گروه از متخصصان بسیار فراتر از توانایی یابی تشکیل شده است. آنها زیست شناسان مصنوعی و ژنتیک دانان از همه اقشار دانشگاهی و صنعتی هستند. آنها امیدوارند که هدف کاهش چشمگیر هزینه ها و تسریع در نوشتن و طراحی مجدد کل ژنوم را در دهه آینده پیش ببرند.

از جلسه ۲۰۱۹، GPW CAD، GP-write Technology Launch GPW، یک نرم افزار نسل بعدی برای طراحی کل ژنوم ژنوم هر گونه. این پلتفرم توسط داگلاس دنزمو، دکتر، دانشیار مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه بوستون منتشر و نمایش داده شد. CAD فناوری را برای پیشرفت قابلیت های نوشتن ژنوم فعال می کند و به عنوان یک پلتفرم اساسی در ریخته گری و انکوباتور بین المللی GP-write عمل می کند.

«راه اندازی فناوری GP-write اکنون با عرضه یک پلتفرم طراحی ژنوم بنیادی به اوج خود می رسد - یک «فروشگاه یک جا» در ریخته گری و انکوباتور بین المللی GP-write جدید برای طراحی، مونتاژ و آزمایش کل ژنوم ها. امی کین شوارتز، رئیس و مشاور عمومی رایتنینگ پزشکی عمومی اشاره کرد.

یک محقق به زودی قادر خواهد بود از این پلتفرم برای طراحی ژنوم استفاده کند، DNA مصنوعی را مستقیماً از شریک صنعتی GPW سفارش دهد و یک کارخانه ریخته گری را برای مونتاژ و آزمایش انتخاب کند.

شوارتز گفت: «این یک جهش فوق العاده به جلو برای جامعه زیست شناسی مهندسی و کنسرسیوم GP-write است.» ما مفتخریم که با رهبران جهانی در هیئت صنعتی خود همکاری می کنیم، زیرا مسیر را برای نوشتن آسان تر ژنوم ها هموار می کنیم.

GP-write از نزدیک با شرکای صنعتی کار کرده است و در حال گسترش دامنه آنها در این زمینه است. CATALOG Technologies اولین پلت فرم تجاری قابل دوام است که از DNA مصنوعی برای ذخیره سازی و محاسبات دیجیتال عظیم استفاده می کند. ادغام آینده می تواند یک راه حل نسل بعدی برای ذخیره مقادیر زیادی از داده های ژنومی تولید شده در نرم افزار GP-write ارائه دهد. شرکای دیگر شرکت عبارتند از Ansa، Agilent Technologies، Biotechnologies، Twist Bioscience و شرکت های اتوماسیون ویرایش ژن Lattice Automation و Inscripta.

استراتژی های کنترل آفات مبتنی بر فناوری CRISPR/Cas9

شایان هوسوی



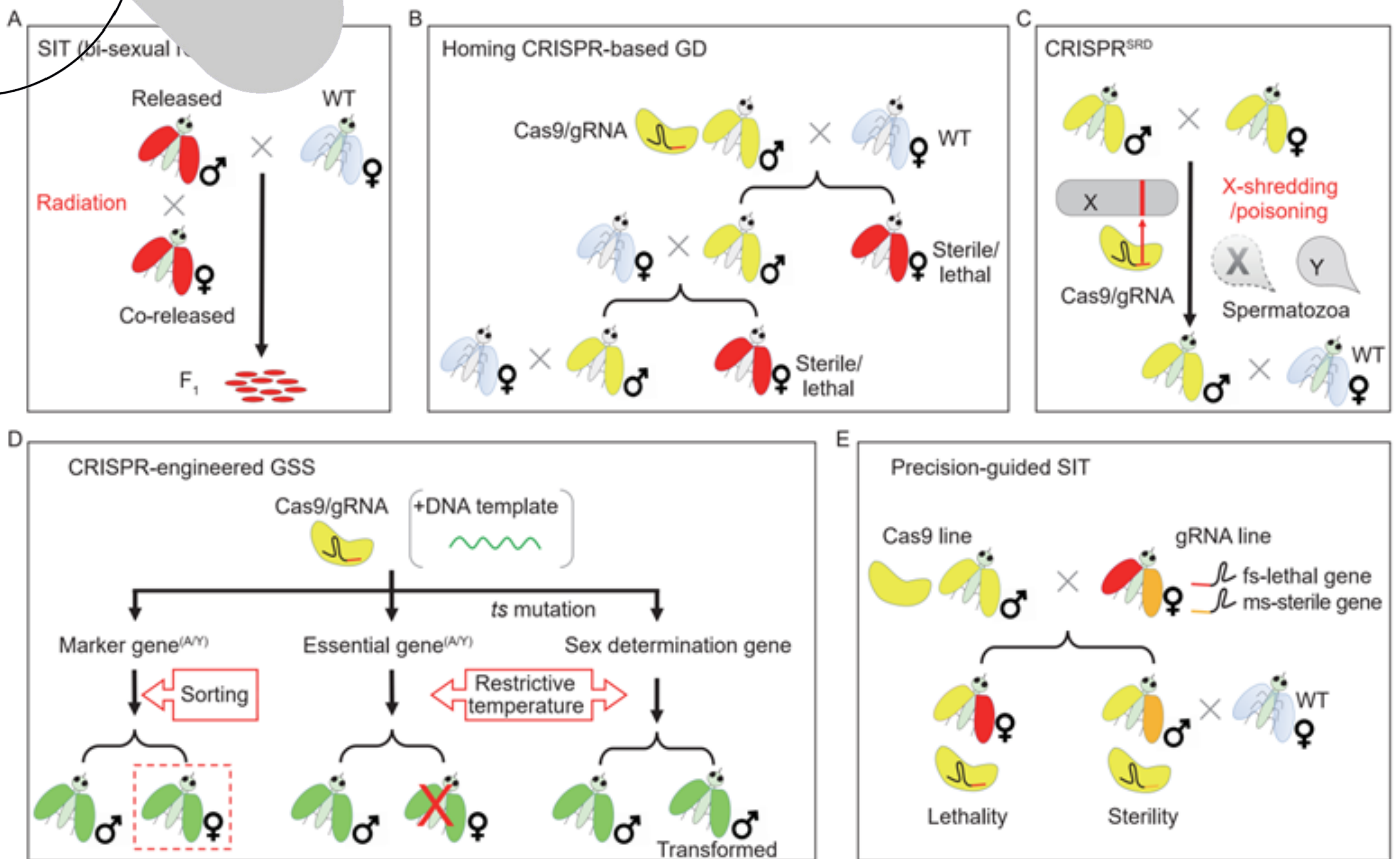
چکیده: استراتژی های کنترل ژنتیکی مانند تکنیک حشره استریل با موفقیت با حشرات در سراسر جهان مبارزه کرده است. فناوری CRISPR (تکرارهای کوتاه پالیندرومی با فواصل منظم خوشه ای)، همراه با منابع ژنومی با کیفیت بالا که در گونه های بیشتر به دست می آید توسعه سویه های جدید حشرات کنترل ژنتیکی را تسهیل می کند که می توانند در برنامه های کنترل آفات در سطح منطقه و گونه های خاص استفاده شوند. در اینجا، ما پیشرفت تحقیقات به سمت استراتژی های کنترل ژنتیکی مبتنی بر CRISPR را مرور می کنیم، از جمله محرک زن، تحریف نسبت جنسی، سویه های جنسیت ژنتیکی مهندسی شده CRISPR، و تکنیک حشره استریل با هدایت دقیق. مکانیسم های کاری این استراتژی ها، مکانیسم های توسعه مقاومت بالقوه و مقررات نشان داده شده و مورد بحث قرار گرفته اند. علاوه بر این، پیشرفت های اخیر مانند سیستم های انباشته و شرطی معرفی شده اند. ما پیش بینی می کنیم که پیشرفت در فناوری ژنتیک همچنان یکی از نیروهای محرک برای توسعه نسل بعدی استراتژی های کنترل آفات باشد.

واژگان کلیدی: حشره آفت، کنترل ژنتیکی، تکنیک حشره استریل، محرک زن، سویه های جنسیت ژنتیکی، CRISPR-Cas9

مقدمه: تغییرات اقلیمی، امنیت غذایی جهانی، پایداری محیطی و بیماری های منتقله از طریق ناقلین به چالش های بزرگ قرن بیست و یکم تبدیل شده اند. در دو دهه گذشته، حشره آفت نقش مهمی در تلفات کشاورزی ایفا می کنند و بیماری های عفونی منتقل شده توسط حشرات ناقل در سطح جهان گسترش یافته اند (اورک ۲۰۱۶، سازمان جهانی بهداشت ۲۰۱۴، دویچ و همکاران ۲۰۱۸). انتظار می رود که این مشکلات با افزایش دما و سایر عوامل تغییر آب و هوا تشدید شوند (جاکتل و همکاران ۲۰۱۹؛ تونانگ و همکاران ۲۰۲۲). در حال حاضر یکی از مهم ترین روش های مبارزه با حشرات آفت، استفاده از حشره کش ها است که می تواند برای محیط زیست و سلامت انسان خطراتی را به همراه داشته باشد (بونر و آلوانیا ۲۰۱۷، رانی و همکاران ۲۰۲۱). علاوه بر این، استفاده زیاد از حشره کش ها منجر به ایجاد مقاومت در بسیاری از گونه های آفات شده است (لیو ۲۰۱۵، ژورات فوننتس و همکاران ۲۰۲۱). بنابراین، رویکردهای جایگزین کنترل آفات که مقرون به صرفه، سازگار با محیط زیست و پایدارتر هستند، به شدت مورد نیاز هستند و یکی از کانون های تحقیقات مدیریت آفات مدرن بوده است. کنترل ژنتیکی که به عنوان مدیریت ژنتیکی آفات (GPM) نیز شناخته می شود، یک روش کنترل بیولوژیکی برای گونه های آفات است که تغییرات ژنتیکی مطلوب و ارثی را از طریق جفت گیری درون گونه ای به یک جمعیت وحشی وارد می کند (نیپلینگ و همکاران ۱۹۶۸؛ ونس و نتر ۱۹۷۵؛ کاکبرن و همکاران ۱۹۸۴؛ کورتیس ۱۹۸۵؛ هاروی ساموئل و همکاران ۲۰۱۷؛ دیووس و همکاران ۲۰۲۲). تکنیک حشره استریل (SIT) اولین روشی بود که اجرا شد و یکی از موفق ترین استراتژی های کنترل ژنتیکی برای آفات حشرات بود. SIT برای ریشه کن کردن کرم پیچ دار دنیای جدید (Cochliomyia hominivorax (Coquerel) مگس ویرانگر که دام ها، حیوانات وحش و سلامت انسان را به خطر می اندازد، از آمریکای شمالی و مرکزی مورد استفاده قرار گرفت، که دستاوردی بی سابقه در مدیریت آفات حشرات محسوب می شود (کلاسن و کورتیس ۲۰۰۵؛ اسکات و همکاران ۲۰۱۷). در یک برنامه SIT، حشرات گونه های مورد نظر به صورت انبوه پرورش داده می شوند، توسط تشعشعات عقیم می شوند و به مزرعه رها می شوند تا با هم تاییان نوع وحشی خود (WT) جفت گیری کنند، که در نتیجه هیچ فرزندی تولید نمی کند. در یک برنامه SIT، حشرات گونه های مورد نظر به صورت انبوه پرورش داده می شوند، توسط تشعشعات عقیم می شوند و به مزرعه رها می شوند تا با هم تاییان نوع وحشی خود (WT) جفت گیری کنند، که در نتیجه هیچ فرزندی تولید نمی کند (نیپلینگ ۱۹۵۵، ۱۹۵۹) (شکل ۱-۸). چنین رویکردی برای گونه های خاص، بسیار مؤثر است و با موفقیت در برنامه های مدیریت یکپارچه آفات در سطح منطقه (AW-IPM) برای مبارزه با آفات در سراسر جهان گنجانده شده است (کلاسن و کورتیس ۲۰۰۵؛ وریسن و همکاران ۲۰۲۱).

برای برنامه های SIT، ماده ها به عنوان عوامل کنترل ناکارآمد در نظر گرفته می شوند، زیرا با نرهای آزاد شده جفت می شوند و بنابراین از جفت گیری نرهای عقیم شده با ماده های WT در مزرعه جلوگیری می کنند (رندون و همکاران ۲۰۰۴؛ فرانتس و همکاران ۲۰۲۱). علاوه بر این، ماده های رها شده می توانند باعث آسیب نامطلوب به محصولات کشاورزی شوند یا در مورد حشرات ناقل، در انتقال بیماری نقش داشته باشند. علاوه بر این، تعداد زیادی از حشرات برای رهاسازی SIT مورد نیاز است تا اطمینان حاصل شود که اکثر جفت گیری ها شامل یک شریک عقیم هستند (نیپلینگ ۱۹۵۵، ۱۹۵۹؛ شلیکلن و همکاران ۲۰۰۵).

1. clustered regularly interspaced short palindromic repeats
2. genetic pest management
3. The sterile insect
4. technique (SIT)
5. wild-type



شکل ۱-۵. روش‌های استریل‌سازی حشرات (SIT) و استراتژی‌های کنترل ژنتیکی مبتنی بر CRISPR. برای برنامه‌های کنترل SIT، حشرات با تشعشع عقیم می‌شوند و جفت‌گیری بین حشرات استریل‌شده و نوع وحشی (WT) هیچ فرزندی تولید نمی‌کند. با این حال، ماده‌های عقیم شده که به طور همزمان رها می‌شوند با نرهای عقیم شده جفت می‌شوند و کارایی کنترل را کاهش می‌دهند. B، محرک ژنی مبتنی بر CRISPR (GD) وراثت سوپر مندلی را ترویج می‌کند و می‌تواند برای هدف قرار دادن ژن‌هایی که باروری یا زنده‌مانی ماده‌ها را کنترل می‌کنند، استفاده شود. C، تحریف نسبت جنسی CRISPR-Cas9 (CRISPR-SRD) به طور انتخابی توالی‌هایی را هدف قرار می‌دهد که منحصراً در کروموزوم X قرار دارند، بنابراین «خرد شدن X» یا «مسمومیت X» می‌شود. (اصلاح شده از گالیزی و همکاران ۲۰۱۶). چنین روشی منجر به تولید اسپرم‌های دارای کروموزوم Y می‌شود و جمعیتی با سوگیری نر تولید می‌کند. D، سوبیه‌های جنسیت ژنتیکی مهندسی شده توسط CRISPR (CRISPR-GSS) می‌توانند بر اساس نشانگرهای فنوتیپی برای مرتب‌سازی مکانیکی و/یا جهش‌های حساس به دما (ts) باشند. جهش در ژن‌های نشانگر فنوتیپی اتوزومال و همچنین جهش‌های ts، ایجاد شده با استفاده از ترمیم مبتنی بر همولوژی (HDR) CRISPR، در ژن‌های اتوزوم ضروری، برای بازیابی فنوتیپ WT در مردان باید از طریق جابجایی یک آلل WT عملکردی به کروموزوم A/Y نجات یابد. هنگامی که جهش ts به یک ژن تعیین جنسیت معرفی می‌شود، دمای محدودکننده می‌تواند از نظر تئوری ماده‌ها را به نرهای فنوتیپی تبدیل کند، بنابراین یک جمعیت فقط نر برای رهاسازی ایجاد می‌کند. E، SIT هدایت‌شده دقیق (pgSIT) به طور همزمان ژن‌هایی را هدف قرار می‌دهد که با عبور از خطوط بیان‌کننده Cas9 و بیانگر gRNA، کشندگی خاص زنانه (fs) و نازایی مردانه (ms) را به همراه دارند. چنین رویکردی می‌تواند تمام ماده‌ها را از بین ببرد و فقط نرهای عقیم تولید کند که می‌توانند آزاد شوند.

از یک نوکلئاز مرتبط با Cas (CRISPR) تشکیل شده است که DNA را با تشکیل شکاف‌های دورشته‌ای خاص (DSB) و یک RNA راهنمای کایمریک منفرد (sgRNA) می‌شکافت تا توالی هدف آن را شناسایی کند (هوروات و بارنگو ۲۰۱۰؛ ویدنهفت و همکاران ۲۰۱۲). sgRNA ساده سازی سیستم CRISPR طبیعی است که توسط زیست‌شناسان مولکولی با ترکیب دو RNA بیان شده جداگانه، یک CRISPR RNA (crRNA) و یک crRNA فعال‌کننده (tracrRNA) ایجاد شده است، که توسط ماشین‌های باکتریایی درون زبا برای تولید gRNA بالغ پردازش می‌شوند (دلچوا و همکاران ۲۰۱۱). DSB القا شده توسط سیستم CRISPR را می‌توان با یکی از دو مسیر ترمیم DNA سلولی ترمیم کرد: اتصال انتهایی غیر همولوگ (NHEJ) یا تعمیر مبتنی بر همسانی (HDR) (ساندرو و یانگ ۲۰۱۴). مسیر NHEJ می‌تواند درج یا حذف تصادفی (InDels) در سایت DSB ایجاد کند. بنابراین هدف‌گیری NHEJ توالی‌های کدکننده (CDS) یک ژن می‌تواند منجر به به اصطلاح حذف ژن شود، زیرا InDels می‌تواند چارچوب خواندن را قطع کند و در نتیجه از تولید صحیح پروتئین جلوگیری کند. مسیر HDR می‌تواند جهش‌های خاصی ایجاد کند یا ژن‌ها را معرفی کند. با ارائه الگوی DNA متناظر برای ترمیم، که به آن توالی ضربه می‌گویند، به ژنوم علاقه‌مند است. هر دو استراتژی ترمیم به سرعت در گونه‌های مختلف حشرات اتخاذ شده و برای ژنومیک عملکردی مورد استفاده قرار

بنابراین، جداسازی جنسی کارآمد حشرات در مراکز پرورش دسته‌جمعی و رهاسازی تنها نرها از عوامل مهمی بوده است که کارایی SIT را بهبود می‌بخشد. سوبیه‌های تعیین جنسیت ژنتیکی (GSS) بر اساس جداسازی جنسی که توسط فنوتیپ‌های خاص جنسی فعال شده‌اند، یا سوبیه‌های تعیین جنسیت تراریخته (TSS) بر اساس کشندگی مشروط ویژه زن که توسط ژن (ها) اعطا می‌شود، برای حذف تا ۱۰۰٪ ماده‌ها از جمعیت‌های آزادسازی شده توسعه داده شده‌اند (هاروی ساموئل و همکاران ۲۰۱۷؛ آلفی و بونسال ۲۰۱۸؛ فرانتس و همکاران ۲۰۲۱؛ هاگرو و همکاران ۲۰۲۱). همچنین شناخته شده است که تشعشعات اغلب تناسب اندام حشرات را کاهش می‌دهد و در نتیجه حشرات رقابتی کمتری نسبت به هم‌تایان WT خود برای رهاسازی دارند (لنس و همکاران ۲۰۰۰؛ کلاسن و کورتیس ۲۰۰۵؛ دیاس و همکاران ۲۰۲۱). این امر به ویژه در مورد آفات بال غشاییان صادق است زیرا آنها در برابر تشعشعات یونیزان بسیار مقاوم هستند و بنابراین برای ایجاد عقیم کامل نیاز به دوزهای بالایی از اشعه گاما یا X دارند (سیمونزو و همکاران ۲۰۱۰؛ مارک و وریسن ۲۰۱۷). بنابراین، استراتژی‌های کنترل ژنتیکی که عوامل آزادکننده مؤثرتر و قوی‌تری تولید می‌کنند، کارایی کلی برنامه SIT را بیشتر بهبود می‌بخشد و دامنه فناوری گونه‌های هدفمند و اهداف کنترل را افزایش می‌دهد (مثلاً سرکوب در مقابل ریشه‌کنی).

در دهه گذشته، توسعه سریع و کاربرد گسترده فناوری‌های ویرایش ژن مبتنی بر CRISPR (تکرارهای کوتاه پالیندرومیک خوشه‌ای با فاصله منظم) در علوم زیستی صورت گرفته است (دودنا و شارپنیتیه ۲۰۱۴؛ هسو و همکاران ۲۰۱۴؛ نات و دودنا ۲۰۱۸؛ کانن و کیم ۲۰۲۱). در اصل، سیستم CRISPR از سیستم ایمنی تطبیقی باکتری‌ها و باستانی‌ها مشتق می‌شود. مشتق قابل اجرا

گرفته اند (سان و همکاران ۲۰۱۷؛ تانینگ و همکاران ۲۰۱۷). علاوه بر این، هر دو رویکرد در استراتژی‌های کنترل ژنتیکی مختلف در برابر آفات حشرات، به عنوان مثال، محرک‌های ژن خانگی مبتنی بر CRISPR، که از طریق HDR کار می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفتند (گانتزو و بیر ۲۰۱۵)، یا تعریف‌های جنسی مبتنی بر CRISPR (CRISPRSD) که بر اختلال ژن مبتنی بر NHEJ متکی هستند (گالیزی و همکاران ۲۰۱۶).

پیشرفت قابل توجهی در زمینه ژنومیک نیز حاصل شده است. از طریق پروژه‌های تکمیل شده و در حال انجام ژنوم حشرات و همچنین پایگاه‌های اطلاعاتی مانند NCBI BioProjects، i0K، InsectBase و AS، ژنوم‌ها و رونوشت‌های باکیفیت بسیاری از گونه‌های حشرات جمع‌آوری و در دسترس محققان قرار گرفت (پولچاو و همکاران ۲۰۱۵؛ یین و همکاران ۲۰۱۶؛ کیان و وان ۲۰۱۸؛ لی و همکاران ۲۰۱۹). این منابع تحقیقات شبکه‌های ژنتیکی زیربنای تولید مثل، تعیین جنسیت و توسعه در گونه‌های مختلف حشرات را تسهیل می‌کنند، که دانش حیاتی را برای توسعه یک استراتژی کنترل ژنتیکی خاص برای حشرات آفت فراهم می‌کند. در دسترس بودن داده‌های ژنومی و یافته‌های جدید در تحقیقات ژنتیکی، اشتیاق به استفاده از این ابزارهای مولکولی جدید و مکان‌ها/ژن‌های هدف جدید برای کنترل ژنتیکی را افزایش می‌دهد که منجر به بسیاری از رویکردهای نویدبخش می‌شود. در اینجا، استراتژی‌های پیشرفته برای کنترل ژنتیکی حشرات آفات با استفاده از سیستم‌های مبتنی بر CRISPR را مرور می‌کنیم. یافته‌های اخیر، مکانیسم‌های مقاومت، جنبه‌های نظارتی و پیشرفت‌های احتمالی آینده آن استراتژی‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲. استراتژی‌های کنترل ژنتیکی مبتنی بر CRISPR: برای غلبه

بر معایب احتمالی SIT، مانند کاهش کارایی ناشی از انتشار دوجنسی (در مواردی که جداسازی جنسی در مقیاس پرورش انبوه در دسترس نیست) یا لزوم رهاسازی مکرر مقادیر زیادی از حشرات (به دلیل غیربهبوده بودن عوامل کنترل)، سیستم‌های مبتنی بر CRISPR برای معرفی تغییرات ژنتیکی و تولید سویه‌های ژنتیکی برای کنترل حشرات توسعه یافته‌اند. این استراتژی‌ها عمدتاً در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شده‌اند، اما می‌توانند برای کاربردهای میدانی در آینده امیدوارکننده باشند.

۲.۱. **محرک ژنی مبتنی بر CRISPR:** محرک ژن برای کنترل آفات با وارد کردن ژن (های) مطلوب به جمعیت‌های طبیعی بر اساس وراثت فوق مندلی ژن (ها) با استفاده از عنصر (ها) ژنتیکی خود خواه عمل می‌کند (کورتیس ۱۹۶۸؛ سینکینز و گولد ۲۰۱۶؛ چمپرو و همکاران ۲۰۱۶). استراتژی محرک ژنی را می‌توان برای سرکوب جمعیت، با معرفی یک ژن موثر که باعث مرگ و میر یا سوگیری جنسی می‌شود، استفاده کرد که منجر به کاهش نتایج در هر نسل می‌شود، یا برای اصلاح جمعیت، با گسترش یک نوع ژنتیکی که یک صفت مضر را از بین می‌برد، اما جمعیت گونه مورد نظر را حفظ می‌کند (چمپرو و همکاران ۲۰۱۶؛ رابان و همکاران ۲۰۲۰؛ دیووس و همکاران ۲۰۲۲). عناصر ژنتیکی خود خواه که برای مهندسی سیستم‌های محرک ژنی پذیرفته شده یا پیشنهاد شده‌اند، شامل عناصر طبیعی مانند ترانسپوزون‌ها هستند (ریبیر و کیدول ۱۹۹۴؛ سینکینز و بیر ۲۰۱۶؛ بیر ۲۰۲۲)، منطقه‌ای از DNA هسته‌ای که فقط در برخی از سوسک‌های آرد به نام Medea یافت می‌شود (اثر مادری بر توقف جنینی غالب) (بیمن و همکاران ۱۹۹۲؛ وید و بیمن ۱۹۹۴؛ بیمن و فریسن ۱۹۹۹) یا برخی از باکتری‌های داخل سلولی مانند Wolbachia (تورلی و هافمن ۱۹۹۱؛ سینکینز و گادفری ۲۰۰۴، ۲۰۰۴). علاوه بر این، سیستم‌های مصنوعی مانند سیستم‌های Medea مصنوعی، غلبه مهندسی شده یا ژن‌های اندونوکلاز خانگی (HEGs) برای هدایت ژن‌ها به یک جمعیت توسعه یافته‌اند (سینکینز و گولد ۲۰۱۶؛ چمپرو و همکاران ۲۰۱۶؛ رابان و همکاران ۲۰۲۰؛ هی و همکاران ۲۰۲۱). سیستم‌های Medea مصنوعی نشان داده شده در گونه‌های مگس سرکه حاوی یک microRNA مادری (miRNA) («سم») در ماده‌های حامل می‌شوند که یک ژن جنینی ضروری (مانند myd88) را در همه جنین‌ها هدف قرار می‌دهند، و یک ژن هدف دوباره کدگذاری شده («پادزهر») که توسط

miRNA خاموش نمی‌شود. این دو عنصر کاملاً به هم مرتبط هستند و همیشه با هم به ارث می‌رسند (چن و همکاران ۲۰۰۷؛ اکبری و همکاران ۲۰۱۴؛ بوچمن و همکاران ۲۰۱۸). ژن هدف دوباره کدگذاری شده در مرحله زیگوتیک بیان می‌شود، بنابراین جنین‌هایی را که سیستم مدیا را به ارث می‌برند نجات می‌دهد. با توجه به اثر کشنده بر فرزندان غیردارای Medea، فراوانی نتایج متوازن در جمعیت افزایش می‌یابد. بنابراین، یک ژن محموله مرتبط با سیستم Medea می‌تواند در یک جمعیت پخش شود (وارد و همکاران ۲۰۱۱؛ اکبری و همکاران ۲۰۱۴). علاوه بر خاموش کردن ژن‌های ضروری با واسطه RNAi، هدف‌گیری ژن مبتنی بر CRISPR برای مهندسی از سیستم «سموم - پادزهر» (چمپرو و همکاران ۲۰۲۰a، ۲۰۲۱)، یا («شکستن و نجات») استفاده شد (اوبرهوفر و همکاران ۲۰۱۹، ۲۰۲۰، ۲۰۲۱). این استراتژی‌ها می‌توانند با هدف قرار دادن یک ژن ضروری با استفاده از سیستم CRISPR، اثر کشنده‌ای ایجاد کنند و نجات با ارائه نسخه‌ای از ژن ضروری و مقاوم به برش دوباره کدگذاری شده به دست می‌آید.

محرک انحرافی مهندسی شده مبتنی بر یک صفت زیر سلطه است که منجر به تناسب اندام هتروزیگوت‌ها (یا فرزندان آنها) در مقایسه با هموزیگوت‌های والدینی می‌شود. بنابراین، اگر یک ژن ترازیکه با چنین صفت زیر سلطه‌ای مرتبط باشد، در جمعیت گسترش می‌یابد (ماگوری و گولد ۲۰۱۶؛ آلتروک و همکاران ۲۰۱۰؛ اکبری و همکاران ۲۰۱۳). سیستم‌های تحت سلطه به سطوح آزاد اولیه بالایی برای گسترش محرک نیاز دارند و بنابراین می‌توان از آنها برای محدود کردن دستکاری جمعیت به صورت محلی استفاده کرد (چمپرو و همکاران ۲۰۱۶؛ هی و همکاران ۲۰۲۱؛ بیر ۲۰۲۲). سیستم‌های تحت سلطه شامل جابه‌جایی‌های کروموزومی متقابل، پادزهر سمی تک و دو جایگاهی و همچنین سیستم‌های Medea مضاعف می‌شوند (چمپرو و همکاران ۲۰۱۶، ۲۰۲۰b؛ هی و همکاران ۲۰۲۱). یک جابجایی کروموزومی متقابل، هتروزیگوت‌های حامل جابجایی را که یک مجموعه ژن مکمل را به ارث نمی‌برند، از بین می‌برد. این رویکرد برای تثبیت ژن‌های مطلوب در جمعیت‌های حشرات آفات پیشنهاد شد (کورتیس ۱۹۶۸؛ رابینسون ۱۹۷۶). Medea مضاعف از دو مجموعه سم-پادزهر Medea مبتنی بر RNAi استفاده می‌کند و هر پادزهر به طور محکم به سم برای Medea دیگر مرتبط است (اکبری و همکاران ۲۰۱۳). بنابراین، نتایج برای زنده ماندن باید هر دو ساختار را به ارث ببرند، در حالی که آنهایی که ساختار پادزهری را به ارث می‌برند یا تنها یک سازه پادزهر را به ارث می‌برند، با تقلید از وضعیت زیر سلطه می‌میرند. برای محرک‌های کم غلبه متکی بر سم و پادزهر، هدف‌گیری ژن مبتنی بر CRISPR می‌تواند برای مهندسی عضو سم همانطور که قبلاً توضیح داده شد، استفاده شود. نشان داده شده که بسیاری از استراتژی‌های درایو ژن مبتنی بر CRISPR (CRISPR-GD) به طور مؤثر یک ژن یا یک سیستم ژنتیکی را در جمعیت مگس سرکه وارد می‌کنند (چمپرو و همکاران ۲۰۱۶؛ رابان و همکاران ۲۰۲۰؛ هی و همکاران ۲۰۲۱؛ بیر ۲۰۲۲؛ دووس و دیگران ۲۰۲۲؛ ورکوییل و همکاران ۲۰۲۲).

سیستم محرک ژن HEGs یک ژن اندونوکلاز را در ژنوم جای می‌دهد، که محصول آن سپس در محل هدف بر روی کروموزوم همولوگ در مقابل موقعیت HEG تقسیم می‌شود که به HEG اجازه می‌دهد تا از طریق HDR بر روی کروموزوم همولوگ کپی شود (گیمبل ۲۰۰۰؛ سینکینز و گولد ۲۰۱۶). توسعه چنین درایوهای ژنی مبتنی بر هومینگ تا حد زیادی توسط سیستم CRISPR تسهیل می‌شود که امکان ساخت عضوهای ژنی Cas9-gRNA شبه HEG را فراهم می‌کند. مگس ملانواگستر نشان داد که یک عضو Cas9-gRNA از کروموزوم مبدأ به کروموزوم همولوگ وارد می‌شود (گانتس و بیر ۲۰۱۵). به عنوان مثال، ژن‌های باروری جنس ماده را می‌توان هدف قرار داد (شکل ۱-b) این برای کنترل پشه مالاریا *Anopheles gambiae* با هدف قرار دادن سه ژن غنی شده با تخمدان، از جمله AgAP-5958 (ارتولوگ *Drosophila* yellow-g)، AgAP-7780 (ارتولوگ *Drosophila* yellow-g)، و AgAP-11377 (ارتولوگ *Drosophila* AgAP-5958) مورد استفاده قرار گرفت (هاموند و همکاران ۲۰۱۶؛ کیرو و همکاران ۲۰۱۸). در این مطالعات، جمعیت قفس از بین رفت، زیرا ماده‌های جهش یافته هموزیگوت AgAP-5958، AgAP-11377، و AgAP-7780 تخم تولید نکردند، در حالی که جهش یافته AgAP-7780 تخم‌هایی گذاشت که از تخم خارج نشدند. به طور مشابه، در *Drosophila melanogaster*، ژن‌های زرد-g تغییر شکل یافته و به ترتیب برای عقیمی ماده و مرگ جنینی هدف قرار گرفتند (اوبرهوفر و همکاران ۲۰۱۸). به طور خاص، بیشتر مگس‌هایی که کمپلکس gRNA/Cas9 را از مادر به ارث

برده‌اند، یا عقیم بوده یا مرده‌اند، این نشان می‌دهد که ممکن است یک پروموتور اختصاصی نر برای بیان Cas9 ترجیح داده شود، بنابراین انتقال Cas9 از اسپرم به زیگوت حداقل انجام می‌شود (اوبرهافر و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر زن‌هایی که مستقیماً باعث کشتندگی یا عقیمی می‌شوند، زن‌های تعیین جنسیت مانند ترانسفورماتور (tra) مورد هدف قرار گرفتند، در نتیجه ماده‌ها به صورت بین جنسی رشد کردند و عقیم شدند (کارامی و همکاران، ۲۰۰۸). شبیه‌سازی‌های بیشتر نشان داد که باروری ماده‌های هتروزایگوت حامل یک جهش tra ممکن است نقش مهمی در سرکوب آفات حشره‌ای مانند مگس میوه مدیترانه‌ای *Ceratitis capitata* داشته باشد، که در آن افراد دگرجنس گرا (XX Karyotype) بارور هستند و به کارایی محرک کمک می‌کنند (پن و همکاران، ۲۰۰۲؛ کارامی و همکاران، ۲۰۱۸؛ مکاریلو و همکاران، ۲۰۱۹). با هدف قرار دادن زن‌های رنگدانه ای k^{yh} و زرد (y)، تقسیم خط زایا یا Germline با واسطه Cas9 مشاهده شد. با این حال، کارایی پیش‌رانه پایین بود، احتمالاً به دلیل بیان ناکافی Cas9 در میوز اولیه (ژو و همکاران، ۲۰۲۲). با این وجود، این مطالعه به امکان پذیر بودن هم‌زیستی CRISPR-GD در گونه بال غشائیان اشاره کرد، که می‌تواند با استفاده از عناصر تنظیمی خاص خط زایا برای کنترل بیان Cas9 بهبود یابد.

۲.۲. تحریف نسبت جنسی CRISPR-Cas9 (CRISPRSRD): برای دستکاری نسبت جنسی حشرات برای کنترل آفات، یک سیستم تحریف نسبت جنسی مصنوعی قبلاً در *Anopheles gambiae* با بیان نابجای یک اندونوکلاز هامینگ، PpoI-1، که در ابتدا از کپک *Physarum polycephalum* شناسایی شده بود، مهندسی شد (فلیک و همکاران، ۲۰۱۴). این فرآیند که X-shredding نامیده می‌شود، منجر به تولید اسپرم‌های دارای کروموزوم Y شد و زمانی که نرهای مهندسی شده با ماده‌های WT جفت شدند، تا ۹۵ درصد فرزندان مذکر تولید شد (گالیزی و همکاران، ۲۰۱۴). برای تقلید از X-shredding با واسطه PpoI-1، یک سیستم CRISPRSRD نیز در *Anopheles gambiae* با استفاده از یک پروموتور $\beta 2$ -توبولین ($\beta 2t$) برای بیان اختصاصی اسپرماتوزن یک Cas9 اندونوکلاز و عضو gRNA که خوشه‌های rDNA را هدف قرار می‌دهد توسعه یافت. کروموزوم X، که منجر به تحریف شدید نسبت جنسی می‌شود، مشابه استراتژی I-PpoI (گالیزی و همکاران، ۲۰۱۶) (شکل ۱-۲). از آنجایی که زن‌های rDNA در اکثر حشرات به یک خوشه منفرد در کروموزوم X محدود نمی‌شوند، توسعه استراتژی CRISPRSRD در گونه‌های هدف جدید به جستجوی تکرارهای توالی که منحصراً در کروموزوم X قرار دارند متکی است (پاپاتانوس و ویندبیچلر، ۲۰۱۸). خط لوله بیوانفورماتیک برای شناسایی عناصر توالی کوتاه و بسیار فراوان که الزامات سیستم CRISPRSRD را برآورده می‌کنند طراحی شده است (پاپاتانوس و ویندبیچلر، ۲۰۱۸).

۲.۳. سویه‌های جنسیت ژنتیکی مهندسی شده با GSS (CRISPR مهندسی شده توسط CRISPR): استفاده از GSS (مانند Y-VIENNA و ۸-VIENNA) برای مگس سرخ (در برنامه‌های SIT یک مثال کلاسیک از مدیریت یکپارچه آفات در سطح منطقه است (رندون و همکاران، ۲۰۰۴؛ فرانتس و همکاران، ۲۰۲۱)). مگس سرخ مورد استفاده برای «GSS کلاسیک» با استفاده از یک جهش طبیعی، جهش زایی، و رویکردهای ژنتیکی کلاسیک توسعه یافته است. آنها بر اساس دو نشانگر فنوتیپی مغلوب، سفیره سفید (wp) و حساس به دمای کشنده (tsi) هستند که بر روی کروموزوم شماره ۵ مگس سرخ قرار دارند. برای دستیابی به فنوتیپ‌های جنسی خاص، آلل‌های WT مربوطه با القای شکست‌های کروموزوم با استفاده از تابش (Y:A) به کروموزوم Y منتقل شدند. در مقابل، نرهای هتروزایگوت سفیره قهوه‌ای دارند و می‌توانند در دمای بالا به دلیل آلل‌های WT عملکردی روی کروموزوم Y زنده بمانند (فرانتس و همکاران، ۲۰۲۱). همین امر در مورد قرار دادن آلل WT بر روی کروموزوم Y با استفاده از تابش برای القای جابجایی‌های کروموزومی تصادفی صادق است. با این حال، اگر زن‌ها و جهش‌های مسئول ویژگی‌های فنوتیپی مورد نظر شناخته شوند، سیستم CRISPR می‌تواند روش راحت‌تر، انعطاف‌پذیرتر و قابل انتقال‌تری را برای مهندسی GSS («نئوکلاسیک») GSS مهندسی شده توسط CRISPR ارائه دهد (شکل ۱-۳). روش‌های ویرایش ژنوم مبتنی بر CRISPR می‌تواند برای ایجاد جهش‌های مورد نظر (مانند wp یا tsi) در زن‌های مربوط به گونه‌های مختلف آفت مورد استفاده قرار گیرد (هاکرو و همکاران، ۲۰۲۱؛ وارده و همکاران، ۲۰۲۱). پیوند جنسی را می‌توان با ضربه زدن به واسطه

HDR از آلل WT مربوطه در یک موقعیت مناسب روی کروموزوم Y (در نتیجه ایجاد یک نسخه سوم از ژن) یا با القای DSB‌های با واسطه CRISPR در موقعیت‌های هدفمند بر روی کروموزوم کروموزوم Y و اتوزوم حامل ژن نشانگر به دست آورد.

۲.۴. SIT با هدایت دقیق (pgSIT): برای توسعه سیستم‌های جنسیت ژنتیکی برای کاربرد SIT در گونه‌های آفت بال غشائیان، یک سیستم کشته مخصوص ماده و جنین در کرم ابریشم *B. mori* نشان داده شد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۸). این شامل یک سویه «فعال‌کننده» است که حاوی عضو نانوس (Cas9-nos) و یک نشانگر DsRed روی کروموزوم W تولید شده توسط TALENs، و یک سویه «اثرکننده» حامل عضو بیانگر gRNA است که زن تعیین جنسیت Bmtra2 را هدف قرار می‌دهد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۸). اگرچه مکانیسم مولکولی هنوز مشخص نیست، مشخص شد که Bmtra2 برای رشد جنینی ماده‌ها ضروری است. عبور از فعال‌کننده (Cas9-nos) به خط اثرگذار (gRNABmtra2-U7) بیان Bmtra2 را قطع کرد و تمام ماده‌ها را در طول جنین زایی کشت (زو و همکاران، ۲۰۱۷؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، برای تولید *P. xylostella* استریل که می‌تواند بدون تشعشع آزاد شود، یک زن تعیین جنسیت بازدارنده سوماتیک عنصر P (PSI) شناسایی شد که اتصال یک ایزوفرم اختصاصی مردانه dsx را تنظیم می‌کند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۱). حذف این زن با استفاده از سیستم CRISPR/Cas9 منجر به عقیمی کامل نر شد زیرا جفت‌گیری ماده‌های WT با نرهای جهش‌یافته تخم‌هایی را تولید کرد که از تخم خارج نشدند. اخیراً، یک زن PMFBP1 (فاکتور تعدیل‌شده با پروتئین ۱) *B. mori* که برای اسپرم‌زایی ضروری است، شناسایی شد. تجزیه و تحلیل بیشتر نشان داد که کمبود BmPMFBP1 هیچ تأثیری بر اسپرم‌آپیرن نابارور هسته دار نشان نداد، اما بر مهاجرت اسپرم‌آپیرن بارور هسته دار تأثیر گذاشت و منجر به ناباروری نرها شد (یانگ و همکاران، ۲۰۲۲).

۳. جمع‌بندی: استفاده از عناصر ژنتیکی خودخواهانه و دستکاری نسبت‌های جنسی برای مدیریت آفات حشرات ایده جدیدی نیست (کریگ و همکاران، ۱۹۶۰؛ هیکی و کریگ، ۱۹۶۶؛ کرتیس، ۱۹۶۸؛ نیپلینگ و همکاران، ۱۹۶۸). با این حال، قبل از زیست‌شناسی مولکولی مدرن، اکتشاف این ایده‌ها در درجه اول بر جهش‌ها یا عناصر ژنتیکی طبیعی متکی بود. استفاده از مهندسی ژنتیک مولکولی و تبدیل حشرات در گونه‌های مختلف بر بسیاری از مشکلات حل‌ناپذیر قبلی با استفاده از روش‌های سنتی غلبه کرده است. علاوه بر این، فناوری CRISPR امکان انجام تغییرات دقیق، کارآمد، انعطاف‌پذیر و قابل انتقال زن یا ژنوم را متحول کرد که به محققان اجازه می‌دهد ترجمه کنند. ایده‌ها سریع‌تر از همیشه عملی می‌شوند. در عین حال، پیشرفت‌های اخیر در فن‌آوری‌های توالی‌یابی و بیوانفورماتیک، مونتاژ ژنوم‌ها و رونوشت‌های باکیفیت را ترویج می‌کنند که طراحی و توسعه استراتژی‌های کنترل ژنتیکی را بسیار تسهیل می‌کند. کاربرد احتمالی یک رویکرد خاص، مانند CRISPR-GD، CRISPRSRD، مهندسی شده با CRISPR، و pgSIT که در اینجا معرفی شده است، به کارایی و مقررات اعمال شده برای هر مورد خاص بستگی دارد، که بیشتر تابع مکانیسم کاری آن است. خطرات بالقوه و مقررات متفاوتی که در حال حاضر در مورد سیستم‌های ژنتیکی یکسان در سراسر جهان اعمال می‌شود. با افزایش نگرانی‌ها در مورد امنیت غذایی جهانی و سلامت عمومی، می‌توان پیش‌بینی کرد که کنترل ژنتیکی به عنوان یک حوزه تحقیقاتی در حال توسعه باقی خواهد ماند که با آفات کشاورزی و ناقلان بیماری‌های انسانی مبارزه می‌کند و ارزیابی هر سیستم منفرد باید برای علم مبتنی بر قوانین فراملیت در نظر گرفته شود.

منابع:

(Ying YAN#, Roswitha A. AUMANN, Irina HACKER, Marc F. SCHETELIG, ۲۰۲۳)

گیاهه ۳۰۰ برابر شیرین تر از قند و شکر که ضرر هم ندارد

شیدای محمودی



قند و شکر و هیچ گونه عارضه جانبی دیگر ندارد.

با توجه به شیوع بالای دیابت در ایران، ترکیبات گیاه استویا جایگزین مناسبی برای قند و شیرین کننده های قندی در مبتلایان به دیابت و دیگر افراد دارای رژیم های بدون قند است میزان ترکیبات شیرین کننده ربودیوزاید و استویوزاید در ارقام استویا موجود در ایران تنها حدود ۳.۱ و ۴.۲ درصد است به طوری که اساسا مزه تلخی دارند؛ لذا محققان در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، با کمک راهکارهای نوین فیزولوژیک مانند استفاده از تنظیم کننده های رشد طبیعی و تکنیک های نوآورانه دیگر موفق به تغییر جهت تولید و هدایت متابولیت های ثانویه حدواسط و غیر ضروری به سمت تولید شیرین کننده های هدف شده اند به طوریکه توانسته اند میزان تولید ربودیوزاید آرابه حدود ۹ درصد و استویوزاید کل گیاه را به ۱۲ درصد افزایش دهند. علاوه بر این، عملکرد برگ این گیاه به بیش از پنج تن در هکتار افزایش داده شد.

محققان پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی موفق به افزایش تولید برگ و ترکیبات شیرین کننده موجود در برگ گیاه استویا شدند که منبعی طبیعی برای تولید شیرین کننده های جایگزین قند و شکر است.

استویا، گیاهی چند ساله و حساس به سرما است و تعداد برداشت و چین بستگی به دمای منطقه دارد. هر چقدر منطقه در مدت زمان طولانی تری گرم باشد تعداد چین افزایش می یابد. در مناطقی با زمستان ملایم تا پنج سال گیاه در زمین باقی می ماند.

مناطق گرم و دارای آب کافی مستعد کشت استویا هستند و لذا در ایران هم امکان کشت آن در سطح وسیع وجود دارد، در حال حاضر استان های فارس، گیلان و گلستان بیشترین کشت استویا را به خود اختصاص داده اند.

منشا شیرینی برگ های استویا، وجود موادی موسوم به استویوزاید و ربودیوزاید است که شیرین کنندگی آن ها ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر شکر است و در عین حال بدون کالری بوده و مضرات



گزارش بازدید از پنجمین همایش بین المللی و سیزدهمین همایش ملی بیوتکنولوژی ایران در دانشگاه شهید بهشتی تهران



شنا علوی غازانی

زیست فناوری صنعت و محیط زیست و زیست فناوری گیاهی برگزار شد. همایش امسال با شعار جهان آینده؛ جهان بیوتکنولوژی برگزار میشود.

جمهوری اسلامی ایران نیز به لطف استعداد های کم نظیر خود سوار بر قطار بیوتکنولوژی می شود که به جایگاهی شایسته در این فناوری دست یابد تأکیدات قوی و فعلی مقام معظم رهبری (مد ظله العالی) در حمایت از توسعه این فناوری، قرارگیری بیوتکنولوژی در ردیف فناوری های اولویت الف نقشه جامع علمی کشور و تأکید آن سند بر لزوم دستیابی به سهم سه درصدی از بازار بیوتکنولوژی جهان توسعه زیر ساخت های لازم تأسیس ستاد توسعه زیست فناوری و حمایت از سرمایه گذاری بخش خصوصی، مبین اهمیت این فناوری پیشرفته در افق آینده ایران است.

افتتاحیه همایش با حضور جمعی از اساتید دانشجویان پژوهشگران حوزه بیوتکنولوژی و دانش آموزان، المپیادی در سالن ابوریحان دانشگاه شهید بهشتی در روز ۱۶ مهرماه ۱۴۰۲ برگزار گردید.

در افتتاحیه، همایش جناب آقای دکتر زینلی ریاست محترم انجمن بیوتکنولوژی جناب آقای دکتر محمدی رئیس پژوهشگاه و همایش جناب آقای دکتر اصفهانی دبیر علمی جناب آقای دکتر سعیدی معاون آموزش دانشگاه شهید بهشتی و جناب آقای دکتر مهبودی عضو هیئت مدیره شرکت دارویی سیناژن در سالن ابوریحان سخنرانی ایراد داشتند.

روز دوم همایش دکتر آرش جوانمرد دکترای ژنتیک اصلاح دانشگاه تبریز مسئول محور زیست فناوری جانوری سخنرانی های کلیدی بخش بین المللی را داوری نمودند در قسمت برنامه سخنرانی های محور زیست فناوری جانوری دکتر کریم حسن پور استاد یار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز به عنوان سخنرانی کلیدی در موضوع ایراد فرمودند همچنین دکتر آرش جوانمرد در محوریت دیدگاه تعیین مولکولی مکانیسم بازدهی بالای تولید مثل در گوسفند رومانوف و آمیخته های آن بر مبنای ژن های کاندیدا سخنرانی کردند. دانشجویان دانشگاه تبریز نیز در این همایش خوش درخشیده و در محورهای متعدد اعم از زیست فناوری جانوری و گیاهی و صنعت و محیط زیست مقاله هایی ثبت نمودند مراسم اختتامیه روز ۱۸ مهرماه در سالن ابوریحان با سخنرانی دبیر اجرایی و اهدای جوایز برای اساتید و مسئولان زحماتش تقدیر تشکر و برنامه های هنری اجرا شد.

به نقل از روابط عمومی پنجمین همایش بین المللی و سیزدهمین همایش ملی بیوتکنولوژی ایران و به گزارش پایگاه اطلاع رسانی بیوتکنولوژی ایران دکتر بهزاد قره یاضی دبیر علمی همایش ملی بیوتکنولوژی ۱۴۰۲ در حاشیه برگزاری جلسات کمیته علمی این همایش اعلام کرد همایش بیوتکنولوژی که به صورت دو سال یکبار با تلاش انجمن علمی بیوتکنولوژی برگزار می شود را می توان بزرگترین و شناخته شده ترین رخداد علمی کشور در حوزه بیوتکنولوژی دانست که گستره های وسیع از شاخه های علم مهم و آینده ساز را پوشش میدهد به طور معمول در این همایش شاهد حضور گسترده مهمانان داخلی و خارجی و افراد شاخص زیست فناوری هستیم. امسال نیز با مشارکت و همدلی انجمن های علمی بیوتکنولوژی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک، ایمنی زیستی و پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، ایران انستیتو پاستور، دانشگاه خاتم، گیلان شهید باهنر کرمان و به خصوص دانشگاه یزد انتظار میرود بالغ بر ۱۵۰۰ نفر از دانشمندان سراسر جهان در این همایش شرکت کنند.

دبیر علمی همایش بیوتکنولوژی ادامه داد محور و کارگروه های این همایش به گونه ای تنظیم شده است که شاید برای اولین بار در مباحث نظری بیوتکنولوژی مانند حقوق زیست فناوری سیاست گذاری و تجاری سازی و حتی فقه زیست فناوری نیز میزبان اندیشمندان و افراد صاحب نظر باشیم و بتوانیم گامی در راستای تحقیقات و مقالات چند رشته ای برداریم بر این اساس، از تمامی اندیشمندان دانشگاه ها و مراکز علوم انسانی و اجتماعی نیز جهت مشارکت در همایش بیوتکنولوژی و کمک به غنای علمی آن دعوت می کنم.

این همایش در سالن همایش های بین المللی دانشگاه شهید بهشتی در تاریخ ۱۶ الی ۱۸ مهرماه ۱۴۰۲ به صورت مشترک و با همکاری فدراسیون بیوتکنولوژی آسیا و انجمن بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران و پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری برگزار شد. همچنین این همایش در محورهای تجاری سازی محصولات زیست فناوری بیو انفورماتیک مباحث نظری زیست فناوری زیست فناوری پزشکی و دارویی زیست فناوری، جانوری





کشاورزی سلول بیوتکنولوژی صنعتی برای مواد غذایی و مواد اولیه

سمیه محمدخانی^۱

^۱ دانشجوی ارشد زیست فناوری مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
مسئول مکاتبات: somaye.mohammadkhani1430@gmail.com



چکیده

تغییرات اساسی در کشاورزی و تولید مواد غذایی اجتناب ناپذیر است. تامین غذا برای جمعیت رو به افزایش، چالش بزرگی خواهد بود که همزمان با فشار برای کاهش اثرات منفی زیست محیطی کشاورزی روبرو است. تولید بیوتکنولوژیکی محصولات بدون سلولی برای مواد غذایی و مواد اولیه قبلاً آزمایشی شده است، اما سود کامل کشاورزی سلولی تازه شروع به ظهور کرده است. گوشت پرورشی یک فناوری امیدوارکننده برای پروتئین های حیوانی است، اما هنوز نیاز به توسعه بیشتر دارد. مفهوم سلول های گیاهی به عنوان غذا جایگزین بسیار جذابی برای به دست آوردن مواد خام غذایی سالم، غنی از پروتئین و متعادل از نظر تغذیه ای ارائه می دهد. علاوه بر این، میکروپ های کشت شده را می توان به طیف وسیعی از مواد بیوسنتزی تبدیل کرد. کنترل بهتر بر خواص ساختاری در تمام کاربردهای سلولی کشت شده اهمیت فزاینده ای خواهد داشت.

مقدمه

تغییر سیستم غذایی فعلی بطور همزمان به سمت اهداف ارائه رژیم غذایی سالم و پایداری محیطی یکی از چالش های بزرگ زمان کنونی است. دستیابی به این اهداف یک پیش نیاز اساسی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار سازمان ملل (SDGs) است. اگرچه تولید جهانی کالری تاکنون با رشد جمعیت همگام بوده است، از یک سو هنوز شکاف قابل توجهی در تامین غذای کافی وجود دارد و از سوی دیگر، مشکلات همزمان با رژیم های غذایی با کیفیت پایین که باعث کمبود ریزمغذی ها و چاقی مرتبط با رژیم غذایی می شود وجود دارد (Willett et al, ۲۰۱۹). بعید به نظر می رسد که کشاورزی متعارف به تنهایی بتواند با چالش های بزرگ پیش رو مقابله کند. برآوردهای کنونی پیش بینی می کنند که تا سال ۲۰۵۰، ۶۰ درصد نیازهای غذایی جهانی بیشتر شود (Alexandratos & Bruinsma, ۲۰۱۲) در حالیکه تنها بیشتر از ۲ درصد زمین کشاورزی در دسترس است که در نهایت ۴۰ درصد از کل زمین را پوشش می دهد. برخلاف تصور رایج، فعالیت های انسانی، از جمله اهلی کردن دام ها، سازگاری با کشاورزی و انقلاب صنعتی که باعث افزایش چشمگیر جمعیت انسانی شد، در واقع به جای افزایش، زیست توده کل روی زمین را تا دو برابر کاهش داده است (Bar-On, Phillips & Milo, ۲۰۱۸). این عمدتاً به دلیل مدیریت جنگل و چراگاه است (Erb et al, ۲۰۱۸). محصولات زراعی فقط حدود ۲ درصد از کل زیست توده گیاهی روی کره زمین را تشکیل می دهند (Erb et al, ۲۰۱۸). این رقم شامل محصولات غیر غذایی نیز می شود و نشان می دهد که تضاد رشد غذا یا زیست توده برای موادی مانند فیبر - و اخیراً برای سوخت - جدی است (Tomei & Helliwell, ۲۰۱۶). در نتیجه، آشکار است که جایگزین های کارآمد برای تولید مواد غذایی و مواد اولیه به شدت مورد نیاز است.

بیوتکنولوژی صنعتی کلید تامین مواد غذایی مغذی، ایمن و سالم همراه با مواد شیمیایی و مواد نوآورانه برای بشریت است و در عین حال استفاده از منابعی مانند انرژی، زمین و آب را به حداقل می رساند و علاوه بر آن استقلال فصلی و جغرافیایی و کاهش ضایعات را ارائه می دهد. بیوتکنولوژی در قالب امواج متعدد یعنی بیوتکنولوژی قرمز، سبز و سفید در حال حاضر تأثیر زیادی بر جامعه و اقتصاد مدرن گذاشته است (Vanholme et al, ۲۰۱۳). بیوتکنولوژی سبز انقلاب سبز را، یعنی افزایش عملکرد عظیم محصولات زراعی از طریق اصلاح گونه ها با بهبود صفات زراعی، ارزش غذایی و مقاومت در برابر بیماری ها امکان پذیر کرد (Pingali, ۲۰۱۲). تمرکز اصلی بیوتکنولوژی قرمز و سفید بر روی محصولات بدون سلول، یعنی ترکیباتی با کاربردهای دارویی، مواد شیمیایی ریز و حجیم با طیف وسیعی از کاربردها مانند افزودنی ها و مکمل های غذایی، رنگدانه ها، طعم ها، اجزای معطر، بلوک های

ساختمانی پلیمری و سوخت ها بوده است. اخیراً، علاقه فزاینده ای به محصولات سلولی برای استفاده به عنوان غذا، لوازم آرایشی و مواد اولیه وجود داشته است. اصطلاح «کشاورزی سلولی» (Mattick, ۲۰۱۸)، یعنی استفاده از کشت های سلولی از کل ارگانایسم های میزبان (شکل ۱) برای تولید محصولات کشاورزی به جای تولید توسط حیوانات پرورشی یا محصولات زراعی پیشنهاد شده است.

سلول های میکروبی

تولید میکروبی کل سلولی پروتئین غذایی مدت هاست که ایجاد و تجاری شده است. از آنجایی که این به اصطلاح «تک سلولی یا میکروپروتئین» به دلیل محتوای بالای نامطلوب RNA از نظر تغذیه ای باید همیشه تحت فرآوری قرار گیرد و از آنجایی که این موضوع از قبل (Ritala et al, 2017) به طور دقیق بررسی شده است، این جنبه از کشاورزی سلولی در اینجا پوشش داده نشده است.

همچنین می توان میکروبها را برای ساخت مواد اولیه مصنوعی کشت داد. در طبیعت، مواد ماکروسکوپی رشد یافته از میکروبها، مانند بیوفیلمها، قارچها و گلنگها، به عنوان مواد ساختاری مصنوعی اهمیت چندانی ندارند. با این حال، میکروبها را می توان برای تولید پلیمرهای مختلف و پیش سازهای پلیمری برای مواد استفاده کرد (Yang et al, 2017; Brandon & Criddle, 2019). هدف استفاده از یک میدان نوظهور در فرآیند رشد میکروبی برای تولید مواد مصنوعی است (Camere & Karana, 2018). چالش کنترل رشد و مورفولوژی سلولها برای ساختن مواد بافت مانند است. این ساخت مواد با استفاده از موجودات زنده اغلب به عنوان فرآوری زیستی مواد (Groll et al, 2016) نامیده می شود و مربوط به ساخت زیستی برای مهندسی بافت و پزشکی بازساختی / ترمیمی است.

یک مثال ماده جالب، میسلایوم قارچی است که می تواند به صورت ورقه یا مواد کامپوزیتی رشد کند (Girometta et al, 2019). قارچهای رشته ای به صورت هیف های بلند با امتداد نوک و انشعاب رشد می کنند و در نهایت یک شبکه دارای ریشه های ریز تشکیل می دهند (Harris, 2008). جالب اینجاست که برای قرن ها، انسان ها از اندام های هاگ-آور قارچهای براکتی برای ساختن مواد نساجی چرم مانند استفاده می کردند (Papp et al, 2017). امروزه طراحان (Karana et al, 2018) و محققین در حال احیای این هنر تقریباً فراموش شده هستند و قادرند رشد میسلایوم را به مواد و اشکال دلخواه کنترل کنند. در واقع، شرکت Ecovative Design در استفاده از میسلایوم به عنوان یک جزء مادی پیشگام بوده است (Holt et al, 2012). میسلایوم قارچی را می توان به کامپوزیت های جامد مبتنی بر زیستی، فوم ها و پارچه های غیر بافته چرمی تبدیل کرد (Girometta et al, 2019). نکته مهم این است که بسیاری از قارچهای رشته ای طیفی از آنزیم های هیدرولیتیک را برای تجزیه لیگنوسلولوزیک ها و سایر بسترهای آلی ترشح می کنند و بنابراین می توانند به جریان های ضایعات در مواد تبدیل شوند.

دیواره سلولی قارچ یک شبکه به خوبی متصل را تشکیل می دهد و اساساً نقش ساختاری را در مواد بر عهده دارد (Islam et al, 2017). با این حال، درک عوامل مولکولی و ژنتیکی موثر بر بیومکانیک هیف ها در حال حاضر محدود است. نشان داده شده است که محتوای کیتین دیواره سلولی بر خواص کششی مواد تأثیر می گذارد (Haneef et al, 2017) و پروتئین های دیواره سلولی در تراکم میسلایوم و در نتیجه در استحکام مواد نقش دارند (Appels et al, 2018).

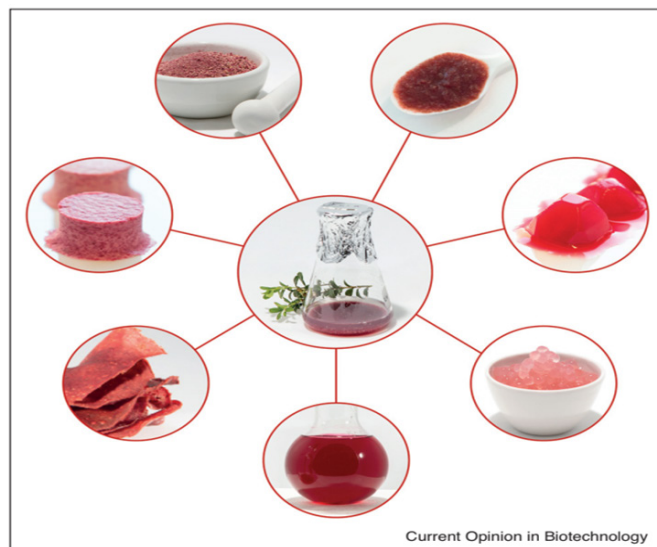
نشان داده شده است که سایر میکروبها نیز مواد اولیه تشکیل می دهند. سلولهای باکتریایی متحمل قلیایی، مانند برخی از گونه های باسیلوس، را می توان برای تشکیل آجرهای بیومینرالیزاسیون در فرآیند رسوب کلسیت ناشی از میکروبی کشت داد (Wang et al, 2016). سلول های میکروبی و ذرات ویروس را نیز می توان برای ساختن نانوذرات رشد داد (Krajina et al, 2018). گلوکوناستوباکترو را می توان برای تولید لایه های سلولزی بسیار خالص و اخیراً برای اشکال سه بعدی کشت داد (Greca et al, 2018). جالب توجه است، نشان داده شده است که لایه های سلولزی باکتریایی می توانند ریز جلبکها را در یک هیدروژل قالب گیری به دام بیاورند و یک همزیستی مصنوعی بین این دو گونه را نشان دهند (Das et al, 2017).

توجه به این نکته مهم است که فرآیندهای ساخت مواد از پایین به بالا توسط اطلاعات ژنتیکی سلول های در حال رشد هدایت می شوند. بنابراین، درک عوامل ژنتیکی مربوطه برای طراحی مواد عملکردی بیوسنتزی جدید بسیار مهم خواهد بود. پیشرفت هایی در این زمینه قبلاً نشان داده شده است مانند رشد مواد اتصال دهنده آلاینده سازگار

۱۸ تا ۳۳ درصد قند و همچنین لیپیدهای با کیفیت خوب و همچنین ۱۴ تا ۱۹ درصد پروتئین را نشان داد (Nordlund et al, 2018). نمونه ها پروفایل های متعادلی از اسیدهای آمینه ضروری از نظر تغذیه ای بیش از محتویات پروتئین سویا را نشان دادند و مهم تر از همه، قابلیت هضم متفاوتی را نشان دادند، که مبنایی برای جذب کارآمد، بسته به گونه و فرآوری است (Nordlund et al, 2018).

برخلاف کشت سلولی حیوانی، سابقه طولانی کشت سلولی گیاهی برای تولید متابولیت های ثانویه از جمله مواد غذایی در مقیاس وجود دارد. بر اساس کار پیشگام Haberlandt در توصیف تمام توان سلولی (Haberlandt, 1999)، توسعه سریع تکنولوژیکی برای ایجاد روش هایی برای کشت سلولی هتروتروف در بیوراکتورها صورت گرفت. اولین محصولات تجاری، عمدتاً متابولیت های ثانویه به عنوان مواد دارویی، در دهه ۱۹۸۰ در بازار ظاهر شدند (Rao & Ravishankar, 2002). یک مورد چشمگیر که نشان می دهد کشت سلول های گیاهی چقدر از نظر فنی پیشرفته است، تولید داروی ضد سرطان پاکلیتاکسل را در بیوراکتورهای ۷۵۰۰۰ لیتری برای پاسخگویی به بیشتر تقاضای جهانی فراهم می کند (Mountford, 2010). به نوعی تعجب آور است که استفاده صریح از کل سلول های گیاهی به عنوان غذا (Davies & Derolles, 2014) علیرغم روش تثبیت شده برای بهره برداری از کشت بافت و اندام جینسنگ برای تولید مکمل غذایی در آسیا (Paek et al, 2019) اخیراً پیشنهاد شده است.

محیط کشت سلول گیاهی از نظر شیمیایی کاملاً تعریف شده است و بیشتر از مواد معدنی، یعنی نمک، قند (معمولاً ساکارز) به عنوان منبع کربن و برخی ویتامین ها و هورمون های گیاهی با غلظت کم تشکیل شده است. بنابراین در مقایسه با محیط کشت سلولی حیوانی، پیچیدگی و هزینه کمتری دارد. از آنجایی که بسیاری از لوازم آرایشی در حال حاضر از نظر اقتصادی از سلول های گیاهی تولید می شوند (Georgiev et al, 2018)، این واقع بینانه است که حداقل مواد غذایی لوکس مانند، برای مثال، شکلات ساخته شده از سلول های گیاهی (Eibl et al, 2018) به زودی پس از ایجاد روش های فرآوری مناسب برای زیست توده، از آن پیروی خواهد کرد. به عنوان اثبات مفهوم، ما کشت های سلولی مشتق شده از لینگون بری را به روش های مختلف فرآوری کرده ایم تا تطبیق پذیری گسترده مواد خام را به نمایش بگذاریم (شکل ۲).



شکل (۲). سلول های گیاهی کشت شده به عنوان ماده خام گسترده برای کاربردهای مختلف غذایی در آینده مرکز: کشت سلولی گیاه لینگون بری.

Figure (2). Cultured plant cells as versatile raw material for various future food applications. Center: Lingonberry plant cell culture

سلول های گیاهی نیز می توانند به عنوان ترکیبات مادی عمل کنند، اگرچه آثار کمتری در این زمینه منتشر شده است. از آنجایی که سلول های گیاهی در کشت ها به سطوح نمی چسبند، بلکه به عنوان سلول های منفرد یا توده های سلولی رشد می کنند، ساختار سه بعدی بافت مانند یک مانع بزرگ است. رویکردهای پرینت سه بعدی می تواند راه را برای دستیابی به رشد مد نظر هدایت کند (Park, Kim & Park, 2020).

nable food systems, 5.

Mattick, P. S. (2018). Cellular agriculture: the coming revolution in food production. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 74(1), 32-35.

Murthy, H. N., Georgiev, M. I., Park, S. Y., Dandin, V. S., & Paek, K. Y. (2015). The safety assessment of food ingredients derived from plant cell, tissue and organ cultures: a review. *Food chemistry*, 176, 426-432.

Mountford, P. G. (2010). The taxol® story—development of a green synthesis via plant cell fermentation. *Green chemistry in the pharmaceutical industry*, 145-160.

Nordlund, E., Lille, M., Silventoinen, P., Nygren, H., Seppänen-Laakso, T., Mikkelsen, A., ... & Rischer, H. (2018). Plant cells as food—a concept taking shape. *Food research international*, 107, 297-305.

Nguyen, P. Q., Courchesne, N. M. D., Duraj-Thatte, A., Praveschotinunt, P., & Joshi, N. S. (2018). Engineered living materials: prospects and challenges for using biological systems to direct the assembly of smart materials. *Advanced Materials*, 30(19), 1704847. :426-432 <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.075>.

Nguyen, P. Q., Courchesne, N. M. D., Duraj-Thatte, A., Praveschotinunt, P., & Joshi, N. S. (2018). Engineered living materials: prospects and challenges for using biological systems to direct the assembly of smart materials. *Advanced Materials*, 30(19), 1704847. :1704847-1704847 <http://dx.doi.org/10.1002/adma.201704847>.

Park, S. M., Kim, H. W., & Park, H. J. (2020). Callus-based 3D printing for food exemplified with carrot tissues and its potential for innovative food production. *Journal of Food Engineering*, 271, 109781.

Papp, N., Rudolf, K., Bencsik, T., & Czégényi, D. (2017). Ethnomycological use of *Fomes fomentarius* (L.) Fr. and *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst. in Transylvania, Romania. *Genetic resources and crop evolution*, 64, 101-111.

Pandurangan, M., & Kim, D. H. (2015). A novel approach for in vitro meat production. *Applied microbiology and biotechnology*, 99, 5391-5395. :5391-5395 <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-015-6671-5>.

Post, M. J. (2014). An alternative animal protein source: cultured beef. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1328(1), 29-33. :29-33 <http://dx.doi.org/10.1111/nyas.12569>.

Pingali, P. L. (2012). Green revolution: impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the national academy of sciences*, 109(31), 12302-12308.

Paek, K. Y., Murthy, H. N., Hahn, E. J., & Zhong, J. J. (2009). Large scale culture of ginseng adventitious roots for production of ginsenosides. *Biotechnology in China I: From Bioreaction to Bioprocessing and Bioremediation*, 151-176.

Ritola, A., Häkkinen, S. T., Toivari, M., & Wiebe, M. G. (2017). Single cell protein—state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001–2016. *Frontiers in microbiology*, 8, 2009.

Rao, S. R., & Ravishankar, G. A. (2002). Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology advances*, 20(2), 101-153.

Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., & Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in food science & technology*, 78, 155-166.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., ... & Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519-525.

Trehan, S., Michniak-Kohn, B., & Beri, K. (2017). Plant stem cells in cosmetics: current trends and future directions. *Future science OA*, 3(4), F50226.

Tay, P. K. R., Nguyen, P. Q., & Joshi, N. S. (2017). A synthetic circuit for mercury bioremediation using self-assembling functional amyloids. *ACS synthetic biology*, 6(10), 1841-1850. :1841-1850 <http://dx.doi.org/10.1021/acssynbio.7b00137>.

Tomei, J., & Helliwell, R. (2016). Food versus fuel? Going beyond biofuels. *Land use policy*, 56, 320-326. :320-326 <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.11.015>.

Tomé, D. (2013). Digestibility issues of vegetable versus animal proteins: protein and amino acid requirements—functional aspects. *Food and nutrition bulletin*, 34(2), 272-274.

Vanderburgh, J., Sterling, J. A., & Guelcher, S. A. (2017). 3D printing of tissue engineered constructs for in vitro modeling of disease progression and drug screening. *Annals of biomedical engineering*, 45, 164-179.

Vanholme, B., Desmet, T., Ronsee, F., Rabaey, K., Breusegem, F. V., Mey, M. D., ... & Boerjan, W. (2013). Towards a carbon-negative sustainable bio-based economy. *Frontiers in plant science*, 4, 174.

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Murray, C. J. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The lancet*, 393(10170), 447-492.

Wilks, M., & Phillips, C. J. (2017). Attitudes to in vitro meat: A survey of potential consumers in the United States. *PLoS one*, 12(2), e0171904.

Wang, J., Ersan, Y. C., Boon, N., & De Belle, N. (2016). Application of microorganisms in concrete: a promising sustainable strategy to improve concrete durability. *Applied microbiology and biotechnology*, 100, 2993-3007. :2993-3007 <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-016-7370-6>.

Yang, Y. J., Holmberg, A. L., & Olsen, B. D. (2017). Artificially engineered protein polymers. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 8, 549-575.

Zappelli, C., Barbulova, A., Apone, F., & Colucci, G. (2016). Effective active ingredients obtained through biotechnology. *Cosmetics*, 3(4), 39 :39 <http://dx.doi.org/10.3390/cosmetics3040039>.

Cellular agriculture – industrial biotechnology for food and materials

Somayeh Mohammadkhani^{1*}

1MSc student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

somaye.mohammadkhani1430@gami.com.

Fundamental changes of agriculture and food production are inevitable. Providing food for an increasing population will be a great challenge that coincides with the pressure to reduce negative environmental impacts of conventional agriculture. Biotechnological manufacturing of acellular products for food and materials has already been piloted but the full profit of cellular agriculture is just beginning to emerge. Cultured meat is a promising technology for animal-based proteins but still needs further development. The concept of plant cells as food offers a very attractive alternative to obtain healthy, protein-rich and nutritionally balanced food raw material. Moreover, cultured microbes can be processed into a wide range of biosynthetic materials. A better control over structural properties will be increasingly important in all cultured cell applications.

Tay, N. Nguyen & Joshi (۲۰۱۷)، که راه را برای مواد زنده مهندسی شده هموار می کند (۲۰۱۸، Nguyen et al)

نتیجه گیری

تولید بیوتکنولوژیکی ترکیبات بدون سلولی تاکنون بسیاری از صنایع را تحت تأثیر قرار داده و هنوز هم این تأثیر ادامه دارد زیرا جایگزینی فرآیندهای مرسوم با جایگزین های پایدار و اقتصادی را تسهیل می کند. محصولات سلولی تازه شروع به ظهور کرده اند و پتانسیل ایجاد اختلال در تولید مواد غذایی، آرایشی و بهداشتی را دارند. با این حال، از آنجایی که این محصولات برای کاربران نهایی قابل مشاهده تر هستند، اطمینان از پذیرش مصرف کننده بسیار مهم است. در مورد محصولات غذایی، فناوری برای تعدیل سودمند طعم و بافت نیاز به توسعه دارد. ایمنی باید با پیروی از چارچوب های نظارتی مربوطه برای مواد غذایی (Murthy et al، ۲۰۱۵) و لوازم آرایشی (Zappelli et al، ۲۰۱۶) تضمین شود. هنگامی که همه این شرایط برآورده شد، پایداری ثابت شد، و موارد اقتصادی ترسیم شد، آنگاه فناوری می تواند با یک پیشرفت واقعی روبرو شود.

منابع

- Appels, F. V., Dijksterhuis, J., Lukaszewicz, C. E., Jansen, K. M., Wösten, H. A., & Krijgsheeld, P. (2018). Hydrophobic gene deletion and environmental growth conditions impact mechanical properties of mycelium by affecting the density of the material. *Scientific reports*, 8(1), 4703.
- Alexandratou, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>.
- Brandon, A. M., & Criddle, C. S. (2019). Can biotechnology turn the tide on plastics? *Current opinion in biotechnology*, 57, 160-166.
- Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.
- Bohrer, B. M. (2017). Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 103-112.
- Barbulova, A., Apone, F., & Colucci, G. (2014). Plant cell cultures as source of cosmetic active ingredients. *Cosmetics*, 1(2), 94-104.
- Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186, 570-584.
- Das, A. A., Bovill, J., Ayes, M., Stoyanov, S. D., & Pounov, V. N. (2016). Fabrication of living soft matter by symbiotic growth of unicellular microorganisms. *Journal of materials chemistry B*, 4(21), 3685-3694. :3685-3694 <http://dx.doi.org/10.1039/C5TB02489G>.
- Davies, K. M., & Derole, S. C. (2014). Prospects for the use of plant cell cultures in food biotechnology. *Current opinion in biotechnology*, 26, 133-140.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), 25-42.
- Erb, K. H., Kastner, T., Plutaz, C., Bais, A. L. S., Carvalhais, N., Fetzl, T., ... & Luyssaert, S. (2018). Unexpectedly large impact of forest management and grazing on global vegetation biomass. *Nature*, 553(7686), 73-76.
- Elbl, R., Meier, P., Stutz, I., Schildberger, D., Hühner, T., & Elbl, D. (2018). Plant cell culture technology in the cosmetics and food industries: current state and future trends. *Applied microbiology and biotechnology*, 102, 8661-8675.
- Giometta, C., Picco, A. M., Baiguera, R. M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M., ... & Savino, E. (2019). Physico-mechanical and thermodynamic properties of mycelium-based biocomposites: A review. *Sustainability*, 11(1), 281.
- Gaydhane, M. K., Mahanta, U., Sharma, C. S., Khandelwal, M., & Ramakrishna, S. (2018). Cultured meat: state of the art and future. *Biomaterials Reviews*, 3, 1-10.
- Georgiev, V., Slavov, A., Vasileva, I., & Pavlov, A. (2018). Plant cell culture as emerging technology for production of active cosmetic ingredients. *Engineering in life sciences*, 18(11), 779-798.
- Greca, L. G., Lehtonen, J., Tardy, B. L., Guo, J., & Rojas, O. J. (2018). Biofabrication of multifunctional nanocellulosic 3D structures: a facile and customizable route. *Materials Horizons*, 5(3), 408-415. :408-415 <http://dx.doi.org/10.1039/C7MH01139C>.
- Groll, J., Boland, T., Blunk, T., Burdick, J. A., Cho, D. W., Dalton, P. D., ... & Malda, J. (2016). Biofabrication: reappraising the definition of an evolving field. *Biofabrication*, 8(1), 013001. :013001 <http://dx.doi.org/10.1088/1758-5090/8/1/013001>.
- Häkkinen, S. T., Reuter, L., Nuortti, N., Joensuu, J. J., Rischer, H., & Ritola, A. (2018). Tobacco BY-2 media component optimization for a cost-efficient recombinant protein production. *Frontiers in Plant Science*, 9, 45.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced materials from fungal mycelium: fabrication and tuning of physical properties. *Scientific reports*, 7(1), 41292.
- Holt, G. A., McIntyre, G., Flagg, D., Bayer, E., Wanjura, J. D., & Pelletier, M. G. (2012). Fungal mycelium and cotton plant materials in the manufacture of biodegradable molded packaging material: Evaluation study of select blends of cotton byproducts. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 6(4), 431-439.
- Harris, S. D. (2008). Branching of fungal hyphae: regulation, mechanisms and comparison with other branching systems. *Mycologia*, 100(6), 823-832.
- HABERLANDT, T. C. B. G. (1999). Institute of Botany, University of Graz. *In Vitro Cell, Dev. Biol.—Plant*, 35, 157-181.
- Islam, M. R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schädler, L., & Picu, R. C. (2017). Morphology and mechanics of fungal mycelium. *Scientific reports*, 7(1), 13070.
- Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E. J., & Camere, S. (2018). When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. *International Journal of Design*, 12(2).
- Krajina, B. A., Proctor, A. C., Schoen, A. P., Spakowitz, A. J., & Helihsom, S. C. (2018). Bioteplated synthesis of inorganic materials: An emerging paradigm for nanomaterial synthesis inspired by nature. *Progress in Materials Science*, 91, 1-23. :1-23 <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.08.001>.
- Lynch, J., & Pierrehumbert, R. (2019). Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Frontiers in sustain-*

ZIST PAZH OH

Bimonthly Scientific Journal For Biologist Students

Second year, Second Issue, Spring 2024

Biotechnology Student Scientific Association

Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran



ZIST PAZHUH

