ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد توسعه زیست فناوری

ماهنامه
زیست فناوری
ایران

سال اول / شماره پنجم / دی ۱۳۹۷

پرونده ویژه

کودهای زیستی؛

از شناسایی سویه تا تولید در مقیاس وسیع

پتانسیل‌های بیوتکنولوژی اسلوونی

کاهش ارزبری با ورود زیست فناوری به حوزه صنایع آرایشی

مهندسی ژنتیک و تولید کود زیستی

بسم الله الرحمن الرحیم

ماهنامه زیست فناوری
سال اول / شماره پنجم / دی ۱۳۹۷

صاحب امتیاز:
گروه سرمایه انسانی، آموزش و ترویج ستاد توسعه زیست فناوری

مدیرمسئول: امین حسنی

سردبیر: علیرضا خاکدامن

دبیر سرویس رصد: محسن رحیمی نژاد

دبیر سرویس داخلی: محمد مهدی مقدسیان

دبیر تحریریه: ساسان اشرفی مهابادی

هیات تحریریه:
محسن رحیمی نژاد، محمد مهدی مقدسیان، یاسمن اسعدی، علی صلواتی زاده، ساسان اشرفی مهابادی، محمد قاسمی، جواد طغیانی

طراح گرافیک: احمدرضا درفشی

همکاران:

مجله زیست فن

مرکز نوآوری های دانشجویی رویش

سرمقاله

علیرضا خاکدامن

چند سال پیش یکی از مسئولین سازمان جهاد کشاورزی طی اظهار نظری جنجالی گفت: تنها ۱۸ درصد از زمین‌های کشاورزی ایران از دست کودها و سموم شیمیایی جان سالم به در برده‌اند و هر فرد ایرانی سالیانه بیش از نیم کیلوگرم "سم" مصرف می‌کند. این آمار -فارغ از اینکه چقدر دقیق است- زنگ خطر بزرگی را به صدا در می‌آورد که نشان می‌دهد مسیر توسعه‌ی صنعت کشاورزی ایران نیازمند اصلاحاتی بعضا اساسی است، اصلاحاتی که در آنها می بایست حال همه‌ی ذی نفعان از کشاورز گرفته تا مصرف‌کننده و توزیع‌کننده در نظر گرفته شود؛ خاصه کشاورز که همه‌ی زندگی او به حجم محصول مزرعه‌اش وابسته است و در نتیجه هیچ ریسکی را برای تغییر روش نمی‌پذیرد.

یکی از نتایج این دست اظهارنظرها در سال‌های اخیر، ظهور تمایل مصرف‌کننده‌ی نسبتا برخوردار جامعه به محصولات ارگانیک و سالم است. اتفاقی که از یک طرف، خالی از سوء استفاده نبوده و از طرف دیگر با برخورداری از قواعد کاملا سنتی، جواب حجم نیاز فعلی جامعه را نمی‌دهد.

در این میان اما پاسخ علمی به این داستان چیست؟ شاید بتوان جواب را در کودهای زیستی جست. کودهایی از جنس موجود زنده که به نوعی استفاده از خود طبیعت برای بهره‌وری طبیعت است. این کودها به گواه آزمایشات متعدد و هزاران تن کاربرد در مزارع نه تنها موجب حفظ خاک و تولید محصولی عاری از عناصر شیمیایی مضر می‌گردد، بلکه تولید محصول را نیز در مواردی تا ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. معاونت علمی و فناوری به عنوان متولی فناوری در کشور، وظیفه خود را حمایت از تحقیقات و تولید صنعتی این کودها و همچنین چرخه تولید و عرضه محصولات سالم می‌داند. اما همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، نفوذ این فناوری به جامعه‌ی کشاورز، حساسیت‌های خاص خود را دارد که نیازمند عزم ملی و حمایت همه جانبه است. پرونده ویژه این شماره از ماهنامه زیست فناوری ایران به مطالعه پیش‌زمینه‌ی دانش کودهای زیستی و بررسی چند شرکت موفق این حوزه اختصاص یافته‌است.

زیست‌فن‌آوری در ایران

گفتمان‌سازی حوزه‌ی سوخت‌های زیستی؛ نقش پر رنگ رسانه و شبکه‌های اجتماعی صفحه ۴

ایران، پیشتاز منطقه در علوم و فناوری سلول های بنیادی | صفحه ۶ ● استفاده از ظرفیت نخبگان دانشگاهی برای ثروت زایی محصولات زیست فناوری | صفحه ۸ ● کاهش ارزبری با ورود زیست‌فناوری به حوزه‌ی صنایع آرایشی بهداشتی | صفحه ۹ ●

اقتصاد زیستی

پتانسیل کشورهای جهان در حوزه‌ی بیوتکنولوژی؛ صفحه ۱۵

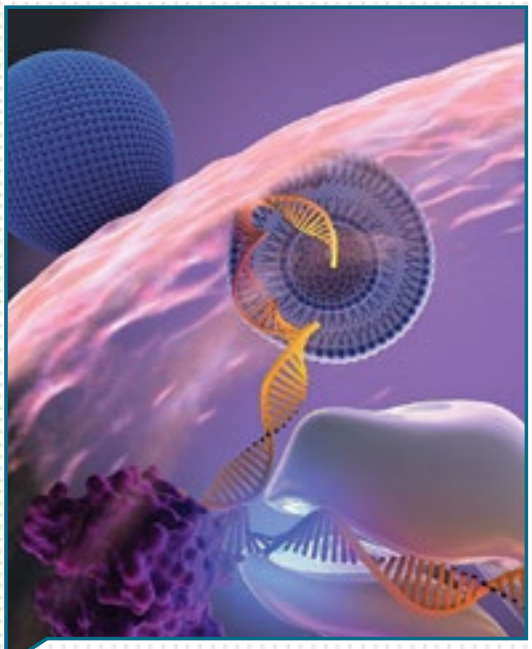
آینده صنایع شیمیایی در گرو اقتصاد زیستی | صفحه ۱۰ ● هضم بی‌هوازی یک فرصت عظیم اقتصادی برای انگلستان | صفحه ۱۲ ●

پرونده ویژه

کودهای زیستی؛ ارمغان زیست‌فناوری برای توسعه پایدار صفحه ۲۰

کودهای زیستی، از شناسایی سویه تا تولید در مقیاس وسیع | صفحه ۲۴ ● کودهای زیستی ضرورت بزرگ کشاورزی امروز ایران | صفحه ۳۰ ● گفت‌وگو با مدیرعامل شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا | صفحه ۳۲ ● مهندسی ژنتیک و تولید کود زیستی؛ مروری بر شرکت‌های مطرح جهان در این حوزه | صفحه ۳۴ ●

دیدگاه



آیا فناوری mRNA می‌تواند صنعت دارو را مختل کند؟ صفحه ۳۶

جلبک‌ها چگونه غذای ما را متحول می‌کنند؟ | صفحه ۴۰

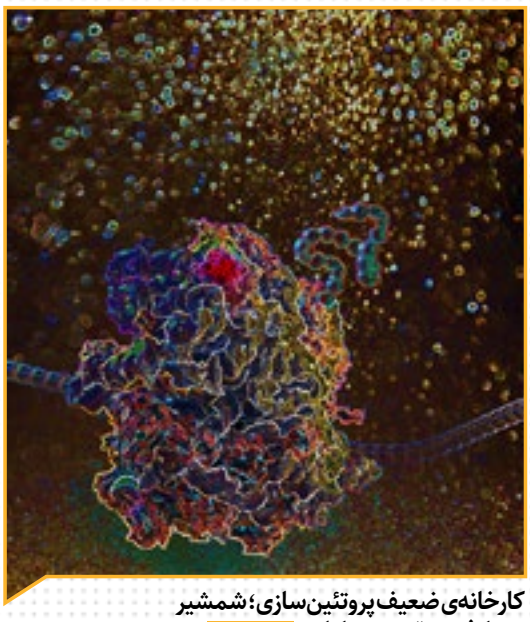
پیشگامان

اکو سیستم نوآوری نیازمند تیم ماهر و با انگیزه است. همصحبت با مدیرعامل شرکت امیدآفرینان مهندسی آینده، سازنده‌ی چاپگر زیستی سه بعدی صفحه ۴۲

مقالات

بیوتکنولوژی در صنعت باتری‌سازی شیمیایی؛ تثبیت باتری لیتیوم-گوگرد از طریق جایگزینی نوکلئوفیلی بین پلی‌سولفیدها و نگهدارنده‌ها صفحه ۴۶

مرزهای پژوهش زیستی



کارخانه‌ی ضعیف پروتئین‌سازی؛ شمشیر دو طرفه‌ی تقسیم سلولی صفحه ۵۳

برخی از سلول‌های خونی یک منبع شگفت‌آور دارند؛ روده‌ی شما | صفحه ۵۰ ● پیشرفتی شگرف در مهندسی رگ‌های خونی | صفحه ۵۰ ● گیاهان، کارخانه ی تولید پروتئین ضد قارچی | صفحه ۵۱ ● ژانوس؛ ابزار جدید حمله به نوکلئیک‌اسیدهای دو رشته‌ای | صفحه ۵۱ ● اثر زباله‌های کشاورزی در کاهش آلودگی هوا | صفحه ۵۲ ● فنون الکتروشیمیایی؛ روش نوین سنجش و کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها | صفحه ۵۳ ●

گفتمان‌سازی حوزه‌ی سوخت‌های زیستی؛ نقش پر رنگ رسانه و شبکه‌های اجتماعی

مهدیه قدیری

نشست متخصصان سوخت‌های زیستی ایران در تاریخ ۲۳ آبان ۱۳۹۷ در محل معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری و با همت کارگروه بیوتکنولوژی محیط‌زیست (کمیته سوخت‌های زیستی) ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری و انجمن علمی سوخت‌های زیستی ایران برگزار شد.

در این نشست متخصصان سوخت‌های زیستی، انرژی و محیط‌زیست از دانشگاه‌ها و سازمان‌های سراسر کشور شرکت کردند. در ابتدا دکتر میثم طباطبائی رئیس کمیته سوخت‌های زیستی (کارگروه بیوتکنولوژی محیط زیست ستاد توسعه زیست‌فناوری معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری) و رئیس انجمن علمی سوخت‌های زیستی ایران ضمن خوش آمدگویی، اهداف نشست را تبیین نمود. سپس دکتر شهرام رضایی، مدیر برنامه‌ریزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی سخنرانی خود تحت عنوان «روند مصرف انرژی در ایران و جهان» را ارائه کرد.

ایشان از روند روزافزون مصرف سوخت‌های فسیلی و تجدیدناپذیر در کشور که منجر به هدر رفت منابع ملی و افزایش الودگی‌های محیط‌زیست می‌شود ابراز نگرانی کرد. بر اساس آمارهای منتشر شده در سال ۲۰۱۷ میلادی، ایران رتبه دهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌است که در این بین مصرف بنزین روندی کاملا صعودی در طی سال‌های ۹۰ تا ۹۷ داشته و مصرف روزانه آن در سال ۱۳۹۷ به عدد قابل توجه ۱۲۰ میلیون لیتر رسیده‌است.

مدیر برنامه‌ریزی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی این روند صعودی استفاده از فرآورده‌های نفتی جهت تولید انرژی را زنگ خطری برای اقتصاد و بخصوص محیط‌زیست ایران به‌شمار آورد.

ایشان تاکید کردند که کارشناسان موظف‌اند با ایجاد راهکارهای کارآمد و براساس اصول توسعه‌ی پایدار مردم را به تغییر سبک زندگی و استفاده از انرژی و سوخت‌های جایگزین، نظیر سوخت‌های زیستی تولید شده از ضایعات ترغیب کنند. در پایان این سخنرانی دکتر رضایی استفاده از ابزارهای مالیاتی و تسهیلات بانکی و تشویقی را رویکردی مناسب جهت متنوع کردن سبد مصرف انرژی کشور و حفاظت از منابع ملی و محیط زیست برشمرد.

در ادامه آقای مهندس سیاوش عقدایی، قائم مقام شبکه رادیویی جوان با تاکید بر وجود محققان، دانشمندان برجسته، و فناوری‌های تولید سوخت‌های زیستی در کشور، به ریشه‌یابی دلایل عدم ورود این حامل های انرژی دوست‌دار محیط‌زیست به زندگی مردم پرداخت. ایشان افزودند علارقم وجود افراد تحصیل کرده و نخبگان کارآمد در ایران در زمینه‌ی تولید سوخت‌های زیستی متاسفانه تلاش‌های وافر آن‌ها در دهه گذشته به منصه ظهور نرسیده است.

قائم مقام شبکه‌ی رادیویی جوان دلیل این مهم را عدم وجود آگاهی کافی در مردم نسبت به لزوم استفاده از سوخت‌های زیستی و از سوی دیگر نسبت به بزرگی فاجعه زیست‌محیطی و مخاطرات انسانی ناشی از آن در صورت ادامه روند کنونی دانست. ایشان تاکید کردند که نخبگان بایستی فاصله خود با مردم را کاهش و اطلاعات لازم زمینه‌های مذکور را از طریق ایجاد و مدیریت کمپین‌های موثر در اختیار جامعه قرار دهند. در پایان آقای مهندس عقدایی به لزوم برانگیختن افکار عمومی جهت تغییر سیاست‌های کلان کشور در حوزه انرژی با استفاده از توان بالای رسانه‌های رایج و مجازی پرداخت.

ایران، پیشتاز منطقه در علوم و فناوری سلول های بنیادی

ساسان اشرفی

سومین جشنواره ملی و کنگره‌ی بین‌المللی علوم و فناوری سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی، ۷ تا ۱۰ آذرماه ۱۳۹۷، توسط ستاد توسعه علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، برگزار گردید.

دکتر امیرعلی حمیدیه، دبیر ستاد توسعه‌ی علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی معاونت علمی با توضیح برنامه‌های سومین جشنواره‌ی ملی و کنگره‌ی بین‌المللی علوم و فناوری سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی گفت: این رویداد به‌عنوان بزرگ‌ترین رویداد سلولی شناخته می‌شود که مجمع بزرگی از فعالان سلول بنیادی است، اما در آن به روی همه باز است. ایشان همچنین اضافه کردند: این رویداد به‌عنوان بزرگ‌ترین رویداد سلولی شناخته می‌شود که مجمع بزرگی از ۳۰۰۰ فعال حوزه سلول بنیادی است.

وی بیان کرد: در این کنگره، تنها دانشجویان و اساتید دانشگاه بهره نمی‌برند بلکه این رویداد ترکیبی از حضور مدیران شرکت های دانش بنیان، کارآفرینان، سرمایه‌گذاران، خیرین و همه‌ی افرادیست که به نحوی در حوزه‌ی سلولی فعالیت دارند.

حمیدیه بیان کرد: بیش از ۳ هزار نفر برای شرکت در جشنواره ثبت‌نام کردند و ۱۷ کارگاه آموزشی با موضوعات تخصصی متفاوت در سطح شهر تهران برگزار گردید. نکته جالب اینکه کسانی که در نخستین رویداد استارت‌آپ سلول‌های بنیادی برگزیده شده‌اند شرکتی تأسیس کرده و امروز سومین دوره رویداد کارآفرینی را آن‌ها برگزار می‌کنند.

وی با اشاره به برگزاری نمایشگاه در این جشنواره گفت: سال نخست تنها تعداد کمی شرکت در این حوزه حضور داشتند اما امسال با استقبال بالا و دستاوردهای چشم‌گیر چند سال گذشته به علت کمبود جا ناچار برای هرچند شرکت یک غرفه در نظر گرفتیم.

دبیر کل سومین جشنواره ملی و کنگره بین‌المللی علوم و فناوری سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی از دیگر برنامه‌های این رویداد را فن‌بازار عنوان کرد و افزود: در این رویداد صاحبان ایده و سرمایه‌گذاران باهم ارتباط برقرار می‌کنند. این رویداد میزان رشد این علم در کارآفرینی و اشتغال را به رخ می‌کشد.

وی در ادامه به تعداد بالای سخنرانان برجسته که در بخش کنگره‌ی بین‌المللی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی حضور داشتند اشاره کرد و گفت: سخنرانان برجسته‌ای از کشورهای فرانسه، سنگاپور، سوئیس، سوئد، کانادا، هلند، انگلیس، آمریکا، اسپانیا، لهستان، روسیه، ایرلند، استرالیا، ژاپن در این رویداد شرکت کردند.

حمیدیه بخش جذاب این جشنواره را بخش دانش‌آموزی عنوان کرد که مورد استقبال دانش‌آموزانی از سراسر کشور قرار گرفت و افزود: برخی مقالاتی که امسال توسط دانش‌آموزان مقطع یازدهم و دهم به این جشنواره ارسال شد باورنکردنی بود. دانش آموزان در این بخش دست‌سازه‌های خود را به نمایش گذاشتند.

کانون اندیشه‌ی نوآوری بخش دیگری از سومین جشنواره‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی بود که به گفته‌ی حمیدیه با همکاری ایرانیان مقیم خارج از کشور و دانشمندان خارجی راه‌اندازی گردید تا همکاری مشترکی باشد.

وی، دیگر برنامه‌ی این رویداد را جایزه ملی عنوان کرد و گفت: مثل هرسال به مقاله، ایده و اختراع برتر در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی در سالی که گذشت، جوایزی اهدا گردید.

دبیر ستاد توسعه علوم و فناوری‌های سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی معاونت علمی بیان کرد: سمپوزیوم بیماری‌های پیوند علیه میزبان نیز با همکاری اتاق ایران و فرانسه به‌عنوان یکی از برنامه‌های کنگره‌ی بین‌المللی برگزار گردید.

حمیدیه در ادامه بیان کرد: باید کاری کنیم تا جوانان ما از کشورشان لذت ببرند، شاداب باشند تا بتوانند با لذت بردن از کسب‌وکار و محیط زندگی خدمات بهتری به این کشور ارائه دهند. در این راه

همه باید تلاش کرده و به جوانان انرژی دهیم.

دکتر قانعی، دبیر ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری با حضور در سالن اجلاس سران به ایراد سخنرانی درباره ضرورت استفاده از سلول درمانی پرداختند. ایشان همچنین مقاله‌ای را در خصوص استفاده از سلول‌درمانی در درمان بیماری‌های ریوی ارائه دادند

همچنین در این جشنواره شرکت های زیست‌فناوری نیز از جمله شرکت زیست‌فناوری کوثر، سل تک فارمد، ایده زیست نوترکیب، توفیق دارو، زیست محور پژوهش پارس، فرآورده بافت ایرانیان، زیست فناور ویژن فاطر، هیراب تب ارشیا و... حضور داشتند.

صبح دهم آذرماه سالن اجلاس سران میزبان اختتامیه سومین جشنواره ملی و کنگره بین المللی علوم و فناوری های سلول های بنیادی و پزشکی بازساختی بوده و اسحاق جهانگیری معاون اول رئیس جمهوری و سورنا ستاری معاون فناوری رئیس جمهوری دومهمان ویژه این رویداد بودند.

معاون علمی و فناوری رئیس جمهوری در این مراسم، توسعه و پیشرفت در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی را یکی از دریچه‌های رو به افق اقتصاد دانش‌بنیان دانست و گفت: این رشد و توسعه‌ی شگفت‌انگیز و قابل توجهی که در چند سال اخیر در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی ایران روی داده است، روزنه‌ی امیدیست که می‌تواند جایگاه کشور را به سوی شناختن مرزهای ناشناخته دانش و فناوری چندین پله بهبود ببخشد.

ستاری به پیشتازی در علوم و فناوری اشاره و از آن به عنوان نقطه قوت کشور در ثروت‌آفرینی، اشتغال و صادرت در آینده‌ای نزدیک یاد می‌کند.

به گفته‌ی معاون علمی و فناوری رئیس جمهور، اکنون با رشدی مستمر و فزاینده توانسته ایم گوی سبقت در فناوری سلول های بنیادی را از دیگر کشورها از حمله ترکیه و رژیم اشغالگرقدس برباییم. ایران اکنون جایگاه نخست منطقه در علوم و فناوری را از آن خود کرده‌است.

ستاری از رونق شرکت‌های دانش بنیان و فناور فعال در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی و پزشکی بازساختی، یکی از نمادهای عیان توانمندی کشور در توسعه‌ی مرزهای دانش و تجاری‌سازی فناوری یاد کرد و گفت: بیش از ۱۲۰ شرکت ایرانی در حوزه‌ی سلول‌های بنیادی کار می‌کند. اکنون بیش از ۸۰ شرکت از این میان اهمیت فعالیت خود را دریافته‌اند و نقش خود را در زیست‌بوم اقتصاد دانش‌بنیان کشور پررنگ‌تر و قدرتمند نشان می‌دهند این در حالی است که تصور حضور و نقش آفرینی این تعداد شرکت فعال سلولی در چند سال گذشته عملا دور از ذهن بود.

معاون علمی و فناوری رئیس جمهور از ضرورت‌های گسترده‌کردن هرچه بیشتر زیست بوم مشاهده فعالیت بخش خصوصی گفت و ادامه داد: برای آنکه پژوهش بتواند فعالیت‌های خود را به مرحله‌ی ظهور و بروز برساند باید عدد قابل توجهی از اقتصاد کشور و تولید ناخالص ملی را به خود اختصاص دهد که برای محقق شدن این مهم، باید زیست بوم سرمایه گذاری و فعالیت بخش خصوصی در حوزه‌ی دانش بنیان، مساعد شود.

به اعتقاد ستاری، ظهور شرکت‌های دانش‌بنیان موفق با قابلیت خلق ارزش افزوده، ایجاد اشتغال و صادرات به هماهنگی، همگرایی و همکاری حوزه‌های گوناگون نیاز دارد؛ فرایندی که اگرچه دو ساله است اما اکنون با خلق ارزش افزوده و اشتغال شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه‌های گوناگون فناوری از جمله سلول‌های بنیادی به واقعیت نزدیک شده‌است.

ستاری، یکی از اصلی‌ترین رسالت‌های ستادهای توسعه‌ی فناوری در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری را ایجاد همین همگرایی و هماهنگی می‌داند: ستادهای توسعه‌ی فناوری ضمن هماهنگی و هموار کردن مسیر فعالیت پژوهش تجاری‌سازی ایده‌ها و فناوری‌های فعالان بخش خصوصی را با ایجاد همگرایی و هماهنگی ها دنبال می‌کند.

معاون علمی و فناوری رییس جمهوری همچنین به هدف دیگر این معاونت در راستای توسعه‌ی زیست‌بوم اقتصاد دانش بنیان اشاره کرد و گفت: توسعه اقتصاد دانش بنیان محدود دولت یازدهم بود. قدرت و عزم جدی در دولت دوازدهم نیز راه خود را ادامه داد. ماحصل این راهبرد، نقش آفرینی بیش از ۳۷۰۰ شرکت دانش‌بنیان و هزاران استارتاپ با درآمد بیش از ۶۰ هزار میلیارد تومان در سپهر اقتصاد کشور است. قدرت هرچه بیشتر امسال نیز روندی صعودی خواهد داشت.

استفاده از ظرفیت نخبگان دانشگاهی برای ثروت زایی محصولات زیست فناوری

احمدرضا درفشی

دبیر ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به اتفاق اعضای ستاد، از شرکت تحقیقات و تولید مواد بیولوژیک پسوک، بازدید کردند.

دکتر مصطفی قانعی دراین بازدید تاکید کرد: باید از ظرفیت نخبگان دانشگاهی برای ثروت زایی محصولات زیست‌فناوری استفاده کرد. همچنین ستاد توسعه زیست‌فناوری موظف است پاسخگوی بخش اقتصاد دانش بنیان باشد و برای این امر اعتباراتی در نظر گرفته می‌شود

وی افزود: مباحث اقتصاد دانش‌بنیان در حوزه‌ی زیست‌فناوری را ستاد مشخص می‌کند، در ابتدا اولویت‌ها مشخص می‌شوند و با در نظر گرفتن اولویت‌ها، کار پیش می‌رود که برای امسال نیز تعیین‌شده‌است. همچنین ستاد موظف است هر شش ماه، میزان فروش و نیز صادرات محصولات در حوزه‌ی زیست‌فناوری، همچنین سهم شرکت‌ها از بازار را گزارش بدهد.

دکتر قانعی گفت: در حقیقت، یکی از اهدافی که برای ستاد مصوب شده، به دست آوردن سه درصد بازار توسط محصولات زیست‌فناوری است.

وی در ادامه افزود: فرق ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با وزارت علوم، تحقیقات و فناوری این است که ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری، فقط توسعه‌ی زیست‌فناوری را با هدف تحقق اقتصاد دانش‌بنیان در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری پیگیری می‌کند. بنابراین مباحث مربوط به تحقیقات پایه و سایر موارد، متولیان خود را دارد و موضوع ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری نمی‌باشد. به عنوان مثال این که یک جلبک بتواند به عنوان خوراک مورد استفاده قرار بگیرد، در حوزه‌ی زیست‌فناوری قرار دارد و توسعه‌ی آن، موضوع فعالیت ستاد است. به طور کلی، توسعه‌ی موضوعات حوزه‌ی زیست‌فناوری را ستاد حمایت می‌کند، اما «صنعتی شدن» این موضوعات، بر عهده‌ی نهادهایی است که وام‌ها و تسهیلاتی را برای توسعه‌ی صنعتی اختصاص می‌دهند.

شرکت تحقیقات و تولید مواد بیولوژیک پسوک، در سال ۱۳۷۳ به منظور تولید واکسن ها و مواد بیولوژیک مورد مصرف در دامپزشکی ایجاد و شروع به کار نمود. در این مدت علاوه بر تولید محصولات بیولوژیک به منظور رفع نیازهای کشور و ایجاد خودکفایی، نوآوری را سرلوحه‌ی اهداف خود قرار داده‌است. پس از موفقیت در تولید و عرضه‌ی واکسن‌های نیوپاسل۱۰۱، فلوپاسول و نیوپاسول۱۰۲، جهت پیشگیری و کنترل دو بیماری مهم صنعت طیور یعنی نیوکاسل و آنفلوآنزا و واکسن جدید سه‌گانه‌ای بنام نیوپاسول۱۰۳ را برای اولین بار در کشور تولید نموده‌است. در کنار این محصولات باید به تولید آنتی ژن‌های پسوفلو و پسوکاسل که جهت انجام آزمایشات تشخیصی بیماری‌های آنفلوآنزا و نیوکاسل به کار می روند نیز اشاره نمود.

این موسسه علاوه بر ادامه‌ی روند رو به توسعه‌ی تحقیقات و تولیدات خود در زمینه تولید واکسن‌های مورد نیاز صنعت طیور، نسبت به تولید واکسن‌های مورد نیاز صنایع دامپروری نیز بی‌توجه نبوده و برای مثال می توان از ساخت واکسن تیلریوز گاوی اسم برد. این شرکت درصدد فراهم کردن تمام امکانات جهت تولید واکسن استراتژیک تب برفکی می‌باشد.

کاهش ارزبری با ورود زیست‌فناوری به حوزه‌ی صنایع آرایشی بهداشتی

محمد مهدی مقدسیان

دبیر ستاد توسعه‌ی زیست فناوری معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به اتفاق اعضای ستاد، از شرکت آریان کیمیا تک بازدید کردند.

شرکت آریان کیمیا تک، به عنوان یکی از بهترین تأمین‌کننده‌های دانش‌محور محصولات دارویی، آرایشی و بهداشتی در خاورمیانه شناخته می‌شود. عمده‌ی فعالیت شرکت آریان کیمیا تک، تولید، فروش و توزیع محصولات مراقبت از پوست و مو و همچنین محصولات آرایشی می‌باشد. کیفیت محصولات تولید شده در سطح استانداردهای جهانیست و از سوی شرکت کال اند کو آلمان، فرانسه و سوئیس با استفاده از مواد اولیه‌ی توصیه‌شده‌ی آن شرکت در مدرن‌ترین کارخانه‌ی آرایشی و بهداشتی خاورمیانه -آریان کیمیا تک- در ایران متولد شده‌است.

حفظ سلامت و محافظت از پوست و موی مصرف‌کنندگان از ماموریت‌های اصلی برند MY است. برند مای سعی کرده است تا با افزایش تولید و ایجاد تنوع محصولات در راستای برآورده کردن نیازهای رو به تغییر جامعه در جهت ارتقاء سلامت و زیبایی در جامعه ایران گام بردارد.

دکتر قانعی در بازدید از شرکت آریان کیمیا تک تاکید کردند: مباحث اقتصاد دانش‌بنیان در حوزه‌ی زیست‌فناوری را ستاد مشخص می‌کند. ستاد موظف است هر شش ماه، میزان فروش و نیز صادرات محصولات در حوزه زیست فناوری، همچنین سهم شرکت‌ها از بازار را گزارش بدهد. زیست‌فناوری می‌تواند با ورود در حوزه‌ی صنایع آرایشی بهداشتی، کاهش ارزبری و کاهش جدی واردات را به ارمغان بیاورد. همچنین امضای تفاهمنامه میان ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری و شرکت آریان کیمیا تک با هدف مشارکت طرفین در راستای کمک به رشد و توسعه زیست فناوری از طریق راه اندازی شتاب‌دهنده‌ی خصوصی در حوزه‌ی تولید مواد اولیه و فرآورده‌های نهایی محصولات زیست‌فناوری آرایشی، بهداشتی، دارویی، بیولوژیک و دریایی به انجام رسید.

دکتر مصطفی قانعی در این جلسه تاکید کرد: وظیفه‌ی ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری نهادینه کردن دانش است تا از صنعت عقب نماند و وابستگی کمتر شود. همچنین ستاد رویدادهایی را برگزار می‌کند تا مشکل صنعت در آن مطرح گردد و برای آن راه حل‌هایی در نظر گرفته شود.

دبیر ستاد توسعه‌ی زیست‌فناوری ادامه داد: تمام ظرفیت تحقیقی که در ستاد در نظر گرفته‌ایم باید متناسب با صنعت باشد و ما باید ظرفیت پژوهشی صنعت را تقویت کنیم.

مصاحبه با دیوید سودولسکی مدیرعامل شرکت آنلوتک

آینده صنایع شیمیایی در گرو اقتصاد زیستی

نرگس اقبالی

در این مصاحبه‌ی اختصاصی، دیوید سودولسکی (David Sudolsky) -مدیرعامل شرکت آنِلوتک Anellotech- ضمن معرفی اجمالی این شرکت، به شرح چگونگی فعالیت‌های این شرکت در اقتصاد زیستی می‌پردازد. به گفته‌ی وی، براساس درخواست محصولات، بسته‌بندی و سوخت‌های تولیدی از منابع پایدار، فرایند جدیدی موسوم به Bio-TCatTM جهت پاسخ به درخواست‌ها و نیازمندی‌های مشتریان توسط این شرکت ابداع شده‌است.

تا به امروز، صنعت شیمیایی هرگز گزینه‌ای مناسب جهت تولید ۱۰۰ درصدی مواد شیمیایی آروماتیک زیست‌بنیان (به عنوان مثال بنزن، تولوئن و زایلن) به دلیل فقدان کارآمدی، هزینه‌ی رقابتی و فرایندهای مقیاس‌پذیر و با به کارگیری مواد اولیه زیست‌توده‌ی غیرخوراکی تجدیدپذیر نداشته‌است. فرایند جدید Bio-TCatTM شرکت آنِلوتک این آرزو را به یک واقعیت تبدیل خواهد کرد.

گفتگو با دیوید سودولسکی -یکی از کارآفرینان و پیشگامانی که اقتصاد زیستی را در سطح جهانی به اجرا گذاشته است- بسیار دلپذیر است. او شرکت آنِلوتک را در سال ۲۰۰۸ تأسیس و بودجه اولیه شرکت را از سرمایه‌گذاری در یک صندوق رفاه تأمین کرد. وی در ادامه با استخدام تیم مدیریتی و هیئت مشاوره علمی متخصص، باعث توسعه این شرکت شد.

به گفته‌ی وی، این شرکت مستقر در نیویورک، یک طرح فناوری جهت تولید پتروشیمیایی از زیست‌توده‌ی غیرخوراکی تجدیدپذیر ایجاد می‌کند.

۱-آقای سودولسکی، می‌توانید برای ما توضیح دهید که کسب و کار اصلی شرکت آنِلوتک چیست؟

آنِلوتک یک شرکت فناوری پایدار و پیشگام در تولید نوآورانه‌ی مواد شیمیایی تجدیدپذیر با هزینه‌ی رقابتی و نیز سوخت‌های زیست‌توده‌ی غیرخوراکی است. فناوری Bio-TCat ما برای تولید آروماتیک‌های BTX زیست‌بنیان شامل ترکیبی از بنزن، تولوئن و زایلن است که همانندی شیمیایی قابل توجهی با همتایان نفت‌پایه‌ی این مواد دارند. آروماتیک‌های BTX قادرند در طیف وسیعی از کاربردهای شیمیایی ساخت کالاهای پلاستیکی مانند پلی‌استر (PET)، پلی‌استایرن‌ها، پلی‌کربنات‌ها، نایلون‌ها و پلی‌اورتان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. این پلاستیک‌ها برای تولید کالاهای مصرفی از قبیل بطری‌های نوشیدنی، بسته‌بندی مواد غذایی، لباس، پاپوش‌ها، موکت، خودرو و قطعات الکترونیکی استفاده می‌شوند. BTX هم‌چنین می‌تواند به عنوان مخلوط بنزینی با اکتان بالا و RVP پایین استفاده شود. فناوری آنِلوتک هم‌چنین قادر به تولید آروماتیک‌های سنگین‌تر در پالایشگاه به منظور تهیه‌ی سوخت زیستی جت از سوخت‌های زیستی است.

۲-فرایند Bio-TCat چگونه کار می‌کند؟

فناوری Bio-TCat یک فرایند کاتالیزوری حرارتی کارآمد است که با استفاده از یک مرحله تبدیل بستر مایع تک رآکتوری انجام می‌شود و توسط دو تن از همکاران تحقیق و توسعه‌ی ما IFPEN و جانسون متی توسعه‌یافته‌است. در حال حاضر فرایند ثبت اختراع این فناوری در مرحله نیمه صنعتی Bio-TCat ۸ انجام گرفته است. در Bio-TCat می‌توان از سایر مواد غیرخوراکی در دسترس و تجدیدپذیر و ارزان‌تر از قند به سهولت به عنوان ماده‌ی اولیه استفاده شود.

۳-به نظر شما اقتصاد زیستی چیست؟ براساس زمینه فعالیت شما، آیا آینده صنایع شیمیایی بر پایه زیستی است؟

اقتصاد زیست‌بنیان، فرصتی واقعی برای تسهیل تولید تجدیدپذیر و کمک به حمل و نقل عمومی در جامعه است. از سوی دیگر این روند با جایگزینی محصولات اصلی مصرف‌کننده بر پایه پتروشیمی با گزینه‌های پایدارتر تهیه شده از منابع زیستی و تجدیدپذیر در عین حال سبب عرضه محصولات جدید و بهبود یافته به بازار می‌شود.

آنِلوتک معتقد است که آینده صنایع شیمیایی در اقتصاد زیستی است. تغییرات آب و هوایی هم‌چون همیشه در حال حاضر نیز یک چالش بوده و قیمت‌های سوخت فسیلی نیز بر همین اساس در حال افزایش فزاینده هستند. مواد بیوشیمی گزینه پایدارتری برای برنامه‌های کاربردی در میان طیف وسیعی از بخش‌ها هستند و بسیاری از سهامداران در این روند منفعت می‌برند.

به عنوان مثال، تقاضای PET برای استفاده در بطری‌های نوشیدنی بر اساس پیش‌بینی‌ها ۵ درصد در هر سال تا ۵ سال آینده افزایش

می‌یابد و این در حالی است که تولید PET هنوز به طور عمده بر پایه پتروشیمی است. همکاری ما با شرکت جهانی نوشیدنی سانتوری (Suntory) در زمینه تجاری‌سازی آروماتیک‌ها با هزینه رقابتی شامل پارازایلن زیستی -جزء کلیدی مورد نیاز جهت ساخت ۱۰۰ درصدی بطری‌های PET بر پایه‌ی زیستی- مانع از سلطه‌ی پتروشیمی در این بخش می‌شود. این چشم‌انداز توسط بسیاری از صنایع زیست‌بنیان پیگیری شده و با Bio-TCat به واقعیت تبدیل شده است.

۴-شما فکر می‌کنید صنایع شیمیایی سبز در پنج سال آینده چه دستاوردهای برجسته و مهمی باید کسب کنند؟

اگر این صنعت بتواند عملکرد، تحویل، اقتصاد و کیفیت را تضمین کند، بخش مواد شیمیایی تجدیدپذیر، مواد شیمیایی زیست‌بنیان را در مسیر اصلی قرار خواهد داد. این روند با حمایت سریع مصرف کننده از محصولات پایدار به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

همکاری و مشارکت نیز یک اصل کلیدی است. هدف آنِلوتک ایجاد فناوری تولید مواد شیمیایی آروماتیک ۱۰۰ درصد زیستی از زیست‌توده غیرخوراکی است. با این حال، به لطف روابط راهبردی ما با سانتوری کار بر روی تولید بطری‌های PET ۱۰۰ درصد زیستی توسعه یافته و اولین محموله‌ی BTX برای مطالعات پالایش پارازایلن زیستی در حال حاضر ارسال شده است. این پارازایلن برای ساخت رزین PET تجدیدپذیر جهت تولید نمونه‌ی اولیه‌ی بطری و آزمایش محصول استفاده می‌شود.

ما به تنهایی قادر به انجام این کار نبودیم. علاوه بر این‌که همکاری‌های راهبردی، جزئی اصلی در صنعت مواد شیمیایی زیستی هستند سبب توسعه آسان‌تر و سریع‌تر فناوری‌های مواد شیمیایی زیستی (و سوخت‌های زیستی) و در نهایت حضور و عرضه به بازار خواهند شد.

۵-اقتصاد زیستی و اقتصاد چرخه‌ای دو الگوی اقتصادی رایج هستند؛ اما افکار عمومی هنوز قادر به درک آن نیست. سهامداران و مقامات چگونه ارتباط بهتری با مزایای محصولات زیست‌بنیان در مقایسه با منابع فسیلی آن‌ها برقرار می‌کنند؟

هنوز سوء برداشت‌های بسیاری در مورد اقتصاد زیستی وجود دارد. مسائل مربوط به مواد اولیه، بازیافت‌پذیری و تجزیه‌پذیری زیستی، عملکرد، مصرف انرژی، هزینه‌ها و بسیاری موضوعات دیگر باید تا حد امکان بی پرده و به روشنی مورد بحث قرار گیرند.

در آنِلوتک ما هم‌چنین آنالیز چرخه عمر (LCA) را به عنوان روشی معتبر برای ارزیابی و تشخیص اثرات محصولات مبتنی بر زیست‌توده مورد بررسی قرار می‌دهیم. زیرا این آنالیز نشان‌دهنده پایداری زیست‌محیطی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) و منافع اجتماعی و اقتصادی مرتبط با محصولات پتروشیمی است. LCA ما با نتایج بسیار مثبت به طور مستقل توسط یکی از متخصصین فناوری تصفیه بررسی شده‌است.

۶-مشارکت شما با سانتوری قطعاً بسیار قوی است. در سال ۲۰۱۵، گروه لگو (Lego) تصمیم گرفت تا جهت یافتن مواد جدید پایدار برای ساخت قطعات معروف‌شان و بسته‌بندی آن‌ها در بخش تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کند. سالانه بیش از ۶۰ میلیارد قطعه لگو در سراسر جهان، با استفاده از ۶۰۰۰ تن ABS (اکریلونیتریل بوتادین استایرن)، پلیمری مشتق شده از سوخت‌های فسیلی (بنزن و اتیلن برای استایرن، بوتان برای بوتادین و آمونیاک و پروپیلن برای اکریلونیتریل) تولید می‌شوند. آیا شما فکر می‌کنید می‌توانید شریکی قدرتمند برای لگو باشید؟

ما از مشارکت قدرتمند و مستحکم خود با سانتوری از سال ۲۰۱۲ بسیار خرسندیم. به عنوان شرکتی که به دنبال روابط راهبردی درازمدت است، صاحبان نام‌های تجاری نظیر لگو شرکای جالبی برای آنِلوتک خواهند بود.

ما در حال حاضر روی همکاری با رهبران در روند توسعه، کاتالیز، طراحی مهندسی، و صدور مجوز در سراسر زنجیره‌ی عرضه از مواد اولیه تا محصولات نهایی کار می‌کنیم. با کمال مسرت اعلام می‌کنم، تأمین‌کنندگان زیست‌توده، تولیدکنندگان مواد شیمیایی و سوخت‌ها، صاحبان نام‌های تجاری و دیگران می‌توانند برای دریافت اطلاعات بیشتر با آنِلوتک تماس بگیرند. شرکا از دسترسی زودهنگام آروماتیک‌های زیستی با هزینه رقابتی در شرایط ممتاز بهره‌مند خواهند شد که سبب ایجاد مزیت رقابتی می‌شود.

برای صاحبان نام‌های تجاری و تولیدکنندگان بسته‌بندی مواد غذایی، لباس، پاپوش، موکت، خودرو و قطعات الکترونیکی، ظرفیت‌های بالقوه‌ی بالایی جهت توسعه‌ی همکاری در زمینه پلیمرهای جدید زیست‌بنیان با آنِلوتک موجود است. با علاقه‌ی سانتوری به پارازایلن زیستی، فرصت‌های بیشتری برای شرکت‌هایی که علاقه‌مند به بنزن زیستی و مشتقات آن مانند ABS، آلکیل بنزن خطی (LAB)، استایرن و نایلون هستند، وجود دارد.

علاوه بر این، آنِلوتک برای قبول همکاری جهت احداث اولین کارخانه فرایند تجاری Bio-TCat با شرکت‌های خواستار شراکت که دارای کارخانه، تأسیسات عملیاتی و بهره‌مندی از مکانی جهت تیم پروژه باشند، به گفت و گو می‌پردازد.

۷-گام‌های بعدی که شرکت شما در حال برنامه‌ریزی است، چه خواهند بود؟

کارخانه نیمه صنعتی Bio-TCat ۸ ما در سیلسبی (Silsbee) تگزاس، مقیاس داده‌ها و مواد را در فرایند Bio-TCat براورد کرده و در راستای طراحی‌های کارخانه در مقیاس تجاری و صنعتی پیش می‌برد. ما هم‌چنین بر روی بهینه‌سازی فرایند، معتبرسازی اقتصاد فرایند، انجام مطالعات کاتالیستی و انتخاب و آزمایش مواد خام ثانویه برای استفاده در کارخانه نیمه صنعتی تمرکز می‌کنیم.

آنِلوتک هم‌چنین در نظر دارد تا مشارکت‌های راهبردی خود را توسعه دهد و به شرکت‌های خواهان سرمایه‌گذاری بر روی بهبود پایداری و رقابت‌پذیری فناوری فرایند ساخت و راه‌اندازی کارخانه‌های تجاری، گواهی و مجوز Bio-TCat اهدا کند.

هضم بی‌هوازی یک فرصت عظیم اقتصادی برای انگلستان

شیرین شادبخت

مدیر اجرائی انجمن هضم بی‌هوازی و منابع طبیعی[۱] (ADBA) انگلستان درخصوص طرح‌کلی فواید زیست‌محیطی و اقتصادی هضم بی‌هوازی[۲] پیشنهاداتی به مسئول خزانه‌داری این کشور ارائه داده است که مهم‌ترین نکات آن در ادامه می‌آید.

هضم بی‌هوازی می‌تواند انرژی و گرما را به‌صورت تجدیدپذیر (به‌فرم بیوگاز) احیا نموده و به پاکسازی محیط از سوخت‌های حاصل‌از وسایل نقلیه و همچنین تولید کودهای طبیعی کمک نماید.

سهم صنعت هضم بی‌هوازی در اقتصاد انگلستان از موضوعات کلیدی محسوب می‌شود. این صنعت در این کشور در ۱۰ سال گذشته بیش از ۳۵۰ درصد رشد داشته است و انگلستان خود به‌عنوان بنیانگذار جهانی در صنعت بیوگاز محسوب شده و صادرکننده تجهیزات و نیروهای متخصص مرتبط با بیوگاز است . این کشور پتانسیلی به ارزش یک تریلیون پوند در این صنعت به خود اختصاص داده است.

در این‌خصوص سیاست‌هایی عمومی درجهت جمع‌آوری فراگیر زباله‌ها به‌منظور بهبود و گسترش بازیافت آن‌ها در اسکاتلند و ایرلند شمالی انجام شده‌است که اثرات تخریبی

۱. Anaerobic Digestion and Bioersources association

۲. Anaerobic Digestion (AD)

دفن زباله و یا سوزاندن آن را برای محیط زیست کاهش می‌دهد. براساس تخمین کمیسیون ملی زیرساخت‌های این کشور، جمع‌آوری فراگیر زباله‌ها در انگلستان می‌تواند در بودجه‌ی سرمایه‌گذاری تا ۴۰۰ میلیون پوند و در بودجه‌های عملیاتی تا ۱/۱ میلیارد پوند برای مقامات محلی بین سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ صرفه‌جوئی در پی داشته‌باشد.

مدیر اجرائی ADBA سهم هضم بی‌هوازی را در تقویت بخش تولید و همچنین نقش مرکزی آن در بخش تکنولوژی کشاورزی[۳] -ازطریق کمک به کشاورزان در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای- و رشد اقتصاد زیستی در اهداف تعیین‌شده در صنعت، بسیار حیاتی اعلام نموده‌است. درصورت بهره‌گیری از پتانسیل کامل از این صنعت، هضم بی‌هوازی می‌تواند ۳۰ درصد از تقاضای گاز و برق خانگی را عمدتاً در مناطق روستائی که گیاهان با قابلیت هضم بی‌هوازی در آن قرار دارند، تأمین کرده و حدود ۳۵۰۰۰ شغل ایجاد نماید. علاوه بر این، هضم بی‌هوازی می‌تواند امنیت انرژی و کیفیت خاک را ازطریق تولید انرژی‌های تجدیدپذیر داخلی وکودهای طبیعی غنی از مواد مغزی بهبود بخشد.

با حمایت هدفمند دولت از بخش تحقیقات در این زمینه و پیشرفت در تکنولوژی‌های جدید در مدیریت زباله‌ها، این صنعت می‌تواند برای صادرات انگلستان سودمند واقع شده و نیاز به یارانه در این بخش را حذف نماید.

۳. Agritech

پتانسیل کشورهای جهان در حوزه‌ی بیوتکنولوژی؛

۱. اسلوونی

علی صلواتی‌زاده

موقعیت جغرافیایی، زبان، جمعیت

اسلوونی کشوری است با ۲٫۰۶ میلیون نفر جمعیت، در شرق اروپا قرار دارد. اسلوونی مرزهای زمینی با ایتالیا، اتریش (خیلی کم)، مجارستان و کرواسی دارد. تنها ۴۶ کیلومتر از مرزهای آن، مرز آبی است که به دریای آدریاتیک در جنوب متصل می‌شود و کشورهای ایتالیا و کرواسی بیشترین سهم در استفاده از این دریا را دارند. وسعت آن ۲۰٫۲۷۳ کیلومترمربع است، تقریبا نصف مساحت سوییس. پایتخت آن شهر لیوبلیانا با ۲۸۰ هزار نفر جمعیت است. تقریبا ۹۰٪ آنها به زبان اسوونیانی صحبت می‌کنند و بقیه عمدتا به زبان‌های کرواسی و صربی صحبت می‌کنند. اسلوونی سال ۲۰۰۷ به جمع اتحادیه اروپا پیوست.

وضعیت اقتصادی و شرکای تجاری

اسلوونی در سال ۲۰۱۸ رشد ۱٫۴ درصدی در GDP سالانه خود را تجربه خواهد کرد. بخش خصوصی (سرمایه‌گذاری و مصرف) به تنهایی حدود نصف GDP سالانه اسلوونی را ایجاد می‌کند و در خیلی از صنایع از بخش عمومی قویتر و تاثیرگذارتر است، از جمله در صادرات. اسلوونی جزء معدود کشورهای اروپایی است که کمترین سطح نابرابری درآمد عمومی را دارد. حدود یک چهارم کسانی که در اسلوونی تا سال ۲۰۱۶ کار پیدا نکرده‌اند، برای مدت طولانی است که بیکار هستند و دلیل اصلی آن سطح مهارت‌های کاری پایین آنهاست. سهم هزینه‌های R&D از GDP اسلوونی هنوز نسبت به میانگین کشورهای اروپایی بالاتر است ولی کارایی آن پایینتر است، یکی از دلایل آن عملکرد سیستم عمومی تحقیقات در اسلوونی است. شاخص مهم در ارزیابی این مساله، شاخصهای پایین ارجاعات و ایمپکت سایر مقالات محققان به مقالات منتشر شده اسلوونی است (۷/۴ اسلوونی در مقایسه با میانگین اروپا که ۱۰/۵٪ است). دلیل اصلی عدم موثر بودن تحقیقات و کارایی پایین آنها را می‌توان در ضعیف بودن ساختار دولت و فرایندهای اضافی و بوروکراتیک بیش از حد آن جستجو کرد.

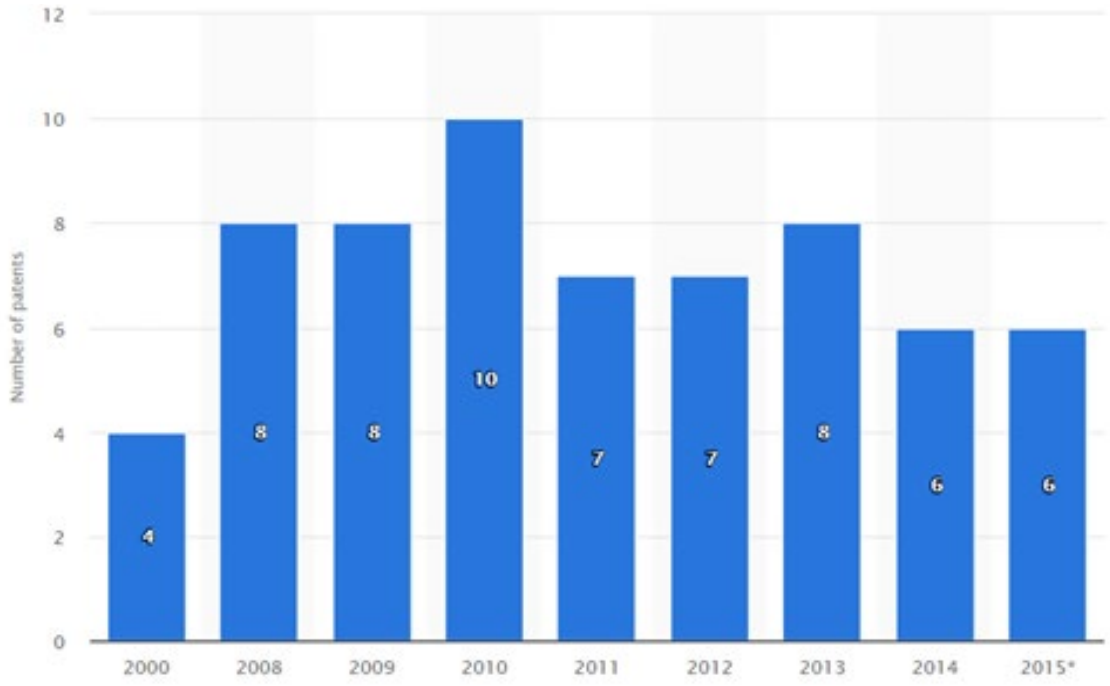
اسلوونی نسبت به سایر کشورهای اروپایی وضعیت خوبی در مسائل اجتماعی ندارد، همچنان بعد از سالها و با برنامه‌های متنوع دولت، احتمال فقیر شدن مردم در آمارها زیاد است، نرخ بالای فرار از مدرسه و بحرانهای اجتماعی مختلف وجود دارد. شاید مسائل اجتماعی یکی از عوامل گسترده‌تر شدن اقتصاد سایه که مساله مهم این روزهای اسلوونی است، باشد. عدم گزارش‌دهی دقیق فعالیت‌ها، فرار مالیاتی و عدم پرداخت تعرفه‌های گمرکی ناشی از همین اقتصاد سایه است که تقریبا ۱۲٫۵ درصد GDP سال ۲۰۱۴ اسلوونی را شامل می‌شود.

مهم‌ترین شرکای اقتصادی آن، آلمان، ایتالیا، اتریش، اسلواکی و کرواسی است (صادرات و واردات). مهمترین بخش از صنایع اسلوونی، صنایع متالوژی، ذوب فلزات روی و سرب، صنایع شیمیایی و تولید محصولات آلومینیومی است. تولید کالاها و قطعات الکترونیکی و الکتریکی از جمله محصولات عمده دیگر اسلوونی است که سهم خوبی صادرات آن را تشکیل می‌دهد.

صنعت بیوتکنولوژی اسلوونی

اسلوونی نیز مشابه سایر کشورهای کوچک اروپایی اغلب فعالان صنعتی آن در صنعت بیوتک، شرکتهای کوچک و متوسط یا SMEs هستند. طبق تعریف اتحادیه اروپا، شرکتهایی که کمتر از ۲۵۰ نفر کارمند داشته باشند در دسته شرکتهای کوچک و متوسط قرار می‌گیرند (بین ۵۰-۱۰ نفر شرکت‌های کوچک هستند). حتی شرکت‌های میکرو سایز (تعداد کارکنان کمتر از ۱۰ نفر) هم تعداد زیادی از شرکتهای بیوتک را در اسلوونی تشکیل می‌دهند. نیروهای محرک اقتصاد هر کشور طبق تحقیقات شرکتهای برتر مشاوره مدیریت دنیا شرکتهای کوچک و متوسط به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و احتمال بروز نوآوری در این شرکت‌ها است.

تنها حدود ۱۵٪ از شرکتهای بیوتک اسلوونی در مقیاس شرکتهای بزرگ هستند، ۳۰٪ در دسته شرکتهای کوچک و متوسط و بیش از ۵۰٪ آنها جزء شرکت‌های میکرو سایز هستند. البته این نوع توزیع اندازه شرکت‌ها در اغلب سایر کشورهای اروپایی حتی در آلمان و سوییس در سال ۲۰۱۰ دیده می‌شد. شاید یکی از دلایل آن، سرمایه‌بری بالای



توزیع پیتنت‌های ثبت شده بیوتک اسلوونی بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، آمارها به درصد است

صنعت بیوتک باشد.

ده عضو جدید اتحادیه اروپا از جمله، بلغارستان، مالت و اسلوونی اقدام به ایجاد انجمن ملی شرکتهای بیوتکنولوژی در کشورهای خود کرده‌اند. این انجمن‌ها باعث ارتباط بین بنگاه‌های اقتصادی و شبکه تامین‌کنندگان برای تولید محصولات و دفاع از حقوق شرکت‌های بیوتک در اجرای قوانین دولتی، بهبود صادرات آنها و ارتباط بهتر و منسجم‌تر با شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران خارجی می‌شود.

برترین شرکت‌ها

صنایع داروسازی و شیمیایی اسلوونی یکی از قویترین صنایع اسلوونی است. عقبه آن به اوایل قرن نوزدهم میلادی بازمی‌گردد، زمانی که اولین نیروگاه‌های صنایع شیمیایی KIK Kamnik, Cinkarna Celje و TKI Hrastnik در اسلوونی ساخته شدند.

در حال حاضر، ۲۹٫۰۰۰ نفر در حدود ۸۰۰ شرکت از صنایع شیمیایی و داروسازی اسلوونی شاغل هستند. حدود ٪۷۷ از میزان فروش سالانه در صادرات متعلق به همین دو صنعت اسلوونی است. داروسازی خود به تنهایی استخوان بندی اصلی صادرات و ارزش افزوده ایجاد شده در کالاهای صادراتی اسلوونی را ایجاد می‌کند.

Krka و Lek شرکتهای اصلی داروسازی اسلوونی هستند. شرکت Krka بزرگترین صادرکننده اسلوونی است (۱٫۱۱۴ میلیارد یورو در سال ۲۰۱۴) و بزرگترین تولیدکننده داروهای ژنریک در مرکز و شرق اروپاست.

شرکت Lek یکی از مهمترین اعضای خانواده بزرگ Sandoz است، شرکت پیشرو در تولید داروهای ژنریک در جهان. شرکت Lek یکی از مراکز اصلی توسعه و تولید محصولات بیوسیمیلار است. عمده بازارهای هدف آنها کشورهای اروپای مرکزی و شرقی و همچنین جنوب شرق اروپاست.

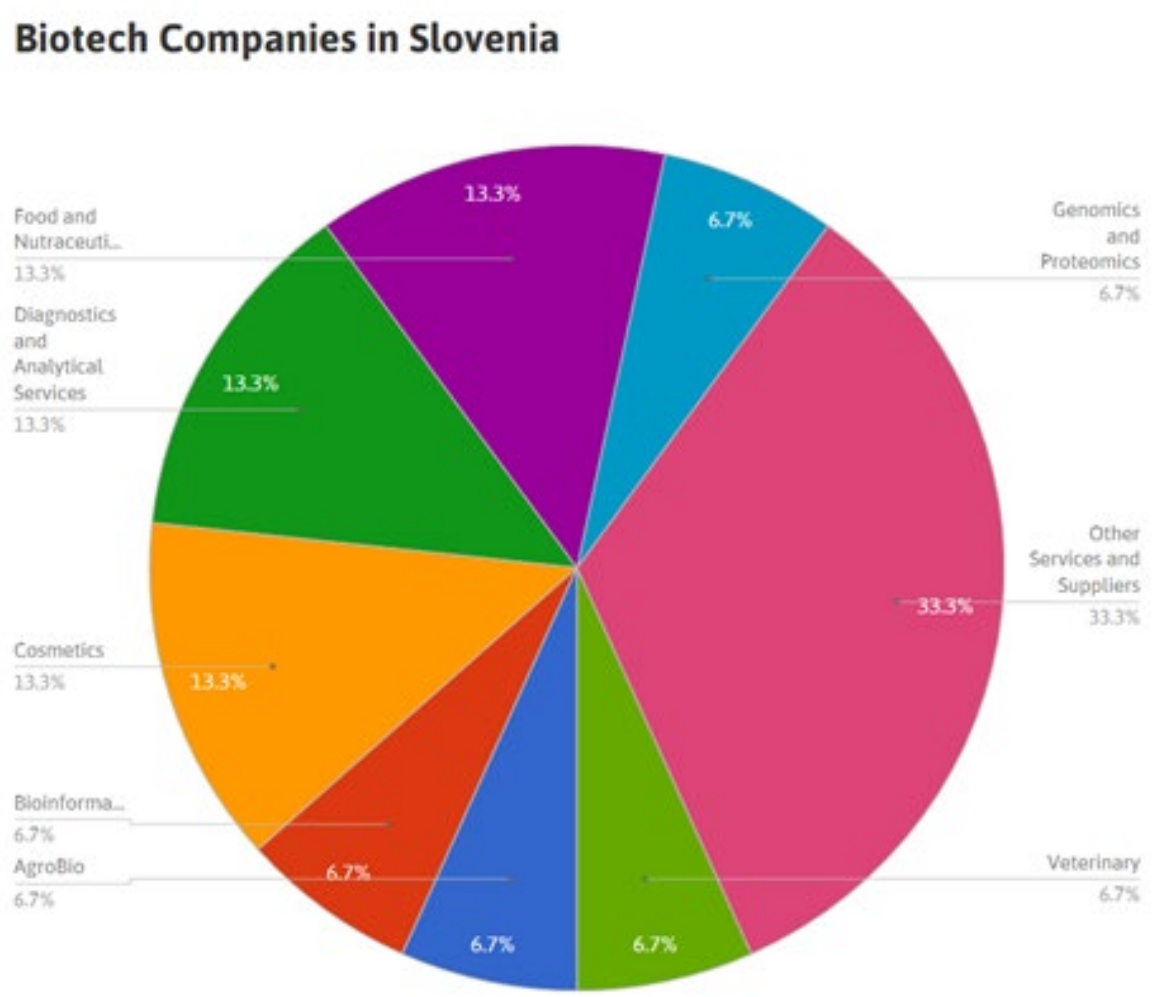
هر دو شرکت برنامه‌های زیادی برای توسعه محصولات و بازارهای خود در کشورهای خارجی دارند. Krka برای حضور در کشورهای آلمان، لهستان، کرواسی و روسیه برنامه‌ریزی جامعی کرده است. Lek نمایندگی خود را در بیش از ۲۰ کشور جهان گسترش داده است. Lek بخشی از تولید داروها را با ایجاد کارخانه‌هایی در کشور هدف کاهش داده است، در خود اسلوونی در چهار منطقه متفاوت کارخانه تولید دارو دارد. در رومانی و لهستان هم مشابه همین اقدام را دارد انجام می‌دهد.

افزایش هزینه‌های قابل توجه مصرف دارو، استاندارد بالای کیفیت درمانی و مراقبتی و سطح بالای آگاهی از سلامت عمومی همگی نیروهای پیشران افزایش تقاضا برای درمان‌ها و داروهای نوآورتر در اسلوونی هستند و به همین دلیل، اسلوونی مقصد سرمایه‌گذاری بسیاری از شرکت‌های داروسازی دنیاست. شرکتهای Lek (گروه Sandoz) و Krka هر دو باهم حدود ۸٫۰۰۰ نفر کارمند دارند.

در حال حاضر حدود ۵٫۲۰۰ دانشجو در مقطع کارشناسی در رشته‌های بیولوژی، داروسازی، داروهای دامپزشکی و صنایع شیمیایی در اسلوونی تحصیل می‌کنند.

Krka و Lek به ترتیب رتبه‌های پنجم و هفتم برترین شرکتهای سال (۲۰۱۵) اسلوونی را از آن خود کرده‌اند.

Krka در سال ۲۰۱۴، موفقترین شرکت اسلوونی معرفی شد، در آمد آن سال این شرکت به ۱٫۲ میلیارد یورو رسید که سود خالص آن ۱۴۴ میلیون یورو بوده است. ٪۹۴ فروش Krka در خارج از اسلوونی است. بزرگترین بازار این شرکت روسیه است که تقریبا معادل با ٪۳۱ از کل درآمد سالانه آن می‌شود. هزینه‌های R&D این شرکت نسبت به درآمد آن بالاست (حدود ۱۴٫۶ درصد در سال ۲۰۱۴). این شرکت عمده کارهای واحد R&D را در خارج از لیوبلیانا انجام می‌دهد، جایی که مقر رقیب اصلی آن یعنی شرکت Lek



دسته‌بندی حوزه‌های فعالیت شرکتهای بیوتک اسلوونی

است. البته همچنان در زمینه R&D از شرکت Lek عقب‌تر است. مرکز اصلی Krka در منطقه Novo mesto اسلوونی است.

تنها بین سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۰، بیش از ۹۰۰ میلیون یورو توسط شرکت Novartis در شرکت Lek سرمایه‌گذاری شد که نصف آن تنها صرف هزینه تجهیز آزمایشگاه‌های واحدهای R&D و توسعه آنها شد. گروه Sanoz یکی از گروه‌های اصلی شرکت Novartis است که به صورت اختصاصی در داروهای ژنریک فعالیت می‌کند، بنابراین Lek در اصل زیرمجموعه غول داروسازی سوییسی، شرکت Novartis است و با سرمایه‌گذاری مستقیم آن در اسلوونی ایجاد شده است.

گروه Snadoz از سالهای ۲۰۱۴ با معرفی اولین داروی بیوسیمیلار خود با نام fligastrim که موفق به اخذ مجوز FDA آمریکا در همان سال شد، عملا به سمت تولید داروهای بیوسیملار تغییر جهت داد و همین سیاست را شرکت Lek به عنوان نمایندگی آن در شرق و مرکز اروپا دنبال می‌کند.

پیشتیبانی علمی و تحقیقاتی هر دو شرکت بزرگ داروسازی اسلوونی حاصل از تحقیقات آکادمی قوی دو موسسه پیشروی Josef Stefan و موسسه ملی شیمی اسلوونی و همچنین دانشگاه لیوبلیانا است. این دو موسسه تحقیقات خود در زمینه‌های بیوشیمی، بیوتکنولوژی متمرکز کرده‌اند و همکاری پیوسته و متقابلی با مراکز صنعتی فعال در این حوزه‌ها دارند. همین همکاریها باعث ایجاد زمینه‌ای جذاب برای سرمایهگذاری شرکتهای بزرگ دنیا در صنعت بیوتک اسلوونی شده است. مثلا شرکت بزرگ بیوتک آمریکایی Biogen در اسلوونی نمایندگی خود را با عنوان شرکت Biogen Slovenia تاسیس کرد.

هم اکنون بیش از ۲۴ شرکت داروسازی در اسلوونی ثبت شده است که دو شرکت Krka و Lek حدود ۹۵٪ کل درآمد این صنعت را در اسلوونی از آن خود کرده‌اند. بقیه شرکتهای دارویی بسیار کوچک هستند (میکرو سایز) و کمتر از ۱۰ نفر کارمند دارند.

شرکتهایی مثل Marifarm و Galex بزرگتر هستند ولی کمتر از ۵۰ نفر کارمند دارند و بیشتر روی محصولات درمانی بدون ویزیت و داروهای ژنریک متمرکز شده‌اند. همچنین چند استارتاپ در این زمینه فعالیت میکنند، به طور مثال شرکت جوان Jafral که در توسعه باکتریوفاژها کار می‌کند. باکتریوفاژها یکی از زمینه‌های جدید در داروسازی است. درسته که بسیاری از این شرکتهای تازه تاسیس بسیار کوچک هستند وبا کلی ابهام در کسب و کار برمی¬خورند ولی فراموش نشود که همین شرکت Krka تقریبا شصت سال پیش واقعا چیزی جز یک آزمایشگاه کوچک و چند نفر

پین‌های صورتی نشاندهنده شرکت‌های عرضه‌کننده محصولات و سرمایه‌گذاران بیوتک، پین‌های آبی شرکت‌های فعال در R&D و سایر خدمات بیوتک هستند. عمده این مراکز در پایتخت اسلوونی قرار دارند

که کارهای تحقیقاتی می‌کردند، چیزی نداشت!

شرکت Lek در سال ۲۰۱۷، هفتمین شرکت برتر اسلوونی معرفی شد. سود خالص این شرکت در این سال ۷۴٫۷۷ میلیون یورو و درآمد کل آن ۰٫۹۱۳ میلیارد یورو بوده است.

دیگر شرکتهای برتر بیوتکنولوژی اسلوونی Bia ، Cinkarna Celje Separations و Ecolab هستند.

موسسات تحقیقاتی و مراکز نوآوری

موسسه جوزف استفان که پیش‌تر از آن نامبرده شد، یکی از موسسه‌های تحقیقاتی و پشتیبانی اصلی شرکت‌های بیوتک دارویی اسلوونی است. این موسسه در سال ۱۹۴۵ در شهر لیوبلیانا تاسیس شد. تحقیقات اصلی آن در ابتدا در زمینه‌های مختلف فیزیک (اشعه x، خواص مغناطیسی و...) بود ولی سپس به شیمی و بیولوژی روی آوردند. همکاری‌های اصلی این موسسه در زمینه بیوتکنولوژی با دانشکده بیوتکنولوژی دانشگاه لیوبلیانا صورت میگیرد. همچنین جلسات مشترکی سالانه به صورت همایش برای بیان برنامه‌ریزی مشترک تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف توسط دپارتمان بیومدیکال و مولکلوی موسسه جوزف استفان و دپارتمان بیولوژی دانشکده بیوتکنولوژی دانشگاه لیوبلیانا برگزار می‌شود. زمینه اصلی این جلسه در نوامبر ۲۰۱۶، درمورد سموم (toxins) و غشاهای زیستی (biomembrane) بود.

اساتید خارج از کشور بسیاری سالانه برای همکاری به این موسسه میآیند و یا دعوت میشوند، اغلب آنها از مرکز انتقال دانش و تحقیق بیوتکنولوژی دانشگاه زاگرِب (پایتخت اسلواکی)، دانشگاه استانبول ترکیه و دانشگاه میلان ایتالیا هستند. مدیر دپارتمان بیوتکنولوژی موسسه جوزف استفان در سال ۲۰۱۶، پروفسور Janko Kos بودند. این موسسه در سال ۲۰۱۶، ۲۴ مقاله معتبر در نشریات خارجی منتشر کرد که همگی در یک کتاب جمع آوری شدند. همچنین سه پتنت به ثبت رساندند و توانستند دو گرنت تحقیقاتی و گرنت Ph.D از آژانس تحقیقات اسلوونی بگیرند. در همین سال دو گرنت تحقیقاتی از مراکز بینالمللی گرفتند برای همکاری در پروژه‌های بین‌المللی کشورهای اروپایی از شرکای خود گرفتند. یکی از آن پروژه‌ها مِترولوژی کربوهیدرات بود.

به غیر از کنفرانس مشترکی صفحه قبل ذکر شد، دو کنفرانس دیگر در سال ۲۰۱۶ توسط این موسسه برگزار گردید. یکی برگزاری برنامه روز علوم بیومولکولی در ۲۲ سپتامبر، در دانشکده داروی دانشگاه لیوبلیانا و دیگری دهمین همایش روز محقق جوان که در انتخاب محقق جوان سال در خود موسسه و بین رشته‌های مواد،

دانشکده بیوتکنولوژی دانشگاه لیوبیالیانا یکی از اصلی مراکز تحقیقاتی دولتی اسلوونی است. عمده زمینههای تحقیقاتی این دانشکده در زمینههای محیط زیست، کشاورزی، میکروبیولوژی و منابع طبیعی (خاک، آب و هوا) است. این دانشکده یکی از مراکز تحقیقاتی پیشرو در منابع طبیعی و توسعه پایدار جهان است.

شیمی، بیوشیمی و محیط زیست انتخاب و معرفی می‌شود، برگزار شد.

برای کسب اطلاعات بیشتر به گزارش‌های سالانه موسسه استفان جوزف منتشر شده در سایت این مرکز به آدرس زیر مراجعه نمایید:

https://www.ijs.si/ijsw/JSI

موسسه ملی بیولوژی (NIB, National Institute of Biology) بزرگترین مرکز عمومی مستقل اسلوونی است که به طور اختصاصی در علوم زیستی تحقیق می‌کند. این موسسه توسط دولت وقت اسلوونی در سال ۱۹۶۰ تاسیس شد. NIB عمده تحقیقات خود را در زمینهای محیط زیست، کشاورزی و تغذیه متمرکز کرده بود نسبت به دارو و درمان. NIB سرمایه‌گذاری زیادی برای جذب دانشجویان Ph.D برای مرکز خود از خارج کشور کرده است. این موسسه اخیرا مجوز گنجاندن درس تکنولوژی‌های سنسور (Sensor Technologies) را از NAKVIS (مرکز سنجش مدارک تحصیلی وبرنامهریزی درسی اسلوونی) برای دانشجویان مقطع دکتری گرفته است. برای کسب اطلاعات بیشتر درمورد دپارتمانها و پروژههای تحقیقاتی در حال انجام به وبسایت زیر مراجعه نمایید:

http://www.nib.si/eng/index.php/o-institutu/osebna-izkaznica

موسسه NIB

پارک علم و فناوری لیوبلیانا

پارک علم و فناوری لیوبلیانا بزرگترین پارک علم و فناوری جنوب شرق اروپاست. در این پارک بیش از ۳۰۰ تیم استارتاپ معادل با ۱٫۵۰۰ نفر مستقر هستند. برنامه‌ریزی و ارائه خدمات شهر هوشمند و زندگی راحت زمینه‌های اصلی کاری آنهاست. ۳٫۵ میلیون یورو در ۶۰ استارتاپ توسط این مرکز سرمایه‌گذاری شده است. ۱۵۰ نفر به عنوان منتور با این مرکز برای توسعه کسب و کار استارتاپ‌ها همکاری می‌کنند. یکی از بنیانگذاران موسسه NIB، همین پارک علم و فناوری لیوبلیانا بوده است.

استارتاپهای موفق بسیاری توسط این پارک در عرصه ملی و بینالمللی معرفی شده اند. یکی از آنها استارتاپ Biosistemka است.

این استارتاپ به تازگی از این پارک علم و فناوری لانچ شده است. زمینه اصلی فعالیت این استارتاپ توسعه نرم‌افزارهای کامپیوتری و سرویس‌های دیجیتالی واحدهای R&D شرکت‌های داروسازی و آزمایشگاه¬ها است.

سوابق گذشته یک کشور در یک صنعت خاص، همیشه در پیشبرد سرمایهگذاریهای مختلف و توسعه روابط بینالملل آن صنعت موثر خواهد بود. همکاریهای گذشته اسلوونی در داروسازی و صنایع شیمیایی از همان ابتدا که به عضویت اتحادیه اروپا درآمد، این کشور را با ۷ کشور دیگری که در همان زمان پیوسته بودند طور دیگری متمایز کرد.

مراکز تحقیقاتی مرتبط با حوزههای مختلف بیوتک در اسلوونی در فهرست زیر لیست شده اند:

- University of Ljubljana, Faculty of Pharmacy
- University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology
- University of Maribor, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering
- National Institute of Chemistry Slovenia
- Chemical Office of the Republic of Slovenia
- Technology Platform “Advanced Materials and Technologies” NaMat
- Slovenian Plasttechnics Cluster
- SusChem - Slovenian Technology Paltform for Sustainable Chemistry

کودهای زیستی؛ ارمغان زیست‌فناوری برای توسعه پایدار

فریده اقبال

کودهای زیستی و تولید محصول سالم

به دلیل افزایش روزافزون جمعیت، امروزه پرورش بهینه گیاهان سالم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱). انقلاب سبز که در بین سال‌های ۱۹۵۰ تا اواخر ۱۹۶۰ پایه‌گذاری شد، افزایش بازده انواع محصولات کشاورزی در هر هکتار را به دنبال داشت که تولید منابع غذایی را ۱۲ الی ۱۳ درصد در کشورهای توسعه یافته افزایش داد. هم‌چنین تخمین زده شده است که در آسیا افزایش ۱ درصدی تولید محصول، ۰٫۴۸ درصد از تعداد افراد فقیر می‌کاهد (۲). امروزه استفاده از هر روش و فناوری که به افزایش بازده محصولات کشاورزی بینجامد، مورد استقبال قرار خواهد گرفت. از جمله این روش‌ها استفاده از انواع کودهای شیمیایی و زیستی است که نیازهای گیاه را در راستای تولید محصول با کیفیت تأمین می‌کنند.

مضرات کودهای شیمیایی

کود شیمیایی ماده‌ای است که منشأ مصنوعی دارد و به منظور حفظ رشد گیاه به خاک افزوده می‌شود. به طور کلی کودهای شیمیایی در دو دسته ماکرو و میکرو جای می‌گیرند. دسته ماکرو شامل عناصر پرمصرف مانند ازت، فسفات، پتاس، گوگرد، کلسیم و منیزیم است و دسته میکرو عناصری چون آهن، منگنز، روی، مس، بور و مولیبدن که کمتر مورد نیاز گیاهان هستند را شامل می‌شود. تقویت گیاهان و تأمین مواد مغذی آن‌ها توسط کودهای شیمیایی، محدودیت‌ها و معایبی به همراه دارد. از میان این معایب می‌توان به ساخته شدن این کودها از مواد غیر تجدیدپذیر، عدم تقویت کیفیت خاک محل زندگی گیاهان، ایجاد تغییرات شیمیایی در خاک که حاصل اسیدیته‌ی بالا و ناشی از اسیدهایی چون سولفوریک اسید و هیدروکلوریک اسید می‌باشد، آسیب رساندن به میکروبیوم گیاهان و هم‌چنین احتمال فراهم کردن شرایط برای رشد آفات، اشاره کرد (۳, ۴).

طبق آمار خبرگزاری ایسنا، میزان مصرف کودهای شیمیایی در ایران نصف میزان آن در آسیا و یک سوم مصرف جهانی است؛ گرچه این امر به معنی کم بودن مصرف این کودها در کشور نیست. مصرف غیر منطقی و بی‌رویه کودهای شیمیایی در مزرعه‌ها و باغ‌ها مهم‌ترین عامل شیوع سرطان معده در کشور محسوب می‌شوند که از علل آن می‌توان به وجود نیترات در مواد غذایی و آب آشامیدنی اشاره کرد که توسط باکتری‌ها در معده، به ماده سرطان‌زای نیتریت تبدیل می‌شود. با توجه به حد مجاز ازت نیتراتی که به وسیله سازمان جهانی بهداشت ۴۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، ۲۵ درصد از چاه‌های نمونه‌برداری شده آب شرب شهر بابل دارای غلظتی بیش از حد مجاز بوده است. هم‌چنین به دلیل مصرف زیاد سموم و کودها در استان مازندران، آمار سرطان‌های گوارشی و تنفسی چندین برابر میانگین متوسط کشور است. علاوه بر این، سالانه بیش از ۲٫۵ میلیون تن اوره جهت تأمین نیاز ازت گیاهان در صنایع کشاورزی استفاده می شود که خود باعث کاهش راندمان خاک و آلودگی شدید آن و هم‌چنین تجمع اوره در بافت گیاهان (عامل سرطان‌های دستگاه گوارش در انسان) می‌گردد.

به گفته محققین، کودهای شیمیایی در واقع نوعی نمک هستند که اگر در هر سال به مقدار زیاد وارد خاک شوند سبب تخریب ساختار خاک خواهند شد و این تخریب در مناطق خشک بسیار سریع‌تر صورت می‌گیرد.

از دیگر مشکلات مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، می‌توان به ایجاد (Harmful Algal Blooms (HABs اشاره کرد که مجموعه‌ای از جلبک‌هایی هستند که برای حیوانات و محیط زیست مضر به شمار می‌روند. از آب زه‌کشی کشاورزی که دارای مقادیر فراوان نیترات و فسفات است، می‌توان به عنوان عاملی مهم در ایجاد HABs نام برد (۵).

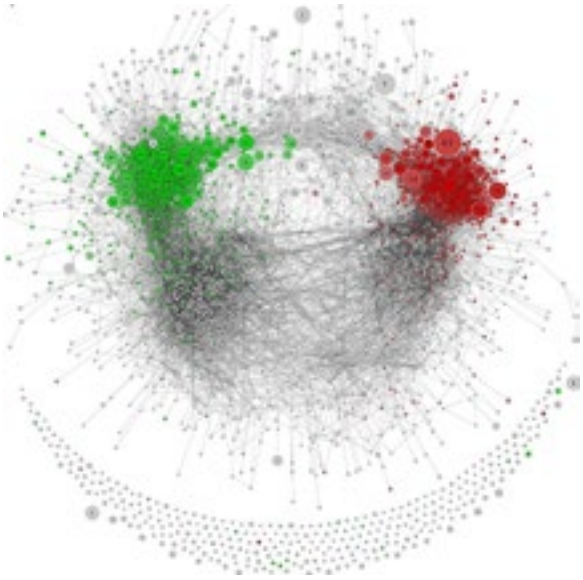
کاربرد کودهای زیستی و کودهای نانو

امروزه کودهای زیستی، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی به شمار می‌روند. این کودها از مواد تجدیدپذیر زیستی تشکیل شده‌اند و با وجود رساندن مواد غذایی در بازه‌ای طولانی‌تر به گیاه، خاک را تقویت کرده و با اثرات مثبتی که روی محیط اطراف ریشه گیاه و میکروبیوم آن می‌گذارند، سلامت گیاه را در طولانی مدت تضمین می‌کنند. ماندگاری طولانی مدت این کودها و عدم آلوده ساختن محیط زیست، از دیگر مزیت‌های این کودها در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌باشند (۶).

علاوه بر این کودها، با پیشرفت فناوری نانو، کودهای نانو نیز جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی به شمار می‌روند. انواع گوناگونی از ذرات نانو از جمله نانوتیوب‌های کربنی و مواد مورد استفاده در کشاورزی از جمله فسفر، اوره و والیدامایسین، به صورت کودهای نانو و آفت‌کش‌های نانو تولید شده‌اند. استفاده از این ساختارهای نانو اثرات مثبتی روی رشد و محصولات گیاهان و هم‌چنین جلوگیری از آفات داشته‌اند. آزادسازی مواد مورد نیاز گیاهان به صورت کنترل شده توسط این فناوری، به حفظ تعادل عملکرد گیاهان در طولانی مدت و بهینه‌سازی هزینه‌های پرورش و مراقبت از گیاهان، کمک‌های شایانی خواهد کرد (۷).

نقش میکروبیوم گیاه

از ابتدای ورود گیاهان به روی خشکی، باکتری‌ها زندگی همزیستی



را با این اشکال از حیات آغاز کرده‌اند (۸). میکروبیوم گیاهان روی فیزیولوژی، رشد و سلامت گیاهان میزبان خود اثرات برجسته‌ای دارند، به گونه‌ای که برخی آن‌ها را یک ارگانیسم واحد یا "Holobiont" می‌نامند. گیاهان با توجه به ساختار ژنتیکی خود و هم‌چنین محیط زندگی‌شان، یک میکروبیوم اختصاصی (core microbiota) دارند. این میکروبیوم اختصاصی، ترکیبی از انواع سویه‌های باکتریایی هستند که نیازهای خود را از گیاه تأمین کرده و به پایداری گیاه و حفظ سلامت آن کمک می‌کنند. پروتئوباکترها، آکتینوباکترها، فیرمیکوت‌ها و باکتروئیدها از شایع‌ترین گروه‌های باکتریایی همزیست با گیاهان هستند (۹).

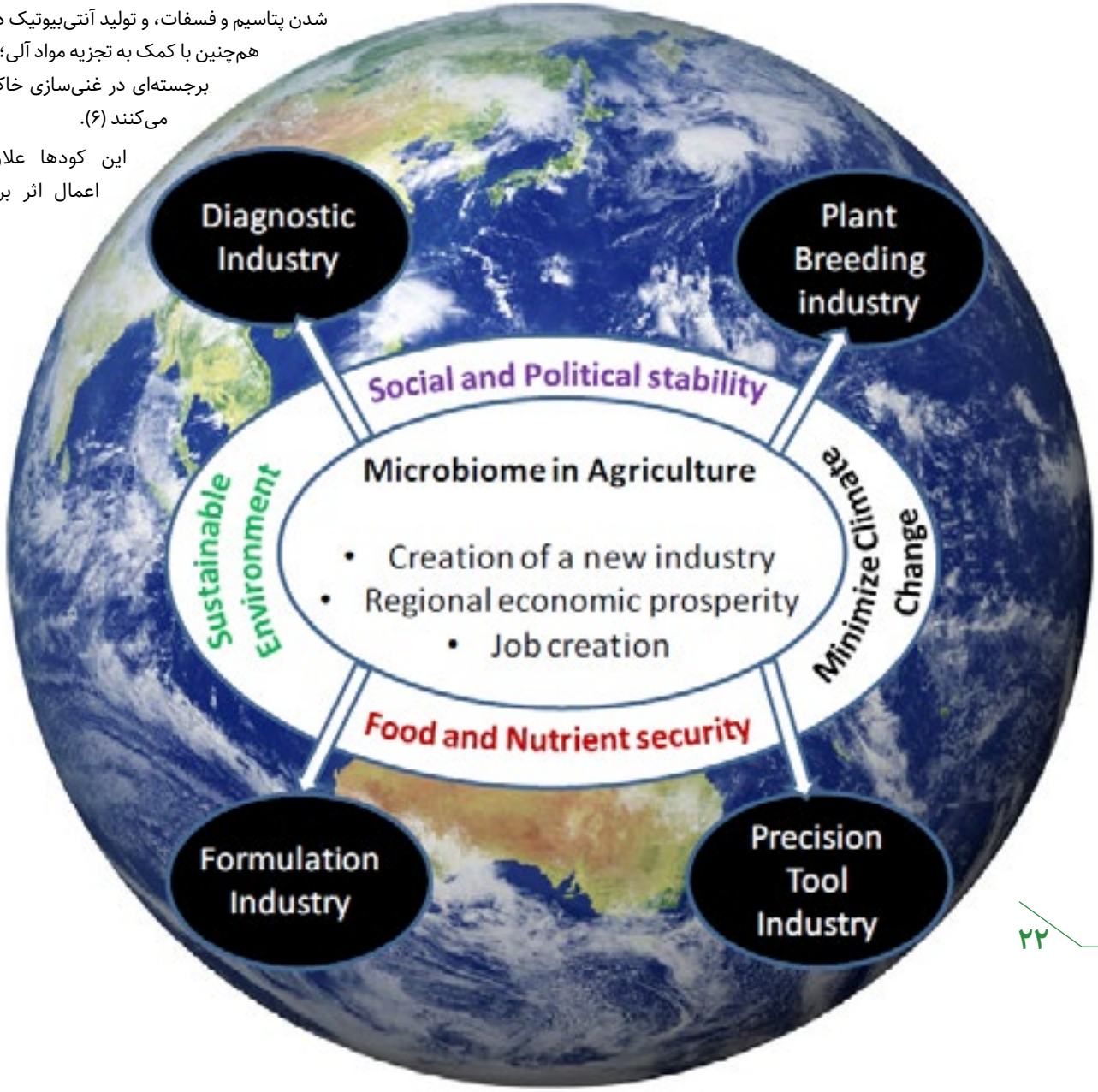
جمعیت زیادی از باکتری‌های همزیست اطراف ریزوسفر گیاه، نقاط تلاقی خاک با ریشه را فرا گرفته‌اند. جمعیت و ترکیب این باکتری‌ها توسط مواد مترشحه از گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این باکتری‌ها نیز علاوه بر تثبیت نیتروژن، با ترشح مواد تنظیم‌کننده، روی عملکرد گیاه اثر می‌گذارند و هم‌چنین با تولید مواد ضدقارچ، جزو سدهای دفاعی اصلی گیاه در برابر قارچ‌های بیماری‌زا به شمار می‌روند (۱۰، ۱۱).

از طرف دیگر، بیماری‌های قارچی نیز ساختار میکروبیوم گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به طور مثال، مشاهده شده است که آلوده شدن ریزوسفر گیاه گوجه فرنگی توسط قارچ Phytophthora parasitica ، منجر به کاهش تعدادی از سویه‌های باکتریایی و افزایش جنس زودوموناس می‌گردد (۱۲).

در میان انواع کودهای زیستی، کودهایی که حاوی باکتری‌های مفید و یا تأثیرگذار روی میکروبیوم گیاه هستند، توجه کشاورزان را به خود جلب کرده‌اند و جزو روش‌های مهم در کشاورزی پیشرفته در نظر گرفته می‌شوند. استفاده از ریزوباکترهای تقویت‌کننده رشد گیاه (PGPRs)، سیانوباکترها و حتی قارچ‌های مفید، باعث تقویت رشد و سلامت گیاهان و هم‌چنین مقاومت بیشتر آن‌ها در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده شده‌اند (۱۳).

کودهای زیستی با اثری که روی میکروارگانیسم‌های محیط اطراف ریشه می‌گذارند و نقشی که در کمک به روند تثبیت نیتروژن، حل شدن پتاسیم و فسفات، و تولید آنتی‌بیوتیک دارند و هم‌چنین با کمک به تجزیه مواد آلی؛ نقش برجسته‌ای در غنی‌سازی خاک ایفا می‌کنند (۶).

این کودها علاوه بر اعمال اثر بر روی



میکروارگانیسم‌های خاک، در سایر قسمت‌های گیاه نیز کاربرد دارند. به عنوان مثال، نوعی کود زیستی با نام تجاری BioGro که حاوی باکتری‌های مفید است، منجر به تقویت رشد گیاه برنج شده و نیاز به کودهای شیمیایی را به میزان ۵۲ درصد کاهش داده است (۱۴).

از طرفی دیگر، در مطالعه‌ای که به تازگی در دانشگاه برکلی صورت گرفته، مشخص شده است که اسپری کردن باکتری‌های مفید به روی برگ‌های گیاه گوجه فرنگی منجر به حفاظت آن‌ها در برابر باکتری‌های مضر می‌شود، اما در صورت استفاده از کودهای شیمیایی، این قابلیت حفاظتی میکروب‌ها از بین می‌رود (۱۵).

با در نظر گرفتن شرایط پیش رو در آینده و تغییرات میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاهان، استفاده از کودهای زیستی و برهم‌کنش این دو عامل، نویدبخش بهبود صنعت کشاورزی خواهند بود. گرچه پیش از آن به سؤالات مختلفی باید پاسخ داد. از آنجایی که برهم‌کنش‌های مختلفی میان گیاهان، میکروب‌های ساکن آن و محیط پیرامونش وجود دارد، یکی از نگرانی‌ها، مربوط به اثر میکروب‌ها و موادی است که ممکن است برای یک گیاه مفید، ولی برای بخش‌های دیگر آسیب‌رسان باشد. محققین در تلاش‌اند تا با در نظر گرفتن تمام جنبه‌های موجود، بهترین راه را برای تولید محصولی سالم فراهم سازند.

منابع:

۱. Singh BK. Creating new business, economic growth and regional prosperity through microbiome based products in the agriculture industry. Microbial biotechnology. ۷-۲۲۴:(۲)۱۰;۲۰۱۷.

۲. Raja N. Biopesticides and biofertilizers: ecofriendly sources for sustainable agriculture. J Biofertil Biopestici. ۱)۴;۲۰۱۳).

۳. Zamir D. Improving plant breeding with exotic genetic libraries. Nature reviews genetics. ۹۸۳:(۱۲)۲;۲۰۰۱.

۴. Conley DJ, Paerl HW, Howarth RW, Boesch DF, Seitzinger SP, Havens KE, et al. Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. Science. ۵-۱۰۱۴:(۵۹۱۷)۳۲۳;۲۰۰۹.

۵. Anderson DM, Glibert PM, Burkholder JM. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. Estuaries. ۲۶-۷۰۴:(۴)۲۵;۲۰۰۲.

۶. Bhardwaj D, Ansari MW, Sahoo RK, Tuteja N. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microbial cell factories. ۶۶:(۱)۱۳;۲۰۱۴.

۷. Solanki P, Bhargava A, Chhipa H, Jain N, Panwar J. Nano-fertilizers and their smart delivery system. Nanotechnologies in food and agriculture: Springer; ۲۰۱۵. p. ۱۰۱-۸۱.

۸. Martin FM, Uroz S, Barker DG. Ancestral alliances: plant mutualistic symbioses with fungi and bacteria. Science. ۶۳۴۰)۳۵۶;۲۰۱۷):eaad۴۵۰۱.

۹. Lemanceau P, Blouin M, Muller D, Mo nne-Loccoz Y. Let the core microbiota be functional. Trends in plant science. ۹۵-۵۸۳:(۷)۲۲;۲۰۱۷.

۱۰. Cha J-Y, Han S, Hong H-J, Cho H, Kim D, Kwon Y, et al. Microbial and biochemical basis of a Fusarium wilt-suppressive soil. The ISME journal. ۱۱۹:(۱)۱۰;۲۰۱۶.

۱۱. Igiehon N, Babalola O. Rhizosphere microbiome modulators: Contributions of nitrogen fixing bacteria towards sustainable agriculture. International journal of environmental research and public health. ۵۷۴:(۴)۱۵;۲۰۱۸.

۱۲. Larousse M, Rancurel C, Syska C, Palero F, Etienne C, Nesme X, et al. Tomato root microbiota and Phytophthora parasitica-associated disease. Microbiome. ۵۶:(۱)۵;۲۰۱۷.

۱۳. Berg G. Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. Applied microbiology and biotechnology. ۸-۱۱:(۱)۸۴;۲۰۰۹.

۱۴. Nguyen TH, Phan TC, Choudhury AT, Rose MT, Deaker RJ, Kennedy IR. BioGro: A Plant Growth-Promoting Biofertilizer Validated by ۱۵ Years' Research from Laboratory Selection to Rice Farmer's Fields of the Mekong Delta. Agro-Environmental Sustainability: Springer; ۲۰۱۷. p. ۵۴-۲۳۷.

۱۵. Berg M, Koskella B. Nutrient-and Dose-Dependent Microbiome-Mediated Protection against a Plant Pathogen. Current Biology. ۹۲-۲۴۸۷:(۱۵)۲۸;۲۰۱۸. e۳.

کودهای زیستی، از شناسایی سویه تا تولید در مقیاس وسیع

علی سامع

مقدمه‌ای بر کودها

تولید غذا برای بقا و پایداری جوامع بشری امری اساسی است. به همین دلیل استفاده از کودها و افزایش‌دهنده‌های رشد برای بهبود کمی و کیفی تولیدات غذایی رو به افزایش است.

کودها به اندازه انواع بذرها دارای اهمیت هستند؛ به عنوان شاهد می توان به نقش کودها در انقلاب سبز در منطقه آسیا اشاره کرد . انواع کودهایی که در انقلاب سبز معرفی شدند تاثیری ۵۰ درصدی در افزایش بازده تولیدات غذایی در آسیا داشته‌اند. (Hopper ۱۹۹۳ and FAO ۱۹۹۸)

گیاهان به ۳ جزء غذایی (nutrient) اصلی و ۱۳ جزء غذایی خرد برای رشد خود نیازمندند. نیتروژن، فسفر و پتاسیم؛ ۳ جزء اصلی غذایی هستند که توسط کودهای شیمیایی تأمین می‌شوند. مصرف کود در کشور هند در ماه‌های اول سال ۲۰۰۰ حدود ۲ میلیون تن بوده که به ۱۰٫۲ میلیون تن در بین سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۰۹ افزایش یافته است. هند پس از چین (با مصرف سالیانه ۲۶٫۵ میلیون تن کود) در رتبه دوم مصرف کود در جهان قرار دارد. (Jaga and Patel ۲۰۱۲). با این حال، با توجه به فناوری فعلی برای تولید کود و همچنین روش‌های ناکارآمد استفاده از کودها، هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی به عامل بازدارنده‌ای برای استفاده از کودها با همین شیوه فعلی تبدیل خواهند شد. (Kannaiyan ۲۰۰۰)

مقدمه‌ای بر کودهای زیستی

یکی از اجزای غذایی اصلی که در قالب کود شیمیایی استفاده می‌شود، نیتروژن تثبیت شده است. در صد سال اخیر، تثبیت زیستی نیتروژن (BNF) توجه دانشمندان را به خود جلب نموده است. اگرچه اهمیت این مسیر به عنوان منبع اصلی نیتروژن مورد نیاز برای کشاورزی، در حال حاضر توسط استفاده از کودهای شیمیایی کمتر شده است؛ اما توجه جوامع بین‌المللی بر توسعه اقتصادی پایدار با تکیه بر منابع تجدیدپذیر باعث توجه بیشتر به نقش BNF برای تأمین نیتروژن گشته است. البته باید توجه شود که کودهای زیستی به تنهایی نمی‌توانند تأمین‌کننده نیاز کشاورزی باشند و باید به همراه دیگر روش‌ها مورد

استفاده قرار بگیرند. (Peoples et. al;۱۹۹۴ Burris. ۱۹۹۵)

کود زیستی به مقدار زیادی از یک گونه یا چندین گونه مفید میکروارگانیسم‌ها گفته می‌شود. میلیاردها میکروارگانیسم در حامل‌های استریل مانند زغال، زغال‌سنگ یا زغال‌چوب جمع‌آوری می‌شوند. چنین موادی تحت عنوان کودهای زیستی می‌توانند به کشاورزان عرضه شوند. کودهای زیستی می‌توانند گونه‌هایی از باکتری‌ها، قارچ‌ها یا جلبک‌ها باشند که به طور عمده به دو گروه تقسیم می‌شوند: تثبیت‌کننده‌های نیتروژن مانند Rhizobium, Azotobactor, Azospirilum, Acetobacter, Anabaena و جلبک سبزآبی و یا حل‌کننده¬های فسفر مانند PSM و mycorrhizae. البته برخی از کودهای زیستی می‌توانند به عنوان اکسیدکننده‌های گوگرد و یا فراهم‌کننده دیگر اجزاء اصلی یا خرد غذایی برای گیاه فعالیت داشته باشند. آن‌ها هم‌چنین باعث افزایش در رشد رویشی، وزن خشک محصول، بازده و کیفیت محصول می‌شوند. استفاده آسان و طیف وسیع گیاهان هدف از میوه‌ها، غلات، سبزیجات، چمن‌ها، گیاهان زینتی و گیاهان باغچه از دیگر مزیت‌های کودهای زیستی است.

مراحل تولید کود زیستی

تولید کودهای زیستی به صورت کلی شامل انتخاب سویه مناسب به عنوان کود زیستی، رشد دادن آن به صورت مقیاس وسیع با محیط کشت مناسب و قرار دادن آن در بسترهای حامل استریل، سپس بسته‌بندی آن‌ها در شرایط آسپتیک و نهایتاً عرضه آن‌ها به کشاورزان می‌شود.

برخلاف کودهای شیمیایی، کودهای زیستی به همراه دانه‌ها و جوانه‌ها استفاده می‌شوند که به دلیل ترشح اکسین‌ها و هورمون‌های دیگر باعث افزایش جوانه‌زنی در کشت شده و مؤثرتر از کودهای شیمیایی هستند.

سال	میزان تولید	میزان فروش
۲۰۰۰-۲۰۰۱	۶,۲۴۲۶	۶,۱۳۸۶
۲۰۰۱-۲۰۰۲	۷,۳۹۰۰	۶,۸۷۶۱
۲۰۰۲-۲۰۰۳	۸,۶۴۳۰	۷,۰۰
۲۰۰۳-۲۰۰۴	۱۰,۵۰۰	۸,۵۰۰
۲۰۰۴-۲۰۰۵	۱۰,۴۷۹۰	۱۰,۴۲۸۰
۲۰۰۵-۲۰۰۶	۱۱,۷۵۲۰	۱۱,۳۵۸۰
۲۰۰۶-۲۰۰۷	۱۵,۸۷۱۰	۱۵,۷۴۵۰
۲۰۰۷-۲۰۰۸	۲۰,۱۱۱۰	۲۰,۱۰۰۰
۲۰۰۸-۲۰۰۹	۲۵,۰۶۵۰	۲۵,۰۰
۲۰۰۹-۲۰۱۰	۲۰,۰۴۰۳	۲۰,۰۰

جدول ۱. میزان تولید و فروش کودهای زیستی در کشور هند (اعداد به میلیون تن).

منبع: Specialty Fertilizer Statistics, FAI ,(۲۰۱۱) MOA and NCOF, Ghaziabad

انواع کودهای زیستی

بر اساس نوع فعالیت مفیدی که عوامل میکروبی کودهای زیستی دارند، آن‌ها را به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

۱. کودهای زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن

۲. کودهای زیستی حل‌کننده فسفات

۳. کودهای زیستی حل‌کننده پتاسیم

۴. کودهای زیستی اکسید کننده گوگرد

۵. کودهای زیستی حل‌کننده سیلیکات

۶. کودهای زیستی تجزیه‌کننده مواد آلی

کودهای زیستی بر پایه حامل، در مورد تثبیت‌کننده‌های نیتروژن، حل‌کننده‌های فسفات و تجزیه‌کننده‌ها در مقیاس وسیع تولید شده‌اند؛ اما محصول تجاری در مورد اکسید کننده‌های گوگرد، حل‌کننده‌های سیلیکات، حل‌کننده‌های پتاسیم و کودهای زیستی بر پایه VAM (انواعی از قارچ‌های ایجاد کننده همزیستی آربوسکولار) هنوز تولید نشده‌اند.

در ادامه به بررسی کوتاه در مورد انواع کودهای زیستی می‌پردازیم.

۱. تثبیت‌کننده‌های نیتروژن

این گروه شامل باکتری‌ها و سیانوباکتری‌هایی هستند که نیتروژن مولکولی هوا را به آمونیاک تبدیل کرده و بدین ترتیب در دسترس گیاه قرار می‌دهند (Tilak ۱۹۹۳). تثبیت‌کننده‌های نیتروژن در محصولات تجاری گونه‌هایی از Rhizobium, Azotobacter, Azospirillium, Acetobacter, Anabaena و سیانوباکتری‌ها (جلبک‌های سبزآبی) هستند. این کودهای زیستی بر اساس نوع ارتباط با میزبان گیاهی شامل سه نوع می‌شوند:

a. تثبیت‌کننده‌های نیتروژن همزیست (مانند Rhizobium, Anabaena)

b. تثبیت‌کننده‌های نیتروژن غیر همزیست (مانند Azotobacter, Beijerinekia, BGA, Acetobacter)

c. تثبیت‌کننده‌های نیتروژن همراه، که برای عملکرد مطلوب نیاز به کشت همراه با یکی از سویه‌های همزیست یا غیرهمزیست دارند. (مانند Azospirillum, Frankia)

۲. حل‌کننده‌های فسفات

یون فسفات درون خاک به دلیل تشکیل کمپلکس‌های غیر محلول با یون‌های فلزی Ca^{2+}، Fe^{2+}، Al^{3+} و یا Mn^{2+} بسته به pH خاک و ترکیبات آلی آن از دسترس گیاه خارج می‌شود. بسیاری از میکروارگانیسم‌های خاک به خصوص Pseudomona, Bacillus, Aspergillus و Penecillium به صورت مؤثری فسفات کمپلکس شده در منابع آلی یا معدنی خاک را با تولید اسیدهای آلی یا غیر آلی حل یا استخراج کرده و در دسترس گیاه قرار می‌دهند. گونه‌هایی از حل‌کننده‌های فسفات به شرح ذیل می‌باشد:

a. انواع باکتریایی شامل:

Bacillus polymyxa, B. megetherium var phospheticum, B. megetherium var. serratia, B. circulens, Pseudomonas striata, P. liquifaciens, Achromobacter spp., Arthobacter spp.

b. انواع قارچی شامل:

Penicillium digitatum, Aspergillus awamori, A fumigatus, P. liliacinum, Cephalosporium spp., Trichoderma spp.

c. انواع Actinomycetes:

Streptomyces spp., Nocardia spp.

d. انواع مخمری:

Rhodotorula spp., Schwanniomuces occidentails

۳. Vesicular arbuscular mycorrhizae

این نوع از قارچ‌های رشته‌ای به وسیله همزیستی با ریشه گیاهان درختی و افزایش سطح برای برداشت مواد مغذی و یا تأمین آن‌ها، ترشح هورمون‌های محرک رشد و حفاظت از ریشه گیاهان در برابر

عوامل بیماری‌زا و در عوض گرفتن کربوهیدرات‌های تولیدی در گیاه به مقدار مورد نیاز خود، باعث بهبود کیفی و کمی رشد گیاه می‌شوند. گونه‌های رایج دارای این ویژگی‌ها شامل موارد ذیل می‌شود:

Acaulospora laevis, A. rugosa, A. trappie; Entrphosphora colombiana, E. infrequens and E. schenckii; Gigaspora margarita, G. gigantean and G. albida; Glomus mosseae, G. fasciculatum, G. intradices, G. pallidum, and G. monosporum, Sclerocystis clavispora, S. sinuosa, S. microcarpus, Scutellspora nigra and S. alborosea.

در این بین، گونه‌های Gigaspora calospora, Glomus fasciculatum, Gigsspors margarita از اهمیت ویژه‌ای برخوردار‌اند.

۴. حل‌کننده‌های پتاسیم

پتاسیم خاک نیز مانند فسفات به سرعت به صورت گونه‌های معدنی رسوب کرده و تنها ۱ الی ۲ درصد پتاسیم خاک به صورت محلول یا قابل انحلال و در دسترس گیاه قرار دارد. تحقیقات مختلفی بر روی میکروارگانیسم‌های مختلف حل‌کننده پتاسیم انجام شده است، اما بیشتر توجهات به سوی باکتری‌ها بوده است. گونه‌های مختلفی از باکتری‌ها عمدتاً از گروه rhizobacteria قادر هستند که پتاسیم را از حالت رسوب به همراه سیلیکات‌ها به حالت محلول در آورده و در دسترس گیاه قرار دهند.

۵. اکسید کننده‌های گوگرد

میکروارگانیسم‌های مختلفی از گروه باکتری‌ها و برخی آرکی‌ها در خاک قادر به تبدیل اکسید گوگرد از حالت عنصری یا احیا شده به حالت کاملاً اکسید شده (سولفات) هستند. به طور خاص سویه‌هایی از Acidithiobacillus thiooxidans , A. ferrooxidans به عنوان اکسید کننده‌های گوگرد شناخته می‌شوند. گونه‌هایی که به عنوان کود زیستی اکسید کننده گوگرد تجاری شده‌اند بیشتر از سرده Thiobacillus بوده‌اند.

۶. حل‌کننده‌های سیلیکات

سیلیسیم در حالت محلول به رشد، تکوین و بازده اکثر گیاهان کمک می‌کند؛ به صورتی که محتوای سیلیسیم در اکثر گیاهان برابر یا حتی بیشتر از عناصر ضروری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. با این حال هنوز دانش کافی از نقش سیلیسیم در گیاهان در دست نیست. گونه‌های کمی از میکروارگانیسم‌های خاک قادر به انحلال سیلیکاها و رهاسازی سیلیسیم به شکل محلول می‌باشند. در این بین گونه‌هایی از Rhizobium , Bacillus به طور مؤثری این عملکرد را نشان می‌دهند.

فرآیند تولید کودهای زیستی از تحقیق و پژوهش تا تولید در مقیاس وسیع

بخش اول: بررسی فعالیت سویه‌ها برای یافتن سویه مناسب

برای یافتن سویه‌های مناسب نیاز خواهد بود تا از روش‌های سنجش کارآمد فعالیت‌های میکروبی و سپس انتخاب سویه کارآمد استفاده شود. در رابطه با کودهای زیستی مختلف روش‌های متفاوتی برای بررسی فعالیت میکروبی وجود دارد که عموماً به دو دسته تقسیم می‌شوند:

a. روش‌های ایزوتوپیک (بر پایه ایزوتوپ): از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو عناصری مانند نیتروژن، فسفر و ... برای سنجش فعالیت میکروبی استفاده می‌شود.

b. روش‌های معمولی: به جای استفاده از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو، از شناساگرهای مختلف دیگر برای سنجش فعالیت میکروبی استفاده می‌شود.

روش‌های ایزوتوپیک

۱. بررسی تثبیت نیتروژن با روش‌های ایزوتوپیک

برای بررسی فعالیت تثبیت نیتروژن سویه‌های مختلف میکروبی در

آزمایش‌های میدانی (در مزرعه)؛ چه در روش‌های معمولی و چه در روش‌های ایزوتوپیک از یک گیاه برای سنجش تجمع نیتروژن تثبیت شده استفاده می‌کنند که به طور معمول از پروانه‌آسایان (leguminous) که قابلیت همزیستی با گروه قابل توجهی از تثبیت‌کنندگان نیتروژن داشته و نسبت جذب نیتروژن بسیار بیشتری دارند استفاده می‌شود. در روش ایزوتوپیک سنجش تثبیت نیتروژن بدین ترتیب عمل می‌شود که از دو گیاه که یکی قادر به تشکیل گرهک‌های همزیستی است و می‌تواند از سویه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بهره ببرد و دیگری که این قابلیت را نداشته و تنها از نیتروژن تثبیت شده خاک می‌تواند استفاده کند، بهره می‌گیرند. بدین ترتیب تجمع نیتروژن در گیاه دارای همزیستی مجموعی از نیتروژن تثبیت شده در خاک و نیتروژن تثبیت شده توسط سویه‌های مورد سنجش خواهد بود، درحالی که در گیاه فاقد همزیستی، نیتروژن تجمع یافته در گیاه تنها حاصل جذب نیتروژن از قبل تثبیت شده در خاک خواهد بود. بدین ترتیب می‌توان با سنجش اختلاف غلظت ایزوتوپ ۱۵N در دو گیاه فعالیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن سویه‌های همزیست را مشخص نمود.

۲. بررسی فعالیت حل‌کنندگی فسفات با روش‌های ایزوتوپیک

در این بررسی‌ها بیشتر از ایزوتوپ ۳۲P که رادیواکتیو بهتری است استفاده می‌شود. بدین ترتیب برای بررسی این ویژگی در سویه مورد نظر از محیط کشت Pikovskaia استفاده می‌شود؛ با این تفاوت که به جای Ca۳ (PO۴)۲ از Ca۳ (۳۲PO۴)۲ استفاده شده است. بدین ترتیب میکروارگانیسم‌ها در این محیط کشت شده و پس از ۷ الی ۱۴ روز از محیط کشت توسط سانتریفیوژ جدا شده و اختلاف غلظت فسفات رادیواکتیو محلول قبل و پس از کشت میکروبی توسط نشانگرهایی مانند Geiger-Mueller سنجیده می‌شود.

روش‌های معمولی سنجش

۱. سنجش تثبیت نیتروژن با روش‌های معمولی

همانطور که گفته شد برای بررسی سویه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن معمول از یک گیاه همزیست سویه استفاده می‌شود که یکی از دلایل این کار افزایش شدت رشد سویه و بدین ترتیب افزایش میزان مطلق کمیت‌های مورد سنجش جهت کاهش خطا و سهولت سنجش می‌باشد. برای بررسی کمی تثبیت نیتروژن توسط سویه مورد نظر با روش‌های معمولی به دو روش اشاره می‌شود:

a. روش سنجش کاهش استیلن به اتیلن: بدلیل این که آنزیم نیتروژناز مسئول تثبیت نیتروژن مولکولی به صورت آمونیاک است و این آنزیم گاز استیلن را به اتیلن کاهش می‌دهد، می‌توان با سنجش

Ingredient	Composition by authors (g l^{-1})			
	Waksman 1928	VanSchreven	Date 1976	Fred and Burton
Mannitol	10.0	-	10.0	2.0
Sucrose	-	15.0	-	10.0
K_2HPO_4	0.5	0.5	0.5	-
K_3PO_4	-	-	-	0.2
KH_2PO_4	-	-	-	0.4
$MgSO_4.7H_2O$	0.2	0.2	0.2	0.2
NaCl	0.1	-	0.2	0.06
$CaCO_3$	3.0	2.0	-	0.2
$CaSO_4.2H_2O$	-	-	-	0.04
$FeCl_3.6H_2O$	-	-	0.1	-
Yeast water	100.0	100.0	100.0	-
Yeast extract	-	-	-	0.5
Paraffin oil	-	0.5	-	-
$(NH_4)_2HPO_4$	-	-	-	0.1
Water	900	900	900	1000

دقیق غلظت گاز اتیلن توسط کروماتوگرافی گازی (GC) میزان فعالیت آنزیم نیتروژناز و بدین ترتیب میزان فعالیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن سویه سنجید.

b. روش سنجش تولید گاز هیدروژن: بدلیل این که آنزیم نیتروژناز در حضور گازهای بی‌اثر مانند آرگون و عدم حضور نیتروژن، به جای تثبیت نیتروژن مولکولی به تولید هیدروژن مولکولی می‌پردازد؛ بنابراین می‌توان با سنجش میزان تولید گاز هیدروژن به غلظت آنزیم نیتروژناز سویه مورد نظر دست یافته و بدین ترتیب میزان فعالیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن به طور غیر مستقیم به دست آید.

۲. سنجش حل‌کنندگی فسفات با روش‌های معمولی

برای این سنجش از رشد سویه مورد سنجش در محیط کشت Pikovskaia بدون آگار استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب که پس از ۳ الی ۷ روز کشت سویه در این محیط کشت زیست‌توده تولید شده را توسط سانتریفیوژ یا روش دیگر جدا کرده و محلول مورد نظر را جهت سنجش غلظت فسفات محلول توسط روش‌های اسپکتروفوتومتری مورد بررسی قرار می‌دهیم.

بخش دوم: جداسازی و تولید در مقیاس

در این بخش به روش‌های جداسازی، کشت و سایر روش‌ها برای سویه‌های هدف به منظور تولید کودهای زیستی مختلف خواهیم پرداخت.

۱. گونه‌های Rhizobium

مرحله اول: جداسازی سویه‌ها

برای جداسازی سویه‌های Rhizobium از محل‌های طبیعی، این مراحل باید طی شود: ابتدا نیاز خواهد بود تا گرهک‌های حاوی سویه هدف جمع‌آوری شده و تا زمان کشت خالص از آلودگی ثانویه نگه‌داری شوند. برای جداسازی و جمع‌آوری سویه‌ها هم می‌توان از گرهک‌های تازه و مرطوب و هم از گرهک‌های خشک شده با سیلیکاژل استفاده نمود. برای انجام این هدف معمولاً گرهک‌ها را در فضای بسته و روی ژل سیلیکا که جاذب رطوبت است نگه‌داری می‌کنند. به دلیل قرارگیری باکتری‌های هدف درون گرهک‌ها، می‌توان با استریل سطحی گرهک‌ها آلودگی‌های گونه‌های دیگر خاک را حذف نمود و به کشت خالصی از سویه‌های موجود درون گرهک دست یافت.

مرحله دوم: تولید ماده تلقیح گونه‌های Rhizobial

۱. کشت سویه در محیط مایع

گونه‌های Rhizobia به راحتی در کشت مایع رشد می‌کنند، اما بدلیل عدم توانایی رقابت با اغلب گونه‌های دیگر مرحله استریل‌سازی صحیح فرآیند و اطمینان از عدم آلودگی جزو مهم‌ترین مراحل کشت مایع و فرآیند تخمیر در مقیاس وسیع است. این گونه‌ها عموماً هوازی بوده و برای رشد در فرآیند تخمیر نیاز به اکسیژن خواهند داشت. میزان دمای مطلوب رشد نیز بین ۲۸ الی ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. ترکیب محیط کشت‌های صنعتی استفاده شده تا کنون برای کشت مایع این گونه‌ها در جدول ذیل درج شده است.

بخش سوم: استفاده از حامل‌ها به همراه سویه‌های مفید به عنوان کود زیستی

کودهای زیستی می‌توانند به صورت محلول‌های تلقیحی یا به صورت همراه شده با حامل‌های مختلف تولید شوند. همراه‌سازی سویه‌های هدف با حامل‌ها باعث راحتی کار، کارایی و تأثیر بیشتر و افزایش مدت زمان انبارداری کودهای زیستی می‌شود.

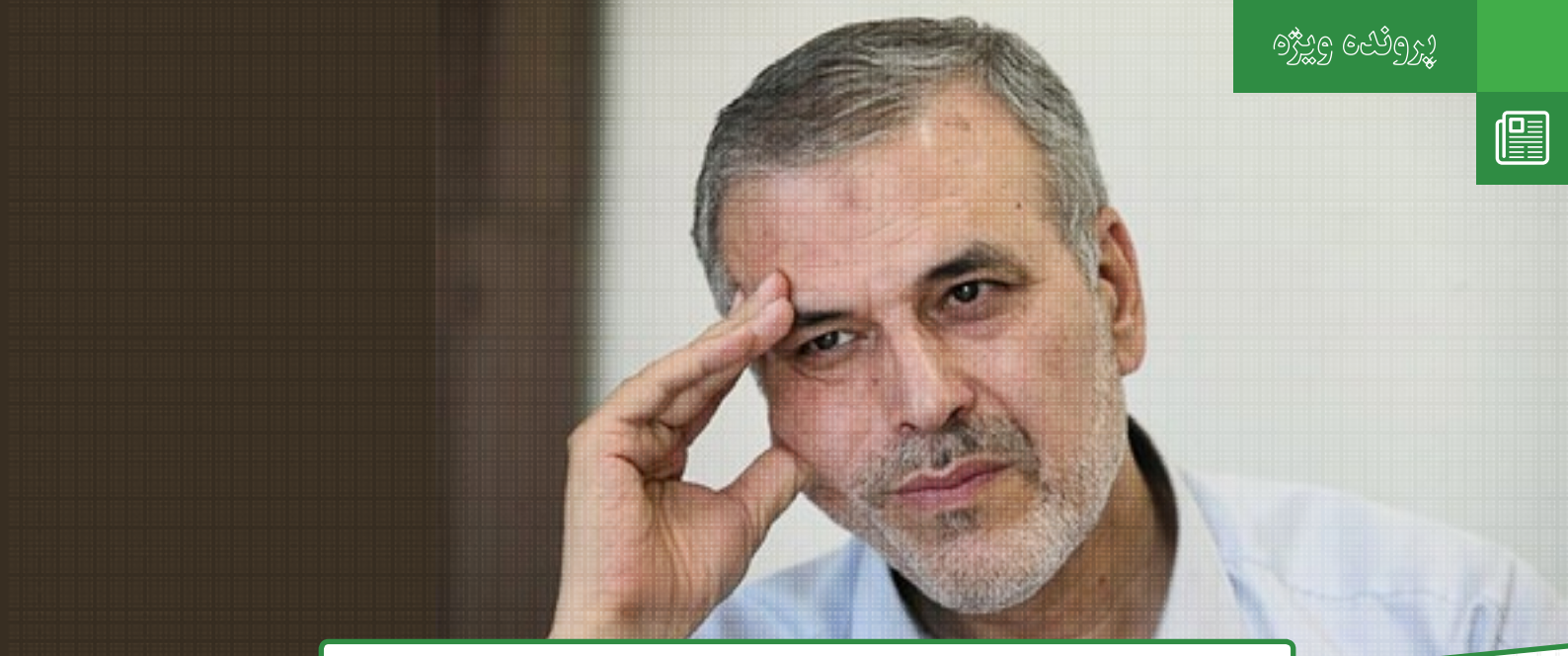
در رابطه با سویه‌های باکتریایی کود زیستی، اغلب این سویه‌ها مانند گونه‌های Rhizobium به صورت همزیست با گیاهان فعالیت می‌کنند. بنابراین برای تلقیح موفقیت‌آمیز باکتری‌های این دسته و دیگر باکتری‌های rhizobacteria جمعیت زیادی از باکتری‌ها باید در تماس نزدیک با ریشه‌های گیاه جای داده شوند. اگر جمعیت تلقیحی به اندازه کافی زیاد نباشد رقابت سویه‌های طبیعی حاضر در ریشه گیاه با سویه‌های تلقیحی در نهایت باعث حذف سویه تلقیحی و عدم موفقیت در تلقیح خواهد شد. یک روش رایج برای تلقیح به همراه حامل بدین ترتیب است که سویه‌های با حامل به علاوه آب همراه شده و یک حالت دوغابی (slury) پیدا می‌کنند که در ادامه با بذرهای گیاه مور نظر برای کشت مخلوط می‌شوند. در این روش نیاز خواهد بود تا حامل به صورت کاملاً پودری تهیه شود و برای باقی ماندن کود به همراه دانه‌ها نیاز است تا از محلول‌های چسبناک مانند متیل اتیل سلولز، محلول سوکروز، روغن‌های گیاهی و ... استفاده شود.

روش تلقیح بذر گیاه همیشه با موفقیت همراه نیست. این امر به این خاطر است که امکان دارد سویه مورد نظر به خوبی در گرهک‌ها حضور پیدا نکند و یا در زمان انبارداری بذر، بیشتر جمعیت سویه تلقیح شده بمیرند و یا پس از ورود به محیط خاک این اتفاق روی دهد. در این صورت تلقیح کود زیستی بر پایه حامل به خاک به جای بذر روش جایگزین خواهد بود. در روش تلقیح سویه همراه با حامل به خاک نیاز خواهد بود تا حامل بصورت گرانول‌هایی که سویه یا سویه‌های کود زیستی را به همراه دارد مهیا شده و توسط شخم زدن هم پایین‌تر و یا هم ارتفاع با بذر گیاه قرار گیرد تا احتمال تماس کود زیستی با ریشه گیاه افزایش یابد.

انواع حامل‌های مورد استفاده

انواعی از مواد برای تهیه حامل‌های کود زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در مورد تلقیح بذر ویژگی‌های حامل باید شامل این موارد شود: برای بذر و به خصوص باکتری سمی نباشد، جاذب مناسب رطوبت باشد، اندازه ذرات آن بین ۱۰ الی ۴۰ میکرون باشد، به آسانی قابل استریل کردن توسط اتوکلاو و یا پرتودهی گاما باشد، تشکیل کلوخه در حین فرآیند ندهد، در دسترس و ارزان بوده و چسبندگی قابل قبولی با بذر گیاه داشته باشد. برای تلقیح بذر بیشتر از زغال نارس (Peat) به عنوان حامل استفاده می‌شود.

در مورد حامل‌های تلقیح خاک بیشتر از گرانول‌هایی با ابعاد ۰/۵ الی ۱/۵ میلی‌متر و بیشتر از جنس زغال نارس، نوعی شیشه آتشفشانی (Perlite) و یا کلوخه‌های سنگی خاک که ریز شده‌اند، استفاده می‌شود. برای استریل کردن حامل‌های کود زیستی پرتودهی گاما یکی از روش‌های رایج در کشورهای آسیایی است.



کودهای زیستی ضرورت بزرگ کشاورزی امروز ایران

محسن رحیمی‌نژاد

دکتر محمدعلی ملبوبی معاون فناوری و عضو هیئت علمی گروه بیوتکنولوژی کشاورزی پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک، مدیر عامل شرکت زیست فناور سبز و همچنین مدیر کارگروه کشاورزی ستاد توسعه زیست فناوری است. سابقه طولانی ایشان در زمینه کودهای زیستی و زیست مهارگرها و آشنایی با سه حوزه حاکمیتی، صنعتی و آکادمیک، سرشار از تجربیات ارزشمند و قابل استفاده است.

در ابتدا لطفاً در مورد زمینه تحقیقاتی و فعالیتتان توضیح دهید

بنده در مقطع لیسانس فارغ التحصیل از دانشگاه تهران و در مقطع فوق لیسانس و دکتری فارغ التحصیل از دانشگاه کوئینز کانادا هستم. در حال حاضر روی سه حوزه فسفات در گیاه در حدود۳۱ سال، بیماری رایزومونیا در چغندر قند ۱۲ سال و کلزا حدود ۲ الی ۳ سال مشغول به فعالیت هستم.

در تمامی موارد به جز فعالیت های علمی مانند چاپ مقاله، ثبت اختراع و انتشار کتاب، همیشه به این موضوع فکر می کردم که نتایج این تحقیقات باید به نحوی قابل استفاده شود و انتشار پیدا کند. یک راه برای انتقال نتایج پژوهشی واگذاری آن به یک بخش خصوصی به صورت انتقال فناوری بود. اما متاسفانه کشور ما چندان قابلیت جذب تکنولوژی را ندارد. بنابراین عملاً مجبور شدیم وارد فاز تولید و حتی توزیع بشویم که کودهای زیستی از این موارد بود.

حدود ۱۵ سال پیش شرکت زیست فناور سبز برای تولید و تجاری سازی نتایج یک طرح ۵ ساله تحت عنوان کود زیستی فسفاته بارور۲ تأسیس شد. بعدها محصولات متعدد دیگری که امروز نتایج تحقیقاتی آن را تجاری کردیم در این شرکت به تولید رسید. برای این‌که تولید هم شکل بگیرد مجبور بودیم که خط تولید طراحی کنیم. بنده ابتدا از چندین شرکت تولید کننده کود زیستی در داخل کشور بازدید کردم اما تولید هیچ کدام در مقیاس انبوه نبود. در صورتی که از ابتدا هدف ما این بود که در مقیاس انبوه کارکنیم. هدف دوم تولید محصولی با استاندارد بالا بود که قابلیت صادرات داشته باشد. بنابراین خط تولید را خودمان راه اندازی کردیم. از صفرتا صد مراحل تجاری سازی محصول طراحی شد و خط تولید و محصول ما اختراع و ابداع شده در داخل ایران است. در نهایت خط تولید محصولات جامد راه اندازی شد و دو سالی هم هست که خط تولید محصولات مایع نیز راه اندازی شده است.

در ابتدا به تولید کودهای زیستی محدود بودیم اما چند سالی است که زیست مهارگرها را هم تولید کرده‌ایم. در حال حاضر یک محصول ضد حشره و یک محصول ضد قارچ به نام رویین یک و رویین دو داریم. همزمان کار روی بذر را هم شروع کردیم. حدود پنج سال پیش یک پروژه اصلاحی تعریف کردیم که محصول آن از سال سوم به بازار آمد. مانند خربزه ایرانی اصلاح شده که قبلا فقط از خارج وارد می‌شد یا خود مصرفی بود و خیار اصلاح شده که امسال به بازار مآید. در پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک هم مشغول به تحقیق بر روی کلزا و بیماری قارچی رایزومونیای چغندرقند هستیم.

مزایای استفاده از کودهای زیستی چیست؟

کودهای زیستی باعث افزایش محصول می‌شوند. به مراتب ارزان‌تر از کودهای شیمیایی هستند. هیچ گونه ضرری برای محیط زیست ندارند. مصرف آن خسارت بار نیست. به چندین شیوه می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. حمل و نقل و انبارداری آن بسیار آسان است. نحوه مصرف آن برای کشاورزان راحت است و همچنین باعث کاهش هزینه کارگری می‌شود.

چند نوع کود زیستی وجود دارد؟

کودهای زیستی هم مانند کودهای شیمیایی انواع مختلفی دارند. ما سعی کردیم نامگذاری‌ها منطبق بر کودهای شیمیایی انجام شود تا کشاورز بداند کود زیستی جایگزین چیست. مثلا ما در کشاورزی عناصر ماکروی ازت، فسفر و پتاسیم داریم و به همین ترتیب کود زیستی ازته، کود زیستی فسفاته و کود زیستی پتاسیمی داریم. همچین برای عناصر میکرو هم هم کود زیستی آهن و روی داریم که در مراحل صدور مجوز است و البته برای اولین بار در جهان به صورت

تجاری تولید خواهد شد.

آیا می‌توان ترکیبی از کودهای زیستی مانند سودوموناس و تریکودرما را با آزوسپریلیوم و فسفو باکتر در یک مزرعه استفاده کرد؟ آیا سازگار هستند؟

بله، در اصل توصیه به استفاده ترکیبی است. ما در شرکت زیست فناور سبز کودهای زیستی را به صورت ترکیبی در باکس قرار می‌دهیم. گاهی بذرهای مورد استفاده آغشته به سم هستند و حتی ما سازگاری و امکان اختلاط این کودها را با سموم هم بررسی کردیم. در حقیقت یکی از اهداف ما همین است که ببینیم احتیاج کشاورز و خواسته او چیست. تا بتوانیم خودمان را با آن انطباق دهیم.

چرا با اینکه گفته می‌شود کودهای زیستی بسیار مفید هستند هنوز به طور گسترده استفاده نمی‌شوند؟

البته الان تقریباً استفاده به صورت گسترده است اما این پروسه حدود ده سال طول کشید تا همه گیر شود. در حقیقت قشر کشاورز محافظه کار است زیرا درآمد یک سال او وابسته به محصولی است که امسال کشت می‌کند. بنابراین خیلی ریسک نمی‌کند و با احتیاط تصمیم می‌گیرد. بحث تبلیغات برای کشاورزان زیاد مؤثر نیست. باید ترویج و اقناع‌سازی انجام داد تا کشاورز قانع شود که محصول پیشنهادی مفید است. ما در شرکت زیست فناور سبز شبکه مسئول فنی داریم که با کشاورزان در این رابطه صحبت می‌کنند و برای این کار شاید باید دو تا سه سال کنارکشاورز کار کنیم تا قانع شود محصول پیشنهادی مفید است.

وضعیت تولید کودهای زیستی در جهان و ایران به چه صورت است؟

کودهای زیستی بازار رو به پیشرفتی در جهان دارند. تقریباً نیم قرن است که کودهای ازته زیستی به صورت رایزوبیوم استفاده می‌شود. حدود دو دهه است که کودهای زیستی فسفاته نیز به بازار آمده است. همچنین کمتر از یک دهه است که کودهای زیستی پتاسه نیز وارد بازار جهانی شده است. کودهای زیستی آهن و روی که به صورت تجاری در جهان استفاده بشود سراغ ندارم و بیشتر در حد پژوهشی کار شده است. در ایران هم حداقل پنج شرکت وجود دارد که کود زیستی تولید می‌کنند. سیستم ما در ایران سنتی است و همین امر باعث یک سری مخالفت‌ها و دیرپذیری‌ها در این رابطه می‌شود.

با توجه به اینکه برای استفاده از کودهای زیستی نیاز به پروتکل خاصی است و در صورت رعایت نشدن این پروتکل‌ها بهره‌وری محصولات در مقایسه با کودهای شیمیایی افزایش پیدا نمی‌کند در حوزه آموزش به مصرف کنندگان چه برنامه‌هایی وجود دارد؟

آموزش نکته بسیاری مهمی است. چون همراه یک تکنولوژی باید آموزش هم باشد. آموزشی که حتی الامکان راحت و ساده بوده و حتی بدون مطالعه باشد. ما برای این کار جزوات آموزشی متعدد برای سطوح مختلف اعم از مهندسین کشاورزی و کشاورزان، مجلات تصویری و بروشور و فیلم‌های آموزشی فراهم کردیم. همه این موارد آموزشی به طور جداگانه برای هر محصول تهیه شده‌اند و چگونگی مصرف کودهای زیستی را ارائه می‌دهند. مثلا کود ازته مورد نیاز برای گندم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای کلزا ۴-۸ کیلوگرم بر هکتار است. برای سهولت استفاده ما حتی دستگاهی طراحی کردیم که تا ۲۰۰ کیلوگرم کود را می‌تواند با خاک مخلوط کند. یا برخی کودها بذر مال است و وقتی حجم بذر زیاد می‌شود کار کمی سخت خواهد شد. مثلا برای صد هکتار زمین ۲۰ تن بذر مورد نیاز است که باید آن را بذر مال کرد. ما برای این کار هم وسیله ساختیم که هر چهاردقیقه صد کیلو بذر را مخلوط می‌کند. ما همچنین توصیه‌های کشاورزی زیستی را برای هر محصولی جداگانه و به شکل عکس، پوستر، فیلم و اخیراً هم اپلیکشن در اختیار گروه‌های مختلف کشاورزان قرار دادیم تا از توصیه‌ها استفاده کنند. به عنوان مثال اپلکیشنی طراحی شده که محاسبات را اتوماتیک انجام می‌دهد.

اعتماد کشاورزان به این کودها در چه حد است؟

کشاورزان پیشرو در حال استفاده از کودهای زیستی هستند. به هرحال توزیع کود عمدتاً توسط دولت انجام می‌شود و کشاورزان عادی اعتبار بخشی هر محصول را از دولتی بودن آن می‌گیرند. از طرفی دولت روی این کودها یارانه می‌دهد. تحمیل به بازار صورت می‌گیرد یعنی دولت یارانه می‌دهد که کشاورز حتماً کود را تهیه کند. همچنین بردارهای سیاسی و اقتصادی و اجتماعی روی آن تأثیر می‌گذارد به اضافه این که به مدت طولانی توزیع‌کننده‌های کود در برابر آن مقاومت می‌کردند.

مزایای محیط زیستی استفاده از کودهای زیستی نسبت به کودهای آلی شیمیایی چیست؟

شصت سال است که کشاورزان در کشور ما در حال مصرف کود شیمیایی هستند. مقیاس مصرف ۴-۲ میلیون تن در سال است. این مقدار ورودی به زمین زراعی بسیار زیاد است و باعث آلودگی خاک، آب‌های زیرزمینی و غیره می‌شوند این آلودگی وارد مواد غذایی ما می‌شود و انسان آسیب می‌بیند. انواع آسیب‌ها مانند بیماری‌های غیرعفونی مثل سرطان و هم بیمارهای تکوینی. به جرئت می‌توانم بگویم در کودهای زیستی هیچ گونه مضراتی نه برای انسان و جانداران و نه برای محیط زیست وجود ندارد. درواقع کودهای زیستی باکتری‌های موجود درخاک هستند که با استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی جمعیت آن‌ها رو به کاهش گذاشته و تغییر کرده است. در واقع استفاده از کود زیستی از نظر مفهوم علمی احیا کردن جمعیت باکتری‌های مفید است و این مزیت خیلی مهمی است. در حقیقت ما از موجودی که دوست‌دار محیط زیست است استفاده می‌کنیم. برخلاف کودشیمیایی که ضد میحط زیست است.

مزیت بعدی کودهای زیستی این است که ورودی آن به زمین بسیار کم است. به عنوان مثال ما به ازای صد کیلو کود فسفاته صدگرم یعنی یک هزارم کود زیستی استفاده می‌کنیم. یا به ازای ۲۵ تا ۵۰ کیلو اوره صد گرم کود زیستی استفاده می‌شود. همچنین آزمایش‌های انجام شده نشان داده که کودهای زیستی برای همه محصولات زراعی، باغی، سبزی و صیفی قابل استفاده هستند. امروزه توصیه بسیاری از کشورها به کار بردن کشاورزی زیستی است. یعنی نهاده‌ای که به کار می‌بریم حتی الامکان زیستی باشد و برای تکمیل آن از نهاده شیمیایی استفاده می‌شود. این طور نیست که کود شیمیایی به کار ببریم و کنارش کود زیستی هم به کار ببریم. کود زیستی اولویت است و زمانی که استارتر احتیاج باشد از کود شیمیایی استفاده می‌شود چون تا مستقر شدن باکتری مدت زمانی طول می‌کشد و برای اینکه گیاه عقب نماند از کودهای شیمیایی به عنوان استارتر یا مکمل استفاده می‌شود. الان هم ما فرمول‌های تغذیه تلفیقی ارائه می‌دهیم.

گفت و گو با مدیرعامل شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا

میلاد قره داغی، جواد طغیانی

شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا در سال ۱۳۷۹ به منظور احداث مدرن‌ترین کارخانه بیوتکنولوژی در خاورمیانه جهت تولید فرآورده‌های بیوتکنولوژی در شهرک گلدشت کرج تأسیس و از ابتدای سال ۱۳۸۴ تولید خود را آغاز کرد. کارخانه این شرکت توانایی تولید انواع فرآورده‌های پروبیوتیک، آنتی‌بیوتیك‌ها و واکسن‌های حیوانی، ویتامین‌ها، لاروکش‌ها، کودها، آفت‌کش‌های بیولوژیك مورد مصرف در بخش سلامت و بهداشت عمومی و کشاورزی را داراست.

در همین راستا گفتگویی با مدیرعامل این شرکت آقای دکتر همایون مرادی ترتیب دادیم که نظر شما را به آن جلب میکنیم.

۱- لطفا در ابتدا خودتان را برای ما معرفی نمایید.

من دکتر همایون مرادی فارغ‌التحصیل رشته‌ی مدیریت از دانشگاه anaheim آمریکا هستم. در گذشته سال‌هایی را به تدریس در دانشگاه‌های کشور مشغول بودم و پس از آن وارد بخش خصوصی شدم و در زمینه‌های متعدد از جمله صنایع‌سنگین، صنایع‌غذایی و تولید کالاهای پزشکی به فعالیت پرداختم و کارخانجاتی درهمین راستا احداث کردم و درنهایت به منظور احداث مدرن‌ترین کارخانه‌ی بیوتکنولوژی در خاورمیانه جهت تولید فرآورده‌های بیوتکنولوژی در سال ۱۳۸۰ شرکت فن‌آوری‌زیستی طبیعت‌گرا (بایوران) را تاسیس کردم.

۲- ایده‌ی اولیه چنین شرکتی چگونه ایجاد شد و این شرکت از چه سالی شروع به فعالیت نموده است؟

درواقع ایده‌ی اولیه‌ی این شرکت زمانی ایجاد شد که تصمیم گرفتم صنعت جدیدی را برای ایجاد یک منبع مالی پایدار در جهت توسعه‌ی علم وفناوری پایه‌گذاری کنم، صنعتی که ایران در آن از جایگاه خوبی نسبت به سایر کشورهای جهانی برخوردار باشد مانند بیوتکنولوژی، که در آن زمان ایران در رده‌ی دهم جهان قرار داشت.

در ابتدا، بیشتر فعالیت‌های بیوتکنولوژی کشور بر حوزه‌ی مبارزه با بیماری مالاریا تمرکز داشت، بنابراین ما نیز در سال ۱۳۸۰ فعالیت خود را در این زمینه آغاز کردیم و در سال ۱۳۸۴ اولین محصول خود، یعنی لاروکش بیولوژیک که درکنترل بیماری‌های منتقله توسط پشه‌ها از جمله مالاریا نقش داشت تولید و وارد بازار کردیم.

۳- میزان سرمایه اولیه این شرکت چقدر بوده است و ارزش فعلی آن چقدر است؟

در ابتدا بنده براساس درآمدی که از بخش خصوصی داشتم شرکت را راه‌اندازی کردم اما تا به امروز چیزی نزدیک به ۴۵ میلیارد تومان صرف فعالیت‌های شرکت شده که همه‌ی این هزینه ها نیز به صورت شخصی پرداخت شده و ما هیچگونه کمکی مالی از هیچ سازمان یا نهادی دریافت نکرده‌ایم.

۴- لطفا محصولات تولیدی این شرکت را همراه با توضیح مختصری از کاربرد هریک بیان نمایید.

از زمان آغاز فعالیت شرکت تا به امروز، ما موفق به تولید ۴۲ نوع محصول متنوع و کاربردی در زمینه¬های مختلف از جمله کشاورزی شده‌ایم. همان‌گونه که گفته شد اولین محصول کارخانه، لاروکش بیولوژیک با نام تجاری Bioflash است که درکنترل بیماری‌های منتقل شونده توسط پشه‌ها مانند مالاریا، تب دانگ، تب زرد و... کاربرد دارد. بایوفلش در سال ۲۰۰۹ موفق به کسب توصیه مصرف از سازمان جهانی بهداشت (WHO) گردید و به این ترتیب بایوفلش اولین محصول ایرانی است که در این زمینه موفق به کسب چنین درجه اعتمادی از مجامع بین‌المللی گردیده است.

یکی‌دیگر از محصولات کارخانه، آفت‌کش بیولوژیک با نام تجاری Biolepاست که کاربردی وسیع در کنترل آفات پروانه‌ای دارد؛ آفات پروانه‌ای حدود ۷۰ درصد آفات گیاهی را به خود اختصاص داده‌اند؛ لازم به ذکر است که آفت‌کش بیولوژیک بایولپ، در نخستین نمایشگاه دستاوردهای نوآوری و فن‌آوری بخش صنعت و معدن، موفق به کسب رتبه برتر شد.

بایوبیت (Biobeet) آفت‌کش دیگری است که در مجموعه فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا تولید می‌گردد. این آفت‌کش علیه آفات رده سخت بال‌پوشان مانند سوسك‌ها کاربرد فراوان دارد.

از دیگر محصولات این شرکت که قابلیت رقابت صددرصدی با کالای وارداتی دارد، ماده¬ای با نام تجاری Biosoy است که در سال ۱۳۸۶ به بازار عرضه شده و در اختیار شرکت‌های خدمات حمایتی کشاورزی، توسعه کشت دانه‌های روغنی، اتحادیه تعاونی‌های روستایی و زارعین سویا قرار گرفته و گزارشات به‌دست آمده از این ماده نشان دهنده افزایش ۴۰ درصدی رشد و تولید محصولات بوده است.

محصول دیگر کارخانه کود بیولوژیک با نام تجاری بایوفارم است که در زراعت و باغبانی کاربرد دارد و کود بیولوژیك فسفاته تولیدی این شرکت با نام تجاری فسفاته به‌رشد، باعث جذب بیشتر فسفر مورد نیاز گیاه شده و مشکل قلیایی بودن خاك را برطرف می‌نماید.

علاوه بر موارد گفته شده، از دیگر محصولات تولیدی کارخانه می‌توان به سین بیوتک‌های دامی و پروبیوتیک‌های دامی و گیاهی نیز اشاره کرد.

۵- همانگونه که ذکر فرمودید یک دسته از محصولات تولیدی کارخانه شما، آفت کش‌ها و لاروکش‌ها هستند که به صورت بیولوژیکی تولید می‌شوند و اثرات مضر ناشی از انواع شیمیایی را ندارد، لطفاً در خصوص تولید این مواد توضیح دهید.

به طور کلی لاروکش‌ها و آفت‌کش‌های بایولوژیک می‌توانند جایگزین

مناسبی برای انواع شیمیایی باشند که در مناطق مختلفی از جهان و نیز ایران استفاده می‌شود؛ این ترکیبات سبب آلودگی محیط¬زیست نمی¬شوند و هیچ زیانی برای جانداران دیگر از جمله انسان، دام، آبزیان و حشرات مفید موجود در اکوسیستم ندارند و تنها مشکل این محصولات قیمت بالای آن‌ها نسبت به انواع شیمیایی است که رفع این مشکل نیز، نیازمند تعیین کیفیت و استاندارد برای محصولات از سوی دولت و آگاهی دادن به کشاورزان است.

۶- همانگونه که ذکر فرمودید دسته دیگر از محصولات تولیدی کارخانه شما، کودهای زیستی هستند که به صورت بیولوژیکی تولید می‌شوند و اثرات مضر ناشی از انواع شیمیایی را ندارد، لطفاً ضمن تشریح فرایند و مسائل فنی تولید این مواد، فواید زیست محیطی این مواد نسبت به موارد شیمیایی مشابه را توضیح دهید.

یکی از مشکلات کشاورزی در ایران، کاهش امکان جذب فسفر در گیاهان به‌دلیل قلیایی بودن خاك است. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفاته باعث اشباع اراضی کشاورزی و ایجاد آلودگی در آب و خاك و محیط زیست شده است. به عنوان مثال کود بیولوژیك فسفاته تولیدی این شرکت با خاصیت حل‌کنندگی فسفات نامحلول خاك، باعث جذب بیشتر فسفر مورد نیاز گیاه شده و مشکل قلیایی بودن خاك را برطرف می‌نماید. از دیگر کودهای بیولوژیک نام برده، Biosoy مایه تلقیح سویاست که ۹۰٪ از نیاز به کود ازته (اوره) در زراعت سویا را کاهش داده و نه تنها به لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است، بلکه موجب حفظ منابع آب زیرزمینی، خاک و محیط زیست نیز می‌شود. بایوفارم هم از دیگر کود های بیولوژیک است که در صورت استفاده صحیح و انبوه آن، نه تنها نیاز کشاورزان به کود شیمیایی را کاهش می‌دهد بلکه با ازدیاد محصول تا ۳۰درصد، مشکلات به‌وجود آمده از خشک‌سالی و تنش‌های زنده و غیر زنده را جبران می‌کند.

۷- بازار هدف شما در داخل و خارج از کشور چه کسانی هستند و نحوه استفاده آن ها از خدمات شما چگونه است؟ میزان صادرات این شرکت چقدر است؟

در حال حاضر در بازار داخلی، کالاهای ما از لحاظ میزان تولید و کیفیت جایگاه بسیار خوبی را به خود اختصاص دادند و به جرأت می¬توان گفت ما تقریباً در ایران تنها شرکتی هستیم که محصولات بیولوژیک با کیفیت و قیمت بسیار مناسب تولید می‌کنیم و میزان تقاضای بالای ما مهر تأییدی بر صحت این مسئله است.

علاوه بر بازارهای داخلی، ما به دنبال بازارهای جهانی از جمله کشورهای اطراف مانند روسیه ترکیه و... نیز هستیم. البته امروزه به ترکیه کالاهایی صادر می‌شود اما امیدواریم در آینده بتوانیم بازارهای کشورهای اطراف را نیز در دست بگیریم.

۸- میزان اشتغال‌زایی شرکت شما چقدر است؟ کارمندان و کارگران شرکت شما دارای چه مدرکی هستند؟

در حال حاضر به طور کلی نزدیک به ۶۰۰ نفر در این مجموعه مشغول به کار هستند و تقریبا از ۷۰ پرسنلی که در شرکت کار می‌کنند حدود ۴۰ نفر مدرک بالای فوق‌لیسانس دارند همچنین ما در این مجموعه تقریبا ۸ دانشجوی PhD داریم که مشغول پژوهش و تحقیق بر طرح‌های ابتکاری خود هستند. همان‌گونه که در ابتدای صحبت عرض کردم هدف اصلی ما توسعه‌ی علم است بنابراین در این مجموعه همواره سعی کردیم برای همه¬ی دانشجویان و دانشمندانی که ایده‌های نو و جدید دارند زمینه‌ی مناسبی فراهم کنیم تا به مطالعه و پژوهش بپردازند و ما را در راستای تحقق این هدف یاری کنند.

۹- بازار کار این شرکت را در آینده چگونه ارزیابی می کنید؟ اهداف شما برای آینده این شرکت چیست؟

باز هم تأکید می‌کنم که مهم‌ترین هدف این مجموعه کمک به توسعه¬ی علم است و ما همواره به کیفیت محصولات بسیار توجه داریم بنابراین فکر می‌کنم آینده‌ی بسیار خوبی چه در بازار داخلی و چه در بازار جهانی در انتظار ما خواهد بود و امیدواریم که تا سال آینده بتوانیم از خروج حدود ۳۰۰ میلیون دلار ارز برای واردات کودهای فسفاته جلوگیری کنیم.

۱۰- چه سازمان ها و نهادهایی با شما همکاری می کنند؟

از جمله سازمان‌ها و نهادیی که همکاری بسیار خوبی با ما داشتند می‌توان وزارت کشاورزی، سازمان دامپزشکی، مرکز تحقیقات بیولوژیک حفظ نباتات، معاونت و قائم مقام اداره‌ی زراعت و معاونت باغبانی را نام برد.

۱۱- مشکلات و موانعی که با آن روبرو هستید چیست؟ چه راه حل هایی پیشنهاد می‌دهید؟

یکی از عمده‌ترین مشکلاتی که با آن مواجه هستیم، تعیین دانش بنیان بودن و سرقت اطلاعات ما توسط سایر شرکت‌هاست که این مسئله ناشی از سیاست‌های نادرست و عدم توجه و حمایت نهادهای مهم از جمله نهاد ریاست جمهوری به چنین مجموعه‌هایی از جمله ما، است.

در حال حاضر ما نه تنها حمایتی از سوی چنین نهادهایی دریافت نمی‌کنیم بلکه برای هر پروسه‌ای مانند گرفتن مجوز یا در زمینه صادرات و ... با مشکلات متعددی مواجه می‌شویم. به علاوه عدم کنترل دلالان از سوی دولت از دیگر مشکلاتی است که شرکت¬های دانش بنیانی مانند ما همواره با آن مواجه هستند.

۱۲- ضمن تشکر از فرصتی که به ما اختصاص داده اید، صحبت پایانی خود را بفرمایید.

من فکر می‌کنم همواره کشورهایی موفق می‌شوند که به جای صادرات نعمت، صادرات همت داشته باشند. ما کشوری هستیم با منابع بسیار غنی و نیروی بسیار خوب، بنابراین اگر به همان اندازه که به صنایع دیگر از جمله نفت اهمیت می‌دهیم، به چنین شرکت‌ها و جوانان تحصیل‌کرده کشور اهمیت دهیم و در این زمینه‌ها نیز سرمایه‌گذاری کنیم، مطمئناً برنده خواهیم بود.

مهندسی ژنتیک و تولید کود زیستی؛
مروری بر شرکت‌های مطرح جهان در این حوزه

مریم نیکی

فرایند تثبیت نیتروژن برای استمرار زندگی همه‌ی موجودات زنده لازم است، چراکه این اتم ساختار پایه‌ی تقریباً همه‌ی زیست‌مولکول‌ها است. با توجه به این‌که نیتروژن مولکولی یا نیتروژن موجود در جو، در حالت پایه بی‌اثر است لذا برای شرکت در واکنش‌ها باید از حالت دو اتمی خارج شود که این در فرایند تثبیت نیتروژن رخ می‌دهد.

اوایل قرن گذشته، دو دانشمند آلمانی، به نام فریتز هابر و کارل بوش بابت یافتن راهی برای تبدیل نیتروژن اتمسفر (در فرم پایدار خود N_2) به یک یون مثبت یا منفی که می‌تواند تثبیت شده و یا به عنوان کود شیمیایی استفاده شود، مورد تحسین قرار گرفتند و در نهایت به پاس تلاش‌هایشان جایزه نوبل شیمی را دریافت کردند.

تقریباً در همان زمان، بجرینک ، میکروب‌شناس هلندی، کشف کرد که چگونه باکتری‌های خاصی همان عمل را به طور طبیعی انجام می‌دهند اما وی هرگز برنده‌ی جایزه نوبل نشد. تاکنون نیز فرایند هابر_بوش تنها راه تولید کود نیتروژن برای پاسخگویی به تقاضای جهانی بوده است.

فرایند هابر_بوش مقدار بسیار زیادی انرژی احتیاج دارد. این میزان انرژی صرف تولید دما و فشار بسیار بالا به منظور کاتالیزِ واکنشِ تبدیل نیتروژن به یون‌های نیترات (یا آمونیاک) می‌شود و اغلب از سوخت‌های فسیلی به دست می‌آید. علاوه بر این، استفاده از نیتروژن مصرفی، بازتاب اکولوژیکی شدید و فزاینده‌ای داشته‌است. این موضوع ناکارآمدی استفاده از این نوع کود را می‌رساند زیرا از این طریق نیتروژن بیشتر از راه روان‌آب، به جریانات رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها ریخته می‌شود. این فرایند باعث ایجاد «مناطق مرده‌ی » شناخته شده‌ای مانند دلتای رودخانه می‌سی‌سی‌پی در ایالات متحده، سواحل کره و ژاپن و بخش‌هایی از دریای بالتیک شده‌است. اکسید نیتروژن، یکی از محصولات تثبیت بوده و ۳۰۰ برابر بیش‌تر از دی‌اکسیدکربن اثر گلخانه‌ای دارد.

اکنون دانشمندان، به روش‌های ژنتیکی روی آورده‌اند تا بفهمند آیا می‌توان از توانایی باکتری‌هایی که بجرینک روی آن‌ها مطالعه کرده بود و فقط «تثبیت‌کننده»ی نیتروژن در لگوم‌های خاصی مانند بادام زمینی، سویا و نخود فرنگی هستند، به منظور رفع نیاز نیتروژن در محصولاتی مانند گندم، ذرت، جو و یا برنج استفاده کرد؟ اگر محققان بتوانند فرایند تثبیت را در دیگر سلول‌ها بازسازی کنند، آن سلول‌ها می‌توانند خودشان کود مورد نیازشان را به هنگام رشد و تکثیر ایجاد کنند.

این عمل آسان نخواهد بود زیرا حداقل ۲۰ ژن در تثبیت نیتروژن دخیل هستند. همچنین در حالی که فرایند هابر-بوش مقدار زیادی انرژی مصرف می‌کند، تثبیت «طبیعی» نیز حدود ۱۶ مول آدنوزین تری فسفات (ATP)، برای کاهش یک مول نیتروژن به نیترات نیاز دارد. یک تثبیت موفق، مستلزم تحت کنترل داشتن پیام‌رسانی سلولی، گیرنده‌ها و ژن‌های هدف است که حتی به تغییرات کوچک محیطی پاسخ می‌دهند و در بعضی موارد چرخه‌ها و واکنش‌هایی که باعث تثبیت نیتروژن می‌شوند را بازسازی می‌کنند.

به لطف شناسایی دقیق‌تر توالی‌های DNA و تکنیک‌های بهتر ویرایش ژن، بعضی از تلاش‌ها برای تثبیت ژنتیکی نیتروژن، در حال نتیجه‌دادن هستند.

شرکتPivot Bio ، در سال ۲۰۱۱ توسط کارستن تمه و الوین تامسیر که به دنبال چگونگی تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها بودند، راه‌اندازی شد. کار این شرکت، پس از شکست در تولید گیاهانی که می‌توانند برای خود کود تولید کنند، با کار شارون داتی ، استاد دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه واشنگتن، که به دنبال نحوه دریافت نیتروژن در درختان صنوبر بود پیوند خورد. پاسخ، نوعی باکتری ریزوبیای تثبیت‌کننده نیتروژن بود که در گل‌ولای اطراف ریشه این درختان حضور داشت. لذا تمه و تامسیر در عوضِ بررسی گیاهان، به جستجوی دقیق برای کسب نتیجه‌ی بهینه از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن پرداختند.

شرکت آن‌ها با کشاورزان سراسر کشور کار و هزاران باکتریِ تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن را جمع‌آوری کرده‌است که می‌توانند به منظور تولید کود برای گیاهانی که خودشان تثبیت‌کننده نیتروژن نیستند، تکثیر داده شوند. این شرکت بخش زیادی از نحوه‌ی انجام کار را به صورت انحصاری نگه داشته‌است اما وب‌سایت شرکت در مقاله‌ای می‌گوید که «تنظیم دقیق ژنتیکی » به معنای ترنس‌ژنیک نیست:

این دو نفر، زمانی که به این میکروب‌های زمستان‌گذران برخوردند، به مطالعه‌ی پیچیدگی‌های تثبیت نیتروژن (فرایند شکستن نیتروژن به آمونیاک) پرداختند و همراه باهمدیگر، روشی را برای دوباره فعال شدنِ ژن‌هایِ تثبیت‌کننده‌ی نیتروژنِ میکروب‌ها ابداع کردند. با استفاده از این میکروب‌ها، Pivot Bio می‌تواند تثبیت نیتروژن بیولوژیکی را به مقیاس کشاورزی مدرن رشد دهد.

اما فقط بهینه‌سازی ژنتیکی میکروب‌ها کافی نیست. هر گونه‌ی گیاهی انواع مختلفی از این میکروب‌ها را ترجیح می‌دهد. تیم Pivot Bio با گیاه ذرت شروع به کار کرده و هزاران نمونه را از مزارع سراسر ایالات متحده آمریکا آزمایش کرد، تا به این درک نائل آید که گیاه ذرت کدام میکروب‌ها را بیش‌تر ترجیح می‌دهد. هنگامی که گیاه و میکروب به درستی در کنار هم قرار می‌گیرند، میکروب‌ها مستقیماً روی ریشه‌های ذرت مستقر می‌شوند.

این شرکت در مورد روش کار می‌نویسد:

گیاه در معرض مجموعه‌ای از باکتری‌ها قرار می‌گیرد. هر عضوِ مجموعه، دارای یک یا چند تنوع ژنتیکی هست که باعث معرفی یک یا چند ژن، یا پلی‌نکلئوتیدِ غیر کدکننده از باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن یا ادغام شبکه‌ی تنظیم ژنتیکی می‌شود. این ادغام شبکه حالتی است که باکتری‌ها قادر به تثبیت نیتروژن اتمی در حضور نیتروژن بیرونی -نیتروژنی که در منابع غذایی وجود دارد و در مقابل از نیتروژن درونی در مدفوع متمایز می‌شود- باشند. این باکتری‌ها میکروارگانیسم‌های میان‌جنسی (از لحاظ تاکسونومی) نیستند.

یکی دیگر از شرکت‌های در حال پیشرفت در این زمینه، Joyn است، نتیجه همکاری میان شرکت‌های Bayer و Gingko Bioworks. این شرکت برای بهینه‌سازی ارگانیسم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از تکنولوژی سنتز بیولوژیکی روی بیش از ۱۰۰،۰۰۰ سویه این میکروب‌ها که توسط شرکت Bayerتأمین شده بود، استفاده کرد. شرکت Joyn علام کرده:

میکروب‌های زیادی وجود دارند که می‌توانند نیتروژن خاک را تثبیت کنند، اما لازم است این باکتری‌ها برای افزایش مقدار کود نیتروژنیِ بیولوژیکی، مهندسی شوند و به این ترتیب می‌توانند تاثیر معنی‌داری برای تولیدکنندگان و محیط زیست داشته باشد. ما DNA باکتری‌هایی که به طور طبیعی نیتروژن را تثبیت می‌کنند با استفاده از بیولوژی سنتزی مهندسی می‌کنیم و آن‌ها را قادر می‌سازیم که نیتروژن بیش‌تری در اختیار گیاهان قرار دهند.

سال‌هاست که شرکت Gingko در حال کار بر روی بیولوژی سنتتیک بوده‌است، این شرکت، از توالی‌های DNA ارگانیسم‌هایی مانند مخمرها، باکتری‌ها و جلبک‌ها که می‌توانند آنزیم‌ها و دیگر مولکول‌ها را در حجم‌های بالاتر تولید کند، استفاده کرده‌است.

سومین شرکت Indigo Ag است، این شرکت در ابتدا به دنبال افزایش تحمل به خشکی بود. Indigo با غربالگری میکروبیوم -میکروارگانیسم‌های یک محیط خاص- و میکروب‌هایی که نتیجه بخش به نظر می‌رسند شروع به کار کرد و سپس با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری برهم‌کنش میکروبی با گیاهان زراعی را پیش‌بینی نمود. پس از آن، بذر را با میکروب‌های مناسب پوشش داده تا به افزایش رشد، توانایی رشد آن‌ها در شرایط نامطلوب و البته تثبیت نیتروژن کمک کنند.

اگر هر یک از این پیشرفت‌ها، قابل اجرا در زمین باشد و از موانع قانونی عبور کند، توسعه‌ای انقلابی پیش رو خواهیم داشت. حتی اگر در دسترس بودنِ میزان نیتروژن به مقدار کمی در غلات تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن افزایش یابد، باعث فزونی قابل توجه بازده خواهد شد که سودِ خاصی برای دنیای در حال پیشرفت دارد. کشاورزان با جایگزین کردن مواد شیمیایی فعال هابر-بوش با میکروب، می‌توانند باعث کاهش حداقل ۲۴ بیلیون پوند کود که سالانه به مصرف می‌رسد، شوند.

آیا فناوری mRNA می‌تواند صنعت دارو را مختل کند؟

مژگان برات زاده

فناوری mRNA می‌تواند بدن را به کارخانه ساخت دارو تبدیل کند. شرکت نوپای مدرنا (Moderna) می‌خواهد به برخی از چالش‌های علمی اساسی در این حوزه غلبه کند. ده‌ها تن از سرمایه‌گذاران می‌خواهند به دید جدیدی از این علم ورای آن‌چه که مدت‌هاست این شرکت نوپا مبنی بر ساخت یک سیستم دارویی ادعا کرده ، دست یابند.

این سیستم دارویی شامل مولکول‌های mRNA است که به دقت طراحی شده‌اند تا بدن را وادار به ساخت دارو برای خودش کنند. این شرکت اطلاعات زیادی در مورد نحوه عملکرد این روش در دست دارد. mRNA توسط همه موجودات زنده برای ساخت پروتئین‌ها استفاده می‌شود. تعداد روزافزونی از شرکت‌های زیست‌فناوری با درآمد قابل ملاحظه، بر این باورند که mRNA می‌تواند به درمانی قوی برای بیماری‌های ژنتیکی، سرطان، بیماری‌های عفونی و غیره تبدیل شود. اما شرکت‌ها فناوری‌های خود را در تبدیل mRNA به دارو مخفی نگه می‌دارند. در اینجا مدرنا، نگاهی اجمالی از روند تحقیقات گسترده خود ارائه می‌دهد.

استفن هاگ -رئیس مدرنا- توضیح می‌دهد که سلول‌ها از mRNA برای تبدیل ژن‌های ساکن موجود در DNA به پروتئین‌های پویا استفاده می‌کنند، که در همه عملکردهای بدن دخیل هستند. شرکت‌های بیوتکنولوژی بعضی از این پروتئین‌ها را به عنوان دارو در سیستم‌های بیانی بزرگی از سلول‌های مهندسی‌شده می‌سازند که فرایندی زمان‌بر و پرهزینه است.

در تئوری، mRNA می‌تواند پروتئین‌هایی را ایجاد کند که در بدن ساخته می‌شوند. این خودِ کارخانه دارو را درون بدن قرار می‌دهد. هنگامی که mRNA به داخل بدن تزریق می‌شود، حس‌گرهای ایمنی بدن را تحریک می‌کند. این رویداد باعث می‌شود سلول‌ها تولید پروتئین را خاموش کنند، در نتیجه درمان بی اثر می‌شود. چالش دیگری که کارشناسان دارو را مدت‌هاست به خود مشغول کرده، این است که mRNA ممکن است پروتئین کافی که واقعاً مفید باشد را نسازد.

مدرنا در حال حاضر بیش از ۶۰۰ نفر را استخدام کرده که اکثر آن‌ها دانشمندان هستند و طی پنج سال گذشته مبالغ بسیار بالایی-بیش از ۴۵۰ میلیون دلار- هزینه کرده‌اند تا نحوه ساخت و بهبود درمان‌های mRNA را فرا بگیرند. امسال، این شرکت ۱۰۰ میلیون دلار دیگر سرمایه‌گذاری خواهد کرد. این یک مبلغ شگفت‌آور برای شرکتی است که سال‌ها از عرضه محصول یا حتی داروهای آزمایشگاهی در مراحل نهایی دور بوده است. هاگ به سرمایه‌گذاران گفت که شرکتش قصد ندارد سرعت سرمایه‌گذاری خود را کاهش دهد و طی پنج سال آینده نیم میلیارد دلار دیگر نیز سرمایه‌گذاری خواهد کرد.

شرکت‌های بیوتکنولوژی مانند Biogen، Amgen وGenentech در حال حاضر سریع‌ترین بخش در حال رشد در صنعت دارو هستند. به شکل نظری، تا ۲۰ سال آینده، تکنولوژی mRNA جای بسیاری از داروهای بیولوژیک را خواهد گرفت. در حال حاضر، mRNA در یک سری تحقیقات پیچیده، از جمله درمان بیماری‌های ژنتیکی نادر، ایمونوتراپی سرطان و واکسن برای بیماری‌های عفونی مورد آزمایش قرار گرفته است.

اگر چه مدرنا کمک کرد تا درمان‌های مبتنی بر mRNA مطرح شوند، اما تلاش‌ها برای استفاده از آن به عنوان یک درمان، قبل از کاربرد توسط این شرکت به حداقل دو دهه پیش برمی‌گردد. در سال ۱۹۹۰، دانشمندی از دانشگاه پنسیلوانیا - کاتالین کاریکو (Katalin Karik) - پیشنهاد استفاده از mRNA به عنوان جایگزینی برای ژن‌درمانی مبتنی بر DNA را داد. هر دو روش می‌توانند پروتئین‌های درمانی تولید کنند، اما اثر DNA دائمی است، درحالی‌که mRNA یک تأثیر موقت را ایجاد می‌کند.

در آن زمان، کار با mRNA دشوار بود. دانشمندان می‌توانستند تنها مقادیر کمی از این مواد را جداسازی کنند که سپس توسط آنزیم‌های شکننده RNA که بر روی پوست و در هوا یافت می‌شوند، به راحتی تخریب می‌شدند. واکنش‌های ایمنی با تزریق mRNA در حیوانات نشان داد که این روش به اندازه‌ای که کاریکو امیدوار بود، مطمئن نبوده است.

به هر حال او و همکارش –ویسمن(Drew Weissman) -، در سال ۲۰۰۵ یک تغییر ساده انجام دادند. محققان یکی از چهار جزء ساختمان شیمیایی mRNA -نوکلئوزید یوریدین- را با یک نوکلئوزید کمی اصلاح شده –پزودویوریدین- جایگزین کردند.

در سال ۲۰۰۶، کاریکو شرکت mRNA درمانی خود را راه‌اندازی کرد. شرکت نوپای او به سرعت منحل شد، اما سه شرکت آلمانی- BioNTech، CureVac و Ethris - خیلی زود به موفقیت‌های بیشتری دست یافتند.

Hoerr-یکی از بنیانگذاران CureVac- در آن سال اولین سرمایه‌گذاری اصلی خود در این زمینه را به دست آورد. Hoerr می‌گوید: "mRNA مانند یک کارت حافظه کوچک است، شما می‌توانید این کارت را به بدن وصل کنید تا اطلاعات را بخواند، هر پروتئینی را که شما بخواهید، بسازد و بدن را درمان کند."

اگر چه این زمینه هنوز به طور گسترده‌ای تحت ارزیابی بود، آزمایشگاه‌های دیگر شروع به کپی‌برداری از ترفندهای کاریکو و ویسمن کردند. در سال ۲۰۱۰ دانشمندی از دانشگاه هاروارد -دریک رسی (Derrick Rossi) - از mRNA اصلاح شده برای رمزگذاری پروتئین‌ها استفاده کرد که سلول‌های بالغ را به سلول‌های بنیادی شبه‌جنینی برنامه‌ریزی مجدد کند. چین (Chien) -دانشمند قلب و عروق هاروارد- پتانسیل درمانی mRNA را تشخیص داد و به دریک رسی در برپایی شرکت سلول‌های بنیادی ملحق شد که سرمایه خود را از شرکت سرمایه‌گذاری خطرپذیر Flagship Pioneering به دست آورد.

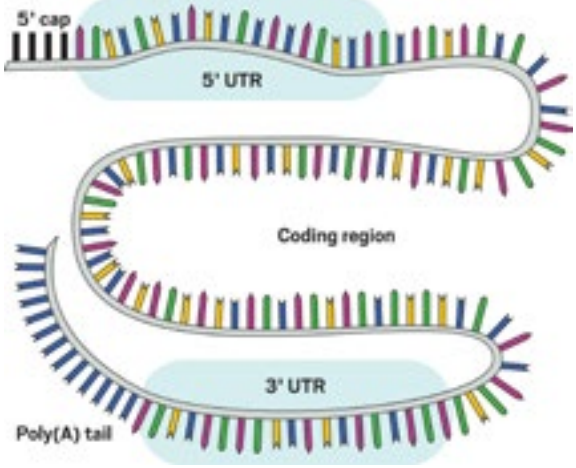
در آزمایشگاه‌های دانشگاهی رسی و چین، mRNA کدکننده یک پروتئین به نام فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) را به طور مستقیم به قلب موش‌ها تزریق کردند. دانشمندان گمان کردند که VEGF می‌تواند بافت‌های قلبی آسیب دیده در طی حمله قلبی را بهبود بخشد، اما پروتئین‌های VEGF به اندازه کافی در محل عارضه باقی نمی‌مانند؛ بنابراین تزریق ساده پروتئین برای درمان نمی‌تواند کافی باشد. با این حال، mRNA کدکننده VEGF در سلول‌ها برای مدتی

باقی می‌ماند و پروتئین کافی برای بهبود بقا و سلامت حیوانات پس از حمله قلبی را ایجاد می‌کند.

این مطالعه، اساس نخستین همکاری بزرگ دارویی مدرنا بود، یک همکاری با AstraZeneca در سال ۲۰۱۳ که سرمایه‌گذاری ۲۴۰ میلیون دلاری را به دنبال داشت. پس از تکرار آزمایش VEGF در موش و خوک، AstraZeneca یک مطالعه برای آزمایش درمان در افرادی که به تازگی حملات قلبی داشتند راه‌اندازی کرد. در حال حاضر، این پیشرفته‌ترین برنامه مدرنا در فاز دوم یک آزمایش بالینی است.

از آن زمان، مدرنا مشارکت‌های دارویی زیادی را تجربه کرده و ارزشی بیش از ۷ میلیارد دلار به دست آورده است. پس از همکاری AstraZeneca با مدرنا، ارزش CureVac بیش از ۱۰۰ میلیون دلار بالا رفت و با مشارکت Boehringer Ingelheim و Eli Lilly & Co سعی در توسعه درمان‌های mRNA برای سرطان نمود.

BioNTech، که در سال ۲۰۰۸ تأسیس شد، نیز در معرض این جهش



رشدی قرار گرفت. در سه سال گذشته، این شرکت قراردادهای توسعه داروهای mRNA را با Genentech، Sanofi و Pfizer امضا کرده و در اوایل سال جاری ۲۷۰ میلیون دلار بر سرمایه خود افزوده است. سیان مرت (Sean Marett) -مدیر عامل شرکت BioNTech- می‌گوید: "حرکت جامعه داروسازی به سمت رویکرد mRNA واقعاً زمان می‌برد. اکنون همه شرکت‌های داروسازی به دنبال mRNA هستند."

سرمایه‌گذاران برای شرکت‌های mRNA صف کشیدند. مدرنا هیچ داده‌ای از آزمایش VEGF را منتشر نکرده است و تا سال ۲۰۱۷، مطالعه رسی و چین تنها داده انتشاریافته علمی بود که این شرکت می‌توانست به عنوان تأیید این فناوری به آن اشاره کند. مدرنا، با ادامه جذب سرمایه از سرمایه‌گذاران خصوصی به جای تبدیل شدن به یک شرکت تجاری که به طور عمومی تجارت می‌کند، علم خود را تحت کنترل خود نگه داشته است.

برای این‌که هر یک از این شرکت‌ها موفق باشند، باید توانایی خود را در حل چندین مشکل کلیدی ثابت کنند: اجتناب از واکنش ایمنی، انتقال ایمنی‌درمان به سلول‌های مناسب و اطمینان از اینکه mRNA به اندازه کافی پروتئین تولید کند.

ملیسا مور (Melissa Moore)، که در اواخر سال ۲۰۱۶ عنوان مدیر ارشد علمی (CSO) را در این شرکت کسب کرده، در مرکز این حرکت بوده است. او در آزمایشگاه ژنتیک فیلیپ شارپ در حال کار بود که جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی را برای کارش بر روی RNA به دست آورد. مور سپس به مطالعه RNA به مدت تقریباً دو دهه ادامه داد و همکار سرمایه‌گذاری مؤسسه درمان‌های RNA در دانشکده پزشکی دانشگاه ماساچوست شد.

عملکرد mRNAها

دانشمندان در حال یادگیری نحوه تغییر و کنترل mRNAها هستند تا آن‌ها را برای تولید قابل پیش‌بینی پروتئین بیشتر شبیه دارو بسازند. در این‌جا نگاهی اجمالی به بخش‌های مختلف mRNA و اهمیت و کارکرد آن‌ها می‌اندازیم؛

- کلاهک انتهایی mRNA: پایه‌ای برای آغاز روند ترجمه mRNA به یک پروتئین فراهم می‌کند. آنزیم‌های از بین برنده کلاهک نیز برای شکستن mRNA به کلاهک۵` آن متصل می‌شوند. در انسان، کلاهک معمولاً یک مولکول به نام ۷-متیل گوانوزید است که به وسیله یک پل سه فسفاته به mRNA متصل می‌شود، اما شیمی‌دان‌ها در حال تولید کلاه‌های جدیدی برای به حداکثر رساندن ترجمه پروتئین و دفع آنزیم‌های از بین برنده کلاهک هستند.

-ناحیه ۵-UTR` : بخش ترجمه نشده که برای تعیین میزان کارآمدی ترجمه mRNA به پروتئین، کلیدی است. هم‌چنین می‌تواند پایداری mRNA را تحت تأثیر قرار دهد.

-منطقه کدگذاری: ریبوزوم، ماشین تولید پروتئین سلولی، این توالی را خوانده و ترجمه می‌کند تا پروتئین تولید کند. از آنجا که راه‌های مختلفی برای نوشتن یک کد mRNA وجود دارد که منجر به ایجاد پروتئین مشابه می‌شود، دانشمندان به دنبال انواعی هستند که میزان مورد نظری از پروتئین را تولید کنند.

-۳-UTR` : اصلاح‌کننده منطقه ترجمه نشده است که می‌تواند پایداری mRNA را افزایش یا کاهش دهد. دانشمندان هم‌چنین می‌توانند یک کد به نام microRNA را برای هدف‌گذاری توالی که استفاده سلول‌ها از mRNA را محدود می‌کند، به اینجا اضافه کنند.

-دم Poly (A): دنباله‌ای طولانی از آدنوزین‌ها (A) است که معمولاً بیش از ۱۰۰ تا از آن‌ها، پایانه mRNA را از تخریب محافظت می‌کنند.

-mRNA کامل: استفاده از نوکلئوزیدهای اصلاح شده، مانند پزودویوریدین به جای یوریدین طبیعی، به mRNA کمک می‌کند تا از سلول‌های ایمنی و حس‌گرهای داخل سلولی که RNA خارجی را شناسایی می‌کنند، فرار کند. تغییر توالی نیز واکنش‌های رشته طولانی mRNA با خودش را تغییر می‌دهد، که راهی برای کنترل سرعت تولید پروتئین است.

مدرنا دوازده مطالعه تحقیقاتی در زمینه mRNA در سال ۲۰۱۷ منتشر کرد و چندین مورد دیگر نیز در راه است. مور می‌گوید: "ما در حال کشف چیزهایی هستیم که فهم ما را از این حیطه بالا ببرند." این کشف‌ها شامل رمزگشایی قوانین مولکولی برای تغییر قدرت و طول عمر مولکول‌های mRNA است. میزان داروهای سنتی قبل از استفاده از آن‌ها به دقت اندازه‌گیری می‌شود، اما مقدار پروتئینی که یک

mRNA واحد می‌سازد، می‌تواند به طور گسترده‌ای متفاوت باشد. سلول‌ها می‌توانند یک mRNA واحد را دوباره استفاده کنند تا از ۱۰۰۰ تا ۱۰،۰۰۰ مولکول پروتئین بسازد. کنترل این تعداد کمک می‌کند که mRNA بیش‌تر شبیه درمان‌های سنتی عمل کند.

یک راه برای تنظیم مقدار پروتئینی که یک mRNA می‌سازد، "بهینه‌سازی کدون" نام دارد. راه‌های بسیاری برای نوشتن یک کد mRNA برای تولید همان پروتئین وجود دارد و تعداد احتمالی آن اغلب برای آزمایش بسیار زیاد است. اندرو گیسل (Andrew Giessel) -متخصص علوم داده مدرنا- با استفاده از یادگیری ماشین سعی در تعیین قوانینی برای تغییر یک توالی mRNA جهت تولید پروتئین بیشتر یا کمتر، به همان مقداری که مد نظر است، دارد.

رساندن mRNA به سلول‌ها چالش دیگر این فناوری است. یک راه‌حل معمول این است که mRNA را در حامل‌هایی از چربی به نام نانوذرات لیپیدی قرار دهیم. دانشمندان سال‌ها تلاش کردند تا این حامل‌ها را در کنار نوع دیگری از درمان به نام RNA کوچک مداخله‌کننده (siRNA) به شکلی ایمن و کارآمد بسازند. سرانجام شیمی‌دانان برای انتقال siRNA مشکلات را از سر راه برداشتند، اما این مولکول‌ها تنها حاوی ۲۰ یا تعداد بیشتری ریبونوکلئوتید هستند. در حالی که mRNA ها شامل صدها تا هزاران ریبونوکلئوتیداند و به این ترتیب نیاز به ایجاد نانوذرات چربی جدیدتری دارند.

تحویل دارو در مدرنا نیز دارای اهمیت است. مور می‌گوید: "این حیطه بیشترین امکانات برای بهبود را دارد و متخصصان شیمی تمرکز زیادی روی آن دارند. نانوذرات لیپیدی مورد علاقه مدرنا -N۱GL- ۲۵ برابر بیشتر از نانوذرات لیپیدی استاندارد، از اندوزوم‌ها- ساختارهای سلولی که نانوذرات چربی را می‌بلعند- خارج می‌شوند."

یک چالش درازمدت و حتی بزرگتر، رساندن mRNA به داخل سلول‌های خاصی از بدن است. نانوذرات لیپیدی تمایل به جمع شدن در کبد دارند که می‌تواند mRNA را برای تولید پروتئین‌های درمانی و آنتی‌بادی‌هایی که از سلول‌های کبدی ترشح شده و در جریان خون منتشر می‌شوند، مفید سازد. اما کاربرد درمان‌های mRNA به ارگان‌های دیگر نیاز به تزریق مستقیم به داخل آن بافت دارد.

مدرنا برای چنین سیستمی از طرح‌هایی رونمایی کرده که قبل از ساخته شدن mRNA در داخل سلول‌های سرطانی، از آن اطمینان حاصل می‌کند. روچی جین (Ruchi Jain) -یکی از محققین مدرنا- mRNAای را طراحی کرده است که باعث تخریب خودبه‌خودی سلول‌های سرطانی می‌شود، اما در سلول‌های سالم شناسایی شده و از بین می‌رود.

برنامه‌های کاربردی mRNA

پیشرفته‌ترین برنامه در این زمینه در سال ۲۰۰۸ آغاز شد، زمانی که داروسازی Shire به آرامی شروع به کار روی درمان‌های mRNA برای افراد مبتلا به سیستیک فیبروزیس کردند. هدف این بود که پروتئین‌های CFTR شکسته شده‌ای که در ریه افراد مبتلا به این بیماری یافت می‌شود، با نسخه‌های CFTR کاملاً عملکردی جایگزین شوند.

تیم Shire در سال ۲۰۱۱ به سرپرستی مایکل هارتلین (Michael Heartlein)، شروع به همکاری با شرکت نوپای آلمانی جدید به نام Ethris کرد تا درمان سیستیک فیبروزیس بر پایه mRNA را با نانوذرات لیپیدی که می‌توان آن‌ها را تحت فشار برای انتقال استنشاقی به ریه‌ها قرار داد توسعه دهند.

شرکت دیگری به نام Vertex Pharmaceuticals، قبل از این تأییدیه اداره غذا و داروی امریکا را برای چندین داروی ریزمولکول که باعث بهبود عملکرد ریه در بسیاری از افراد مبتلا به سیستیک فیبروزیس می‌شوند، به دست آورده بود. با این حال، امکان ساخت یک نسخه کاملاً کاربردی و صحیح CFTR با mRNA هم‌چنان هیجان‌انگیز است. داروهای Vertex برای همه جهش‌هایی که باعث بیماری می‌شوند مؤثر نیست، اما یک درمان mRNA واحد می‌تواند هرکسی را درمان کند. مدرنا و Vertex Pharmaceuticals در حال کار بر روی یک درمان مشابه هستند که هنوز در مراحل پیش‌بالینی است.

مدرنا، Ethris، Translate Bio و دیگر شرکت‌ها؛ برنامه‌های اولیه‌ای با هدف درمان بیماری‌های ژنتیکی که مانند سیستیک فیبروزیس نمی‌توانند از طریق درمان‌های پروتئینی موجود مورد توجه قرار گیرند، در دست کار دارند.

اما بیشترین سرمایه‌گذاری‌ها در زمینه mRNA به سمت استفاده‌های مختلف مانند واکسن‌ها رفته است. واکسن‌های معمول از قطعات پروتئین‌های تزریقی برای تحریک سیستم ایمنی استفاده می‌کنند تا ویروس‌ها را از بین ببرند. تولید آن‌ها ماه‌ها طول می‌کشد، که یک بازه زمانی بسیار آهسته برای مبارزه با بیماری‌های درحال ظهور است. از سوی دیگر، واکسن‌های mRNA به سادگی این قطعات پروتئین را در یک رشته mRNA واحد کدگذاری می‌کنند. همان‌طور که شرکت‌های mRNA توانسته‌اند مقیاس تولید آنزیمی mRNA خود را افزایش دهند، دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که این واکسن‌ها در عرض چند هفته بهینه‌سازی، ساخته شوند.

ویسمن می‌گوید: "این به عنوان ساده‌ترین تست فناوری در نظر گرفته می‌شود، زیرا به mRNAای نیاز دارد که فقط مقدار کمی از پروتئین را برای واکسن تولید کرده تا عمل کند و حس‌گرهای ایمنی RNA بدن را طوری تنظیم کند تا آسیب نبینند."

شرکت‌های بسیاری معتقدند که واکسن‌های mRNA می‌توانند به سیستم ایمنی بدن حتی در برابر سرطان نیز کمک کنند. متغیرهای زیادی در این تکنیک وجود دارد، اما به طورکلی mRNA پروتئین‌های ساخته شده روی سلول‌های سرطانی را کدگذاری می‌کند که به سیستم ایمنی بدن یاد می‌دهند تومورها را شناسایی کنند و هدف قرار دهند.

مدرنا و Merck در تلاش‌اند تا این فناوری را برای توسعه واکسن‌های سرطانی شخصی‌شده -که یک درمان منحصر به فرد و ساخته شده برای هر بیمار است- یک گام جلوتر ببرند. این کار با بیوپسی تومور، توالی‌یابی ژنتیکی و یک الگوریتم اختصاصی شروع می‌شود. این الگو ۲۰ جهش توموری را انتخاب می‌کند که بیشترین احتمال برای کمک به سیستم ایمنی بدن برای درمان سرطان را دارند. این جهش‌ها در یک mRNA کدگذاری می‌شوند که به عضله بیمار تزریق می‌شود.

جلبک‌ها چگونه غذای ما را متحول می‌کنند؟

مژگان برات‌زاده

جلبک‌ها، مواد غذایی با کالری بالا را به مواد غذایی با ماده مغذی بیشتر تبدیل می‌کنند و تنوع غذایی را افزایش می‌دهند. بدین ترتیب تأثیر آن‌ها بر سلامت و حیات انسان قابل‌توجه خواهد بود. تا سال ۲۰۴۰، جهان بیش از ۹ میلیارد نفر را در خود جا خواهد داد که برای به دست آوردن غذا با هم رقابت می‌کنند. برای تأمین غذای مقرون به صرفه و پایدار برای همه، ما نیاز به گیاهی خارق‌العاده داریم.

این گیاه خارق‌العاده در مرکز توجه قرار گرفته و دنیای ما را اساساً تغییر داده‌است. جلبک اکسیژن لازم برای آغاز حیات روی کره‌ی زمین را فراهم ساخته‌است. بدین ترتیب جلبک‌ها اساس زنجیره‌ی غذایی هستند و تغذیه‌ی همه موجودات زنده را ممکن ساختند. دستگاه زیستی سلول جلبک پروتئین، مواد مغذی و ترکیبات زیست‌فعال بیشتری را نسبت به هر گیاه دیگری در سیاره‌ی ما فراهم می‌کند. nutralence یک شاخه‌ی جدید در علم مواد غذایی است که در سال ۲۰۱۱ برای توضیح ویژگی‌های تغذیه‌ای جلبک‌ها به وجود آمده‌است.

نیاز به غذای بیشتر و بهتر

دانشمندان FAO پیش‌بینی می‌کنند که جهان تا سال ۲۰۴۰ ، ۷۰ درصد بیش از قبل به تولید مواد غذایی نیاز خواهد داشت. اساس کشاورزی مدرن (MIA) بر پایه‌ی انرژی فسیلی استوار است. اما آیا این سیاره سوخت‌های فسیلی کافی برای تولید مواد غذایی دو برابر را دارد؟ چه اتفاقی برای تولید مواد غذایی توسط MIA خواهد افتاد زمانی که هزینه انرژی فسیلی افزایش یابد؟ کشاورزان چگونه قادر به تأمین محصولاتی که به طور فزاینده‌ای کم و گران می‌شوند، خواهند بود؟

بهترین شیوه برای اطمینان از بقای نسل‌های آینده، تغییرات عمده در روش‌های MIA است. محصولات زیستی جلبکی می‌توانند از طریق به گردش درآوردن مواد غذایی، کاهش مصرف منابع فسیلی و بازسازی اکوسیستم‌ها به این روند کمک کنند.

دانشمندان علوم تغذیه طی ۴۰ سال پس از جنگ جهانی دوم معتقد بودند کمبود پروتئین، جدی‌ترین و گسترده‌ترین کمبود در رژیم غذایی جهان است. سازمان بهداشت جهانی (WHO) نیز آن را هدف اصلی خود برای بهبود تغذیه اعلام کرد. در حالی که علم پزشکی کشف کرده که کمبود پروتئین مشکل اصلی نیست. چالش عمده برای حل و فصل گرسنگی جهانی بر سر پروتئین بیشتر نیست، بلکه برای کمبود مواد مغذی است.

جلبک‌ها پروتئین را به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از دانه‌های خوراکی معمولی تولید می‌کنند. آن‌ها به ازای هر واحد سطح، در مقایسه با دانه‌هایی که روی زمین کشت می‌شوند مانند سویا، حبوبات و گندم پروتئین بیشتری تولید می‌کنند. تولید پروتئین زیاد تنها یکی از مزایای جلبک‌هاست.

با توجه به محیط سخت و زندگی فتوتروپیک، جلبک‌ها اغلب در معرض تنش‌های شدید اکسیداتیو و رادیکال آزاد قرار می‌گیرند. جلبک‌ها سیستم‌های محافظتی طبیعی مانند تولید رنگدانه‌ها (کاروتن، کلروفیل و فیکوبیلی پروتئین‌ها) و پلی‌فنل‌ها (کاتچین‌ها، فلاونول‌ها و فلوروتانین‌ها) را عرضه می‌کنند که مزایای سلامتی را برای گیاهان، حیوانات و انسان‌ها به همراه دارند.

اسپرولینا، پرمصرف‌ترین غذای جلبکی است که بیشترین میزان پروتئین هر غذای کامل را به همراه بسیاری از خواص تغذیه‌ای اضافی فراهم می‌آورد. افزودن اسپیرولینا به رژیم غذایی فواید ضد فشارخون، ضد هیپرلیپیدمی، محافظت از کلیه و ضد هیپرگلیسمی دارد.

آیا جلبک به تنهایی عمل می‌کند؟

این سلول‌های منحصر به فرد، پایه و اساس زنجیره غذایی را تشکیل می‌دهند و می‌توانند جهان را تغذیه کنند. اما تجربه نشان می‌دهد که این اقدام به تنهایی نمی‌تواند بهترین راه‌حل باشد.

سیستم غذایی نیاز به داشتن تنوع زیستی با ارگانیسم‌های تک‌سلولی و چند سلولی دارد. تنوع زیستی باعث کاهش ریسک در تولید مواد غذایی و افزایش پایداری می‌شود. این سیستم باید کشاورزان سراسر جهان را با روش‌های مشابه به هم ارتباط دهد تا استفاده از مزایای این موجودات تک سلولی را تقویت کند و کشاورزی صنعتی را بهبود بخشد. اولین چالش در این راستا درک فواید آن‌هاست.

بیش از ۱۰ میلیون گونه جلبک در زمین وجود دارد، در حالی‌که تنها حدود ۳۵۰،۰۰۰ گونه از گیاهان زمینی موجود است. کمتر از ۱۰ درصد

از کل گونه‌های جلبکی کشف یا آنالیز شده‌اند. از این رو، فرصت‌های کارآفرینی فوق‌العاده‌ای برای کشاورزان کوچک وجود دارد تا به کاشت و رشد جلبک‌ها اختصاص یابد.

جلبک‌ها سبب ارتقای کشاورزی می‌شوند

جلبک‌ها تأثیر عمده‌ای بر کشاورزی صنعتی دارند. مزرعه‌های کوچک جلبکی با استفاده از روش‌های فراوان رو به رشد، راه‌حل‌های متعددی را برای هر یک از معضلات کشاورزی قدیمی فراهم می‌کنند.

جلبک‌ها چالش‌های اصلی آلودگی و مواد زائد را با توانایی منحصر به فرد بازیابی زیستی خود برای به گردش در آوردن مواد مغذی

برطرف می‌کنند. بازیابی مواد مغذی به مواد زائد ختم نمی‌شود، بلکه هزینه‌های کشاورزان را نیز کاهش می‌دهد.

کشاورزان می‌توانند از زباله‌های خود برای کشت کودهای زیستی جلبکی استفاده کنند. کود بیولوژیک جلبک باعث بهبود عملکرد و کیفیت محصولات مزرعه و نیز افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌شود. کودهای زیستی جلبکی به میزان قابل توجهی ضایعات و آلودگی را کاهش می‌دهند. استعداد منحصر به فرد جلبک برای به گردش در آوردن مواد مغذی و افزایش متابولیسم سلولی، کمک قابل توجهی به سیستم غذای جهانی که همه ما به آن وابسته هستیم، می‌کند.

جلبک‌ها جایگزین سویا، ذرت، گندم، جو و دیگر دانه‌های غذا خواهند شد تا غذاهای سالم‌تر و عاری از آلرژن‌ها را ایجاد کنند. تنوع گسترده‌تر مواد غذایی شامل بسیاری از ریزمغذی‌ها به ویژه ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌شود که در غذاهای معمولی امروزه در دسترس نیستند. این محصولات به عنوان غذاهای گیاهی عاری از گلوتن، بدون سویا، بدون لبنیات، و غیرآلرژن عرضه می‌شوند.

جلبک‌های فتوسنتزکننده، کم‌هزینه‌ترین روش جذب کربن را برای تجزیه یا استفاده مجدد فراهم می‌کنند. کودهای زیستی جلبکی می‌توانند جایگزین بیش از نیمی از کودهای شیمیایی شوند. کودهای زیستی، کربن و دیگر مواد مغذی را به گردش در می‌آورند و از هزینه‌های بالای مرتبط با معادن و حمل و نقل مواد شیمیایی کشاورزی از راه دور جلوگیری می‌کنند. گردش مواد مغذی سبب حفظ این کودهای جلبکی می‌شود.

انسان‌ها بیش از ۱۱،۰۰۰ سال است که در حال پرورش گیاهان به عنوان محصولات غذایی هستند. هدف اصلی کشاورزان، محصول بیشتر بوده‌است که غذای بیشتری را تولید کنند. در تمام طول تاریخ بشر، nutralence غذا قابل اندازه‌گیری نبوده‌است.

کشاورزان مدرن صنعتی ارزش تراکم مواد مغذی را می‌دانند. با این حال، به منظور به حداکثر رساندن سود، محصولات کشاورزی را برای افزایش تولید پرورش می‌دهند. نسل بعدی مصرف‌کنندگان وضع موجود را تغییر خواهند داد و تقاضا برای غذاهای با nutralence بالا، افزایش خواهد یافت.

مواد غذایی جلبکی دارای مجموعه‌ای از مزایای رقابتی نسبت به گیاهان زمینی و محصولات حیوانی هستند. ساکولنت‌ها گیاهانی هستند که آب را به طور انتخابی جذب می‌کنند. اما گیاهان با nutralence بالا، آب بیشتری جذب کرده و پروتئین و مجموعه متنوعی از مواد مغذی دیگر را تولید و حفظ می‌کنند. تمام انرژی جلبک‌ها بر تولید مواد مغذی متمرکز است. nutralence شامل پنج ویژگی مهم ترکیبات مواد غذایی است: کیفیت، تراکم، تنوع، ترکیبات زیست‌فعال و زیست‌دسترسی مواد مغذی.

کیفیت مواد غذایی شامل مجموعه‌ای کامل از مواد مغذی است. گیاهان زمینی و جلبک‌ها ممکن است حاوی پروتئین‌های ناکامل به علت کمبود اسید آمینه‌های خاص باشند. بسیاری از غذاهای فرآوری شده مدرن، پرکالری هستند، اما از لحاظ تغذیه‌ای ضعیف‌اند که همین امر باعث بروز گرسنگی پنهان می‌شود. گرسنگی پنهان منجر به چاقی کودکان می‌شود که این سوء تغذیه از مصرف انواع اشتباه غذا ناشی می‌شود.

طبق گزارش FDA، ۸۵ درصد از امریکایی‌ها دریافت روزانه توصیه شده از مهم‌ترین ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز برای رشد جسمی مناسب را مصرف نمی‌کنند. بیش از نیمی از کودکان امریکایی به اندازه کافی ویتامین D و E و بیش از یک چهارم، کلسیم، منیزیم و یا ویتامین A را به اندازه کافی دریافت نمی‌کنند. گرسنگی پنهان می‌تواند سیستم ایمنی را در معرض خطر قرار دهد، رشد فیزیکی و توانایی ذهنی را کاهش داده و باعث بیماری‌های مزمن و حتی مرگ شود.

جلبک‌ها رنگدانه‌هایی مانند کاروتنوئیدها (کاروتن، گزانتوفیل)، کلروفیل‌ها و فیکوبیلین‌ها (فیکوسیانین، فیکواریترین) را تولید می‌کنند. این رنگدانه‌ها دارای انواع ویژگی‌های ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و ضد توموری هستند. جلبک‌ها مقادیر زیادی از آنتی‌اکسیدان‌ها، پلی‌فنل‌ها، توکوفرول‌ها، ویتامین‌ها و آمینو اسیدهای شبه مایکواسپورین تولید می‌کنند که حفاظت سلولی و ترمیم حیاتی را تأمین می‌کنند.

مشکل عمده بسیاری از مکمل‌های موجود این است که مواد مغذی آن‌ها قابل دسترس نیستند و از دیواره روده عبور نمی‌کنند. سلول‌های جلبک اما بسیار کوچک (۵ میکرون) هستند و به راحتی از طریق دیواره روده جریان می‌یابند. سلول‌های گیاهی ۲ تا ۲۰ برابر بزرگتر هستند و بسیاری از مواد مغذی ممکن است توسط بدن اصلاً جذب نشوند. غذاهای جلبکی نیاز به پیش‌تیمار برای شکستن دیواره‌های سلولی قوی جهت دست‌یابی به زیست‌دسترسی بالا دارند.

اکو سیستم نوآوری نیازمند تیم ماهر و با انگیزه است

همصحبت با مدیرعامل شرکت امیدآفرینان مهندسی آینده، سازنده‌ی چاپگر زیستی سه بعدی

محمد مهدی مقدسیان

شرکت امید آفرینان مهندسی آینده به عنوان نخستین تولیدکننده تجاری دستگاه چاپگر سه‌بعدی زیستی در کشور فعالیت‌های خود را از سال ۱۳۹۵ و تحت نام گروه ۳DBio آغاز کرده است. در فاصله‌ی کوتاهی از شروع فعالیت‌های خود توانست با ارائه دستگاه‌های چاپگر زیستی با فناوری روز دنیا و با ویژگی‌های منحصر به فرد جایگاه ویژه‌ای در کشور بدست آورد. سپس این گروه از سال ۱۳۹۶ با عنوان شرکت امیدآفرینان مهندسی آینده کار خود را با تمرکز بر روی توسعه محصول ادامه داد. این شرکت علاوه بر ارائه انواع چاپگر سه‌بعدی زیستی با فناوری بالا، اقدام به ارائه انواع جوهرهای زیستی، رده‌های مختلف بافتی با استفاده از این تکنولوژی و سایر محصولات جانبی نموده‌است. از همین رو به گفت و گو با مهندس مجید حاجی‌حسینعلی مدیرعامل شرکت نشستیم.

لطفا توضیحی در مورد آغاز کار مجموعه دهید.

مجموعه‌ی ما از یک تیم مهندسی تشکیل شده‌است که میخواهد کاری در حوزه‌ی bio انجام دهد. در این حوزه در ایران، فضای مهندسی بافت از امثال ژن درمانی و... توسعه یافته‌تر است و پیشینه ۱۰-۱۵ ساله دارد. در ایران دیدگاه‌های سنتی مهندسی بافت رواج دارد؛ ایجاد محیط متخلخل و کشت سلول بر رو و درون آن. حال این‌که سلول‌ها چطور ساختار بگیرند و شبکه‌ی ارتباط تخلخل‌ها چطور باشد و... دقیق در کنترل و قابل برنامه‌ریزی محقق نیست. در مقابل، چاپگرهای زیستی قرار دارد که با کمک رایانه به طور دقیق ساختار سه بعدی بافت طراحی شده و سازه بستر به طور جدا و یا همراه سلول ساخته می‌شود.

قبل از پا گذاشتن به این حوزه باید می‌دیدیم که داخل کشور خریداری دارد یا نه؛ این شد که متوجه شدیم وارد فضایی می‌خواستیم بشویم که حدود سه سال است نهادهای مربوطه در حال تدوین سند راه ملی برای آن هستند.

ما با گروهی محقق رو به رو بودیم که کار با دستگاه و اصولش را می‌شناختند و در خارج کشور با انواع آن کار کرده‌اند، پس فقط به خود دستگاه و مهندسی آن تمرکز کردیم.

لطف کنید یک تعریف مختصر از چاپگر زیستی و عملکردش بگویید.

اگر بخواهم در یک جمله تعریف کنم باید بگویم: «مواد زیست‌تخریب‌پذیر و در صورت لزوم حاوی سلول پرینت می‌شوند جهت ایجاد ساختاری سه بعدی».

و اما کاربرد؛ به طور کلی مهندسی بافت و پرینت بافت در سه راستای جایگزینی بافت‌های آسیب‌دیده در بدن، ساخت بافت مدل برای تست داروی طراحی شده‌ی جدید و یا مدل تست عکس‌العمل بافت به مواد آرایشی و بهداشتی که در هر سه حوزه می‌توانیم مشتری داشته باشیم. البته در حوزه آرایشی-بهداشتی مسئله‌ی عدم ریسک در بخش تحقیق و توسعه شرکت‌های بزرگ در ایران کمی استقبال را کم می‌کند.

هزینه‌ی ثابت تولید دستگاه چقدر است؟

ایده‌ی دستگاه، پرینت لایه به لایه یک ساختار است به شکل سازه‌ای سه بعدی البته با شرط زیست تطبیق پذیری و زیست تخریب پذیری اجزاء:

بخش‌های مکانیکی(رباط و ماژول پرینت)، الکترونیکی و کامپیوتری(نرم افزار)

شرکت‌های تجاری در دنیا محدود است و چاپگر اغلب به صورت موردی و محدود توسط پژوهشکده‌ها و دانشگاه‌ها ساخته می‌شود. ما در ایران با تجربه‌های مقطعی مثل ۱۳۸۵ در امیرکبیر و رویان ۱۳۹۲ رو به رو بودیم که ادامه نیافتند. قیمت دستگاه از ۲۰۰-۳۰۰ هزار تا ۲۰ -۳۰ هزار دلار متفاوت است که ما ادعا داریم با این نمونه‌های کم‌خرج‌تر رقابت می‌کنیم.

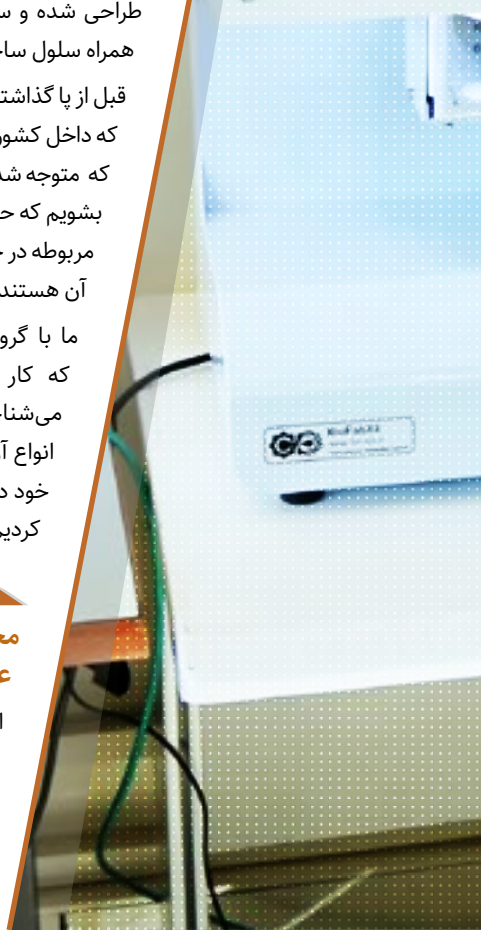
ما پس از گذشت یکسال از شروع کار، نمونه‌ی اولیه داشتیم. آن زمان به ما اعتماد نمی‌شد که حق هم داشتند؛ به خاطر نگرانی از عملکرد درست و همچنین بر آمدن از پس تست‌های سلولی‌ای که پس از شروع کار باید گذرانده می‌شد. همچنین در آن سال گروهی به دنبال وارد کردن دستگاه‌های مشابه بودند که به خاطر بحث هزینه موفق نشده بودند و پرسش بود از این که چطور تیمی دانشجویی از شریف همچین کاری کردند.

اینجا بود که ما با همان نمونه‌های اولیه‌ی به دنبال و ارائه خدمات رفتیم که پروژه‌هایی در دانشگاه تربیت مدرس، تهران، علوم پزشکی تهران و شریف انجام دادیم و در همین حین به همین بهانه تست‌های سلولی را به مرور گذراندیم و به طور کلی سعی در جلب اعتماد داشتیم.

دانشکده‌ی داروسازی دانشگاه تهران، اولین مجموعه‌ای بود که اعتماد کرد و سفارش تجاری به ما داد و ما هم منطبق با خواسته‌هایشان تغییرات لازمه را داده و شروع به تولید انبوه کردیم و سفارشی قابل رقابت با نمونه‌ی سوئیسی ۳۰ هزار دلاری تحویل شد.

از مسائل مهم، نرم افزار دستگاه بود. بازخوردمان از جامعه‌ی هدف، بلد بودن کار با نرم‌افزار بود و به همین خاطر پایه را بر نرم‌افزارهای open source گذاشتیم و منطبق با دستگاه خودمان کد زنی کردیم. نمونه‌ی اولیه‌ی کار به شکلی شد که الزاما کاربر مهندس امکان کار با آن را داشت از همین رو برنامه را یک پله جلوتر برده و ساده‌تر کردیم و همچنین محدود به ویژگی های فضای Bio.

در این مرحله گروه بعدی یعنی دانشکده‌ی شیمی دانشگاه شریف مراجعه کردند؛ با ویژگی‌های مورد انتظار فنی متفاوت.



در نهایت با فشارهایی که از سمت مشتری بر مجموعه‌ی ما آمد، به سمتی رفتیم که در حال حاضر ۴ مدل دستگاه تجاری شده داریم و آماده می‌شویم در نمایشگاه ساخت ایران امسال ارائه دهیم. از منظر هزینه ۶۷ تا ۱۴۲ ملیون تومان رنج قیمت داریم که اولی معادلی خارجی با ۲۰ هزار دلار قیمت دارد با ویژگی‌های عملکردی و فنی یکسان و دومی ۴۰ هزار دلار.

از آن‌جایی که این حوزه و صنعت پتانسیل کار و توسعه‌ی زیادی دارد، در مورد هدف‌گذاری‌هایتان توضیح دهید.

می‌توانیم بگوییم به حداکثر بهبود تکنولوژی که همگام با فضای امروز بیوتکنولوژی ایران بوده‌است رسیده‌ایم و قدم‌گذاشتن فرای این حد، کار را به سمت سفارش و کاربرد محدود و فوق تخصصی می برد. یعنی در زمینه‌ی دستگاه چاپگر زیستی، تکنولوژی مورد نیاز امروز کشور را به طور بومی داریم.

حال وارد فضای جدید جوهرهای زیستی(Bio-Ink) شده‌ایم که البته هزینه‌ی مواد در طی تحقیق و توسعه آن فوق‌العاده بالاست و به همان نسبت قیمت محصول؛ برای مثال ۱۰cc ماده برای پرینت بستر بافت غضروف، ۱۰۰-۱۵۰ دلار قیمت دارد. در حال حاضر سه جوهر زیستی ثبت‌شده داریم و با خارج از کشور قرارداد انتقال تکنولوژی و مهندسی معکوس بسته‌ایم.

آیا غیر از شما گروه‌های دیگری هم در این حوزه فعال هستند؟

ما دو گروه شناسایی کرده بودیم: دانشگاه تبریز و رویان. پس از این که مصاحبه‌ای از ما در نشریه‌ای درج شد، به واسطه نشر آن کم کم شاهد گسترش فعالیت گروه‌های مشابه دیگر بودیم و تیم‌هایی از دانشگاه شریف، تهران و جهاد دانشگاهی ابن‌سینا هم شناسایی کردیم. شرکت‌ها یا از ورود ترس داشتند یا برخی منتظر حمایت مالی دولتی بودند.

شما تامین هزینه ثابت دولتی نداشتید؟

خیر. صرفا وامی از صندوق ایرانیان به واسطه‌ی مرکز فناوری‌های همگرا گرفتیم و هیچگونه سرمایه گذاری خطرپذیری شامل ما نشد. ما را به خاطر دانشجویی بودن پس می‌زدند.

بحث دستگاه جداست و امکان پرداخت هزینه وجود دارد اما حال که وارد فضای جوهر زیستی و درگیر تست‌های سلولی شدیم برای مثال پروژه اخیر بافت استخوانی، هزینه ها به قدریست که حتما نیاز به

سرمایه بیرونی دارد چون تست‌ها در مراکز دیگر و توسط نیروی کاری غیر از افراد گروه انجام می‌شود.

از آن‌جا که در ابتدای کار، وابستگی دانشگاهی پیدا نکردیم، اساتید و دانشگاه‌ها به ما اعتماد می‌کنند.

شروع کار در فضای استارتاپی به یک ایمان و جرئت بالایی نیازمند است. توضیحی دهید در مورد خطر و اعتماد کردن برای شروع کار.

همان‌طور که می‌دانیم نرخ شکست کارآفرینی در ایران خیلی بالاست. نکته ای که باید درنظر بگیریم این است که چرخ را دوباره اختراع نکنیم و از خودم خودم ها بگذریم. بخشی از اعضای سخت‌افزار و نرم‌افزارها با قیمت نازل در بازار هست.

می‌توان با بستن قرارداد همکاری و شراکت در سود، از آن‌چه از قبل هست استفاده کرد. این کاری بود که برای یکی از انواع نازل‌های پرینتر کردیم و اتفاقا در کنگره‌ی سلول بنیادی متوجه شدیم که آن‌چه می‌خواستیم به دستگاه اضافه کنیم از قبل در ایران ساخته شده‌است. حتی به عنوان مثال دیگر اگر می‌خواستیم کد نرم‌افزار را از ابتدا بزنیم، فقط بخش نرم‌افزار از ساخت بیوپرینتر سه سال زمان میبرد اما با استفاده از پایه open source در حد قابل توجهی در زمان صرفه جویی کردیم.

البته این مورد فقط در مورد مسایل فنی نیست. حتی در موارد اداری مثل ثبت شرکت و حسابداری و غیره نیز افرادی هستند که کار شما را راه می اندازند.

نکته دوم داشتن تیم خوب است. که ما داشتیم و نشانه آن، افرادیست که از ما جدا شدند و باعث افتخار ماست که خارج از کشور هم در همین حوزه کار می کنند و کمک هزینه‌ی تحصیلی و کار گرفتند؛ حتی دوستانی که در ابتدای کار، فارغ التحصیلان صفر بودند و طی کار ماهر شدند و الآن در شرکت‌های معتبر با حقوق بالاتر کار می‌کنند که حقیقتا از دست دادنشان برای ما سخت و ناراحت کننده بود و جایشان به سختی پر می شود. در راستای تیم خوب این را هم باید اضافه کنم که همه الزام ندارد کار آفرین باشند. کارآفرین، صبر و حوصله و استقامت و مقداری پس‌انداز لازم دارد. صرفا کارآفرین بودن هسته ی اولیه شاید کافی باشد.

نکته سوم دیسیپلین است. ما در ابتدا، کار را با اجاره اتاقی کوچک با هزینه شخصی من آغاز کردیم. به ما می‌گفتند که این چه کاریست و جا و مکان فقط هزینه است که هزینه‌ی کمی هم نبود ولی دیسیپلین کمک کرد. اگر آن سخت گیری‌ها مثل حضور داشتن فیزیکی در عین فضای کوچک و یا کم یا نظم زمانی نبود به این‌جا نمی‌رسیدیم. سعی کنید ساختار ایجاد کنید؛ ساختارهای گزارش دهی و کار گرفتن از هم. ما نیز از روز اول به این امر اصرار داشتیم و اکنون همین گزارش ها فارغ از کارکردشان، تبدیل به داده‌ی قابل فروش شدند. مستندسازی‌ای که از دل دیسیپلین بیرون می‌آید امر بسیار مهمی است.

در کل، این گونه سیستم‌ها بسیار شکننده‌اند و ما نمی‌دانیم به نتیجه رسیده‌ایم یا نه؛ اگر فردا از ما خرید نشود همه چیز از دست می رود. ولی این که دوسال توانستیم کار کنیم دلیلش همین چرخ اختراع نکردن، داشتن تیم خوب و اهل سختی کشیدن، دیسیپلین و انتظار کمک از کسی نداشتن بود.

به نظر شما اگر نهادهای حاکمیتی-حمایتی مانند ستادهای توسعه‌ی فناوری، نقش حمایتی خود را اعمال کنند چه تغییری در تولید و صادرات دانش بنیان و صادرات زیست‌فناوری می توانیم ببینیم؟

ما از ابتدا انتظاری نداشتیم ولی حال که با چند مجموعه در ایران داریم کار می‌کنیم، می‌گویم که معاونت علمی و مجموعه‌های زیر مجموعه، وجودشان خوب است چون اصل و قصدشان کمک است؛ فارغ از این که چقدر می‌توانند کمک کنند و نسبت به سایر بخش های مالی و اداری مملکت مجموعه‌های خوبی اند و باید از توجه و برخوردشان تشکر کرد که هدفشان کمک بوده. مسلما اگر حمایتی که صحبت شد وجود داشت زمان دو ساله‌ای که طول کشید تا به فروش برسیم کمتر می‌شد. این مسئله باید درک شود و این موضوع هم مهم است که مخاطب چه نوع حمایتی لازم دارد؛ مالی، مشاوره‌ای و... . تیم‌هایی هستند که خود را اثبات کرده‌اند به این معنی که تیم، خوب است، به فناوری رسیده و تقلبی نیست، فروش داشتند، مقاله و ثبت اختراع داشتند. این تیم ها واقعا جای حمایت دارند؛ آن هم با دست‌های بازتر. در مقابل، تیمی است که صرفا پروپوزالی ارائه می‌دهد و می‌گوید شاید بتوانم کار را انجام دهم و این دو نباید یکی باشند؛ تیمی که دارد کار می‌کند باید یک حمایت حداقلی داشته باشد. ضمنا این حمایت اگر تنظیمی باشد مثل بیمه و مالیات و غیره بهتر است. وقتی بحث فروش رسمی آغاز می‌شود، قوانینی مثل مالیات و بیمه و امثالهم بسیار اذیت کننده می‌شوند و البته تلاش‌های زیادی هم شده که این‌ها، ساختار شفاف‌تری داشته باشند مثل پورتال‌هایی که معاونت علمی ریاست جمهوری ایجاد کرده‌است.

نکته بعدی هم بحث صادراتی است که گفتید. ما قبل از آغاز فروش سایتی ایجاد کردیم و نتیجه آن این شد که اولین مشتری ما از ایران نبود بلکه از برزیل بود و به خاطر تفاوت فاحش قیمت، رغبت زیادی هم داشتند و صحبت‌هایی هم شد اما از طرفی ارسال دستگاه مسئله بود و از طرف دیگر دستگاه هنوز فروش داخلی نداشت و ما شرایط فروش را تجربه نکرده بودیم. حتی از طریق بخش واردات صادرات ستاد نانو هم اقدام کردیم اما نشد و شاید ما آمادگی لازم را نداشتیم. الآن نیز در حال رایزنی با دانشگاهی در عمان هستیم و برای این کار نیازمند حمایت هستیم.

پس به برآوردی رسیده‌اید که آمادگی صادرات را در صورت حمایت دارید؟

بله. اما اگرحمایت به موقع و به شکل مناسب صورت گیرد. برای مثال الآن دیگر در زمینه ساخت دستگاه نیازی به حمایت نداریم و خودکفا پیش می‌رویم ولی برای بیوانیک ها، تست‌ها و محصولات سلولی نیاز داریم که مورد حمایت قرار بگیریم. فراموش نکنیم که اگر حمایتی در زمان درست صورت نگیرد دیگر فایده ای نخواهد داشت و فرصت نوآوری از دست می رود.

بیوتکنولوژی در صنعت باتری‌سازی شیمیایی؛

تثبیت باتری لیتیوم-گوگرد از طریق جایگزینی نوکلئوفیلی بین پلی‌سولفیدها و نگهدارنده‌ها

محمد قاسمی

باتری‌های قابل شارژ Li-S (لیتیوم-گوگرد) به دو دلیل پتانسیل تجاری بالایی دارند؛ ابتدا اینکه گوگرد به مقدار کافی و عملا به‌صورت آزاد در دسترس بوده و یک ماده با هزینه پایین است. دوم، انرژی آزاد گیبس واکنش لیتیوم و گوگرد تقریبا Wh/ kg ۲۶۰۰ است (با فرض واکنش کامل لیتیوم با گوگرد و تشکیل Li_2S). با این دو مزیت، باتری‌های Li-S می‌توانند هزینه‌ی پایین و چگالی انرژی بالایی -بسیار بالاتر از لیتیوم_یون- داشته باشند و پاسخگوی نیاز برای ذخیره‌ی ثابت و قابل حمل انرژی (برای وسایل نقلیه و شبکه‌های محاسباتی) باشند. علیرغم این مزایا، استفاده از باتری‌های قابل شارژ Li-S هنوز بسیار محدود است. موانعی همچون رسانایی پایین گوگرد و از بین رفتن مواد کاتدی گوگرد به‌عنوان نتیجه‌ی انحلال پلی‌سولفید (شاتل پلی‌سولفیدی) وجود دارند که باعث اثر شاتل و از بین رفتن ظرفیت قابل توجهی از باتری می‌شوند. راه‌حل این معضل استفاده از ماده‌ای است که تمام مواد فعال باتری را در کنار هم حفظ کند. پژوهشگران به‌تازگی به شکل غیرمنتظره‌ای متوجه شده‌اند که یکی از مشتقات جلبکی دریایی به نام «کاراگینان» می‌تواند به عنوان یک تثبیت‌کننده در این باتری‌ها عمل کند. در نتیجه، ثبات بهتر، چرخه‌های بیشتر و طول عمر طولانی‌تر را به ارمغان می‌آورد بنابراین ترکیب شیمیایی لیتیوم و گوگرد به صورت بالقوه می‌تواند یک هدف مناسب برای باتری‌ها باشد

طراحان باتری به شکل رایج از پلیمرهای چسب‌مانند که با پلی‌سولفید واکنش می‌دهد برای تثبیت پلی‌سولفیدها استفاده می‌کنند، اما محققان در این پژوهش از کاراگینان –ماده‌ای استخراج شده از جلبک‌های دریایی قرمز با گروه عاملی مشابه- استفاده کردند. این ماده با بازده بسیار مناسبی پلی‌سولفید را تثبیت نموده و یک الکترود بسیار پایدار ایجاد کرد. سپس پژوهشگران از پرتوهای منحصر به فرد اشعه ایکس برای نظارت بر روند واکنش تحت شرایط درجا استفاده کردند.

یافته‌های تحقیقات این دانشمندان به وسیله جنرال موتورز به عنوان یک شریک تجاری نیز مورد تایید قرار گرفته است. آن‌ها قصد دارند با بهبود این سیستم به هزاران سیکل برسند. این باتری‌ها بسیار سبک هستند و بنابراین به شکل بالقوه برای هواپیماها و پهپادها کاربرد دارند.

شاتل پلی‌سولفیدی دلیل اصلی عدم موفقیت در تولید چرخه‌های بیشتری در باتری لیتیوم-گوگرد (Li-S) بوده است. در اینجا یک واکنش جایگزینی نوکلئوفیلی بین گروه‌های عملکردی نگهدارنده‌ها[1] و پلی‌سولفیدها می‌تواند به شکل غیرمنتظره‌ای باعث پایداری پلی‌سولفیدها شود. این واکنش جایگزینی توسط طیف فرابنفش (UV) و طیف فوتوالکترونی اشعه ایکس تایید شده است. نظارت بر پایداری پلی‌سولفید توسط طیف‌های جذبی اشعه ایکس سینکروترون k-edge مربوط به گوگرد[2]، در محل (in situ) صورت گرفته است. الکترودهای حاصل ظرفیت اولیه‌ای تا مقدار mAh/ ۲۰٫۴ cm^2 نشان می‌دهند. گوگرد در ابعاد میکرون در حین ایجاد چرخه باتری به پوشش لایه‌ای در مقیاس نانو روی نگهدارنده‌ی کاتدی تبدیل می‌شود. استفاده مستقیم از گوگرد در ابعاد نانو امکان ایجاد ظرفیت بیشتر تا ۳۳٫۷ mAh/cm^2 را می‌دهد. که این مقدار بیشترین ظرفیت برحسب مساحت است که در باتری

---

۱. binders

۲. synchrotron based sulfur Kedge X-ray absorption spectra

Li-S گزارش شده است. این افزایش عملکرد به‌خاطر کاهش اثر شاتل از طریق ایجاد پیوند اشتراکی بین پلی‌سولفید با نگهدارنده پلیمری است.

به‌صورت تئوری، اوکتاسولفور (سیکلو[۳]-S۸) حین لیتیاسیون در کاتد گوگرد، به‌صورت گام‌به‌گام به Li۲S جامد کاهش می‌یابد. در حین این فرآیند، هرگاه مقدار x از ۸ تا ۴ کاهش یابد، الکترولیت Li۲Sx قابل‌حل تولید می‌شود. لیتیوم پلی‌سولفید قابل حل، بر روی الکترولیت گسترش یافته و در ادامه برای تشکیل مرتبه پایین پلی‌سولفید، فلز لیتیوم کاهش می‌یابد. پلی‌سولفیدهایی که نسبتا کاهش یافته‌اند و قابل‌حل هستند می‌توانند به سمت الکترود گوگرد حرکت کرده و منتشر شوند. الکترود گوگرد در حین فرایند دی‌لیتاسیون[۴] در سمت کاتد با مرتبه بالاتری از پلی‌سولفیدها اکسید شده‌است. این اثر شاتل-حرکت پلی‌سولفیدها بین دو الکترود لیتیوم و گوگرد- به همراه رسانایی ضعیف، منجر به امکان بهره‌گیری پایین از گوگرد و از دست رفتن سریع ظرفیت می‌شود. این موارد مانع از استفاده گسترده‌ی باتری‌های قابل شارژ Li-S شده‌است.

پلیمرهایی مانند ژلاتین، اکسید پلی‌اتیلن، پلی‌اکریلیک اسید، نگهدارنده چسب صمغ عربی به‌عنوان نگهدارنده‌های مطمئن برای حل این مسئله شناخته شدند. علاوه بر خواص بهتر توزیع و انتشار نگهدارنده‌های نوظهور، وجود گروه‌های کربونیل در این نگهدارنده‌ها نقش اساسی در بهبود اجرای چرخه باتری ایفا می‌کند. اکسیژن دارای الکترون فراوان با جفت‌های تنها، شرایط مساعدی را برای تشکیل پیوند لیتیوم-اکسیژن (Li-O) با لیتیوم پلی‌سولفید فراهم می‌آورد. مشارکت گروه‌های کربونیل و اثر اصلاح سطح برای گروه تحقیقاتی این پژوهش نیز اثبات شد.

یک روش جایگزین برای ایجاد نگهدارنده‌ی قوی برای پلی‌سولفید، ایجاد پیوند اشتراکی بین الکترود و نمونه‌های گوگرد است. واکنش جانشینی هسته‌دوستی (نوکلئوفیلی[۵]) بین پلی‌سولفیدهای حل‌شده و گروه‌های ترک‌کننده[۶] روی نگهدارنده پلیمری می‌تواند پلی‌سولفیدها را به‌وسیله‌ی پیوند اشتراکی جدید C-S روی الکترود ثابت نگه دارد. چند عامل تعیین‌کننده واکنش‌پذیری در واکنش هسته‌دوستی هستند: توانایی نوکلئوفیل و گروه ترک‌کننده برای قطبی‌شدن، پایداری گروه ترک‌کننده، برهم‌کنش بین نوکلئوفیل و گروه ترک‌کننده. انتخاب گروه ترک‌کننده برای حفظ به‌موقع پلی‌سولفید بسیار مهم است. یک گروه ترک‌کننده خوب باید بتواند یک بار بزرگ منفی را در هر دو حالت وضعیت گذار و مرحله تولید تثبیت کند. معیار خوب برای پایداری آنیون، pka[۷] یک اسید کانژوگه[۸] مرتبط با یک آنیون است. بدین معنی که pka پایین‌تر، مربوط به یک گروه ترک‌کننده‌ی بهتر بوده‌است. هم‌چنین با توجه به شرایط منحصر به فرد باتری‌های Li-S، گروه ترک‌کننده نباید گونه‌های واکنشی را به سیستم وارد کند. براساس این

---

۳. Cyclo-S۸

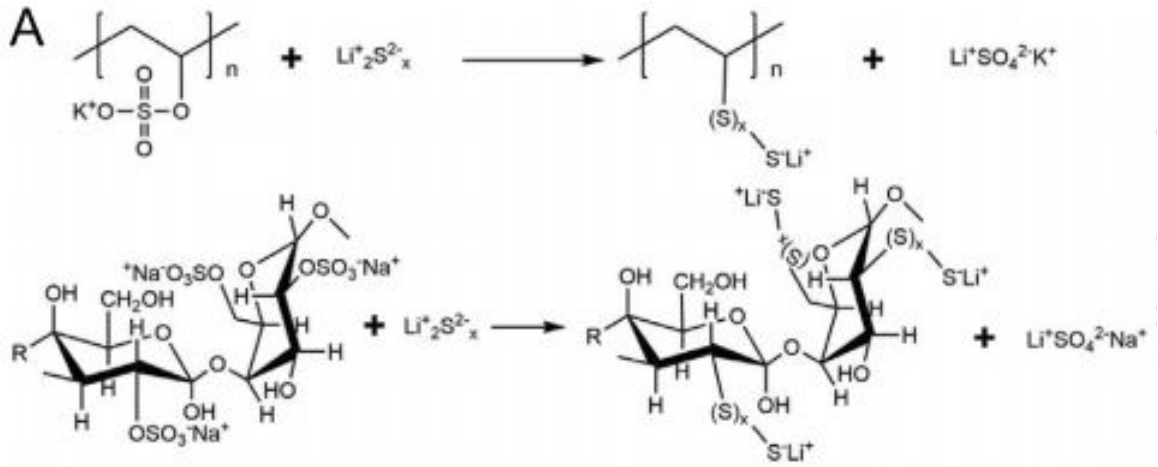
۴. Delithiation: منظور فرایند کاهش فلز لیتیوم است.

۵. nucleophilic substitution reaction: یکی از گروه‌های واکنش‌ها در شیمی معدنی و آلی است که در آن نوکلئوفیل که دارای بار منفی است با گروه ترک‌کننده که بار مثبت یا بار مثبت جزئی دارد جایگزین می‌گردد.

۶. Leaving groups

۷. pka: لگاریتم منفی ثابت تفکیک اسید (Ka) است. ثابت تفکیک اسید میزان قوی یا ضعیف بودن یک اسید را مشخص می‌کند. اسیدهای قوی دارای pka پایین هستند.

۸. اسید کانژوگه (conjugate acid) : اسید کانژوگه، از نقطه نظر تئوری اسید و باز برونستد-لوری، گونه‌ای است که با پذیرش یک پروتون (یون هیدروژن H+) توسط یک باز تشکیل شده است. به عبارت دیگر، یک باز است که یک یون هیدروژن به آن اضافه شده است.



تصویر۱- پلیمرها با گروه‌های ترک‌کننده شیمیایی می‌توانند با پلی‌سولفید واکنش دهند. در این تصویر ساختار مولکولی PVS و محصول طبیعی کاراگینان و واکنش‌های جابه‌جایی آن‌ها با پلی‌سولفید را برای تشکیل پلی‌سولفیدهای تثبیت‌شده روی پلیمرها مشاهده می‌کنید.

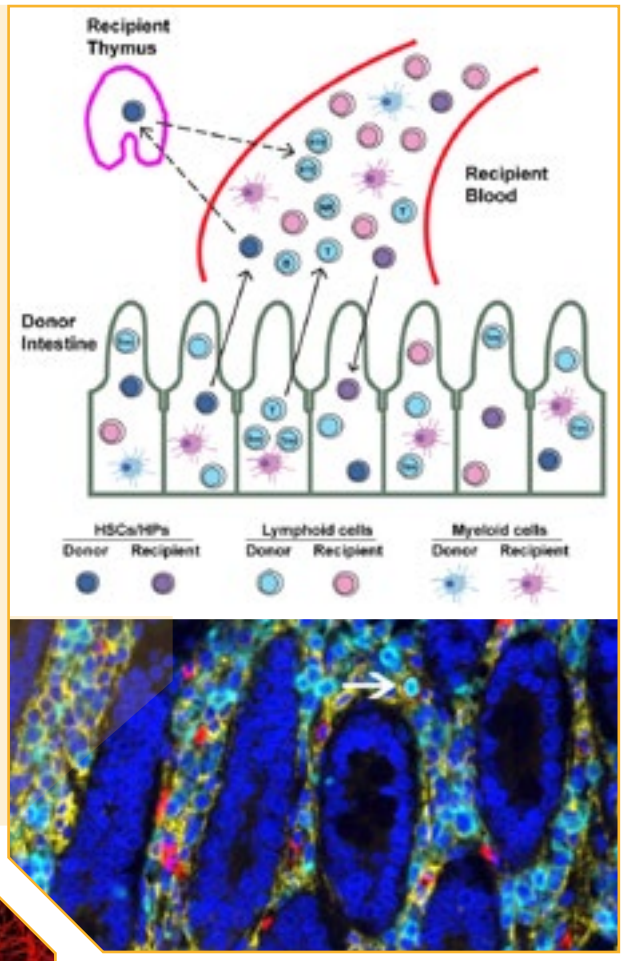
الزامات، گروه ترک‌کننده سولفاتی قابل پذیرش است (تصویر۱). پلی‌وینیل‌سولفات[۹] مصنوعی (PVS)، یک پلیمر مصنوعی رایج، یک ساختار غنی شیمیایی سولفاتی دارد که می‌تواند به خوبی کنترل شود و یک پلیمر ایده‌آل برای تشکیل یک کامپوزیت است. اگرچه، استحکام پیوند PVS زمانیکه به‌عنوان نگهدارنده برای تشکیل یک الکترود کامپوزیت استفاده شود، به مقدار لازم کافی نیست. درمقابل، **کاراگینان**[۱۰] که از پلی‌ساکاریدها در جلبک دریایی مشتق می‌شود، ویژگی‌های دلخواه برای یک نگهدارنده را دارد از قبیل: حلالیت در آب، چسبندگی بالا، غلظت متغیر گروه ترک‌کننده‌ی سولفاتی، زیست‌تخریب پذیری و غیر سمی بودن.

چگالی گروه‌های سولفاتی در کاراگینان فرایند سفت‌شدن را کنترل می‌کند و گروه‌های هیدروکسیل گسترش یافته فاقد ساختار پلی‌ساکارید بوده و ارتباط گسترده‌ای با محیط‌های آبی قطبی برقرار می‌کنند. طبیعت به‌طور اتفاقی کاراگینان طراحی‌شده را بعنوان یک ماده ایده‌آل جهت استفاده به‌عنوان نگهدارنده‌ی الکترودهای گوگردی دارد. این ماده نه‌تنها گروه‌های ترک‌کننده سولفاتی را برای تثبیت سولفیدها دارد، بلکه گروه‌های غنی هیدروکسیل را نیز به‌جهت چسبندگی برای تشکیل شبکه‌های رسانای پایدار با افزودنی‌های رسانای کربن سیاه و برهم‌کنش با الکترولیت قطبی دارا می‌باشد. کاراگینان چسبندگی و عملکرد سولفاتی بسیار بالاتری به‌عنوان یک گروه ترک‌کننده دارد. به‌دلیل بعضی از گروه‌های سولفاتی روی نواحی کربن اولیه، کاراگینان حتی باید واکنش‌پذیری شیمیایی بهتری نسبت به PVS با پلی‌سولفیدها داشته باشد.

در مورد جزئیات واکنش جانشینی نوکلئوفیلی و نحوه تاثیرگذاری آن بر عملکرد باتری در شماره‌های بعدی بیشتر توضیح خواهیم داد.

۹. Vinyl: گروه عاملی در شیمی آلی است که به صورت یک مولکول اتیلن که یک اتم هیدروژن از آن جدا شده باشد، تعریف می‌شود.

۱۰. Carrageenan



برخی از سلول‌های خونی یک منبع شگفت‌آور دارند؛ روده‌ی شما

سیمین مظاهری

مطالعات جدید پژوهشگران دانشگاه کلمبیا نشان می‌دهد که سلول‌های خونی علاوه بر سلول‌های بنیادی مغز استخوان، در برخی موارد ممکن است از سلول‌های روده‌ی انسان ایجاد شوند. هنگامی که محققان خون افراد دریافت کننده‌ی پیوند روده را مورد آزمایش قرار دادند متوجه شدند خون این افراد حاوی سلول‌های فرد اهداکننده است. آن‌ها با تجزیه و تحلیل این سلول‌ها دریافتند که در بافت اهدا شده، منبعی از سلول‌های بنیادی خون‌ساز وجود دارد که سلول‌های بالغ از این بافت حاوی گیرنده‌های فرد اهدا کننده‌اند و به گونه‌ای آموزش دیدند تا بتوانند سلول‌های فرد دریافت‌کننده را تحمل کنند. این سلول‌ها امکان رد پیوند روده را تا حد قابل توجهی کاهش می‌دهند. این مطالعات نشان می¬دهد کاشت ارگان‌های پیوند شده با سلول‌های بنیادی اضافی از اهدا کنندگان می‌تواند با افزایش ارتباط بین اهداکنندگان و دریافت کنندگان، زندگی بیماران پیوندی را به طرز چشمگیری بهبود بخشد.

پیشرفتی شگرف در مهندسی رگ‌های خونی

زینب روحانی

بافت و اندام‌های پیوندی برای فراهم کردن خون غنی از اکسیژن در محل آسیب‌دیده، به رگ‌زایی احتیاج دارند. ساخت شبکه‌ای گسترده از رگ‌های خونی عملکردی در بافت‌های بزرگ در آزمایشگاه، چالشی اساسی برای مهندسین بافت است. اکنون، گروهی از محققین بنیاد بیوتکنولوژی دانشگاه Delaware، برای اولین بار توانستند شبکه‌ای از رگ‌های خونی خود متصل شونده در ابعاد مناسب برای کاربرد انسانی -در ابعاد سانتی‌متر- را در آزمایشگاه با سیستم میکروفلوئیدیک بسازند. گروه موردنظر سلول‌های رگ‌های خونی انسانی را در ژلی از جنس کلاژن جاسازی کردند. هدف از این جاسازی، مشخص کردن شرایط فیزیکی لازم برای رشد، تکثیر و اتصال این سلول‌ها بود تا خودشان به هم متصل شده و شبکه‌ای از رگ‌های خونی را بسازند. ساخت شبکه‌های رگی دشوار است چراکه این سیستم همیشه آن‌طور که انتظار می‌رود رفتار نمی‌کند و با وجود تنظیم فاصله‌ی موردنیاز سلول‌ها، اندازه و فاصله‌ی رگ‌ها و ایجاد محیطی دقیق برای رشد، سلول‌ها همه‌چیز را تغییر می‌دهند؛ به همدیگر و بستر فشار وارد می‌کنند و ساختمان خانه‌ی کاملی که در اختیارشان قرارگرفته را بازسازی می‌کنند. افراد این گروه با استفاده از میکروسکوپ هم کانون قدرتمند، دریافتند که چگالی یا سختی ژل کلاژن، رفتار سلول‌های معلق در آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نهایتاً بر اندازه و اتصالات رگی تأثیر می‌گذارد. زبان ارتباطی سلول‌های پراکنده در ژل، سیگنال‌های شیمیایی نیروهای فیزیکی است. کلید حل مشکل ارتباطی و ، رسیدن به نقطه‌ی مناسب سختی است طوری که سلول‌های اطراف به‌راحتی حرکت کنند و باهم برهمکنش داشته باشند؛ همچنین دریافتند که با ایجاد آشفتگی در سیستم خود در جهتی خاص می‌توانند روی اندازه و شکل شبکه‌های رگی در حال اجتماع تأثیر بگذارند و معماری شبکه‌ی رگی در حال ساخت را تنظیم کنند. این سیستم امکان ساخت شبکه‌های رگی برای بافت‌های پیچیده نظیر غضروف زانو و پیوندهای حجیم پوستی در درمان سوختگی بیماران را فراهم می‌کند.

گیاهان، کارخانه‌ی تولید پروتئین ضد قارچی

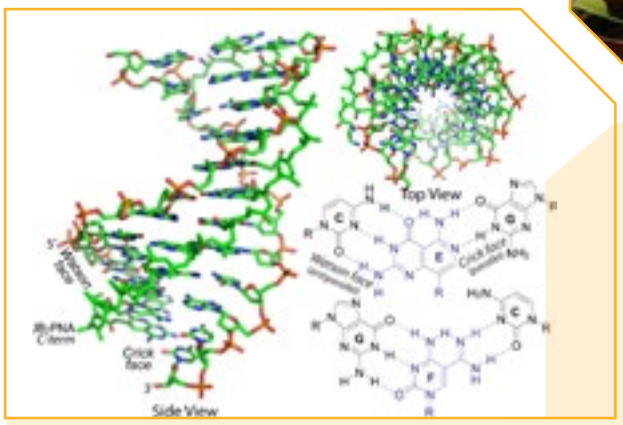
سیمین مظاهری

قارچ‌ها گروه بزرگی از میکروارگانیسم‌ها هستند که تعداد بسیار کمی از آن‌ها خاصیت بیماری‌زایی دارند و گیاهان، حیوانات و انسان را آلوده می‌کنند و از این رو تهدیدی جدی برای سلامت جانداران و امنیت غذایی محسوب می‌شوند. در حال حاضر به علت کمبود داروهای ضد قارچی در بازار، نیاز فوری به توسعه‌ی ضد قارچ‌های جدید وجود دارد. به تازگی محققان پروتئین ضد قارچی جدیدی به نام APC یافتند که توسط قارچ‌های رشته‌ای ترشح می‌شود اما به علت سنتز پیچیده‌ای که دارند امکان تولید آن‌ها در فضای آزمایشگاه وجود ندارد. در این راستا محققان با استفاده از مهندسی ژنتیک ، ژنوم ویروس TMV را به گونه‌ای تغییر دادند که به جای تولید پروتئین بیماری زای خود در برگ گیاه تنباکو، پروتئین‌های ضد قارچی مذکور را تولید کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که در این برگ‌ها مقادیر زیادی از ترکیبات ضد قارچی تولید شده و آن‌ها می‌توانند به خوبی در برابر قارچ‌ها فعالیت بیولوژیک صحیح داشته باشند.

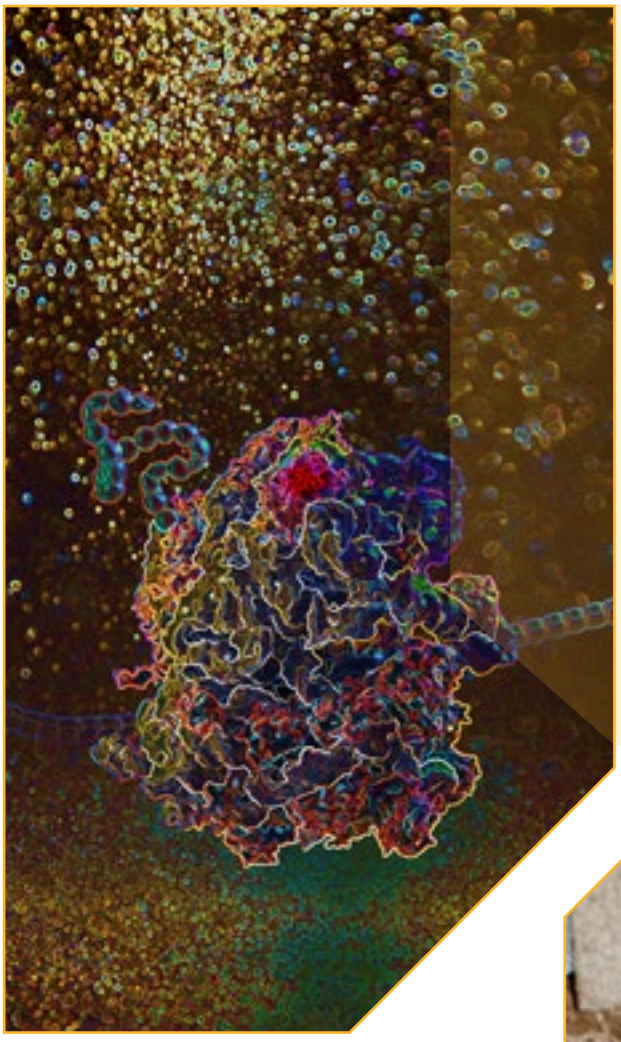
ژانوس؛ ابزار جدید حمله به نوکلئیک‌اسیدهای دو رشته‌ای

زینب روحانی

پپتید نوکلئیک اسیدها (PNAs) پلیمرهای مصنوعی آنالوگ DNA و RNA هستند که اسکلتشان از واحدهای تکراری N-(۲-aminoethyl)-glycine متصل شده با پیوندهای پپتیدی تشکیل‌شده‌است. محققان دانشگاه Carnegie Mellon پیشگامان طراحی و ساخت پپتید نوکلئیک اسیدهای گاما هستند که می‌توانند به ماده‌ی ژنتیکی دو رشته‌ای –DNA یا RNA- عامل بیماری متصل شده و جلوی عملکرد زیان‌بار آن را بگیرند. این گروه، گاما پپتید نوکلئیک اسیدهای دوسری ساختند که نامشان را به یادبود خدای رومی دوسر، «ژانوس» گذاشته‌اند! Ly و همکارانش در مطالعه‌ی اخیر مجموعه‌ای کاملاً جدید از عناصر تشخیصی اسیدنوکلئیکی دوجانبه ساخته‌اند -در کل ۱۶ تا- که انرژی اتصال فوق‌العاده بالایی دارند و می‌توانند هر ترکیبی از جفت‌بازها در توالی‌های پیچیده ژنتیکی را تشخیص دهند. در هنگام استراحت DNA یا RNA، زمانی که جفت بازها در کسری از ثانیه باز



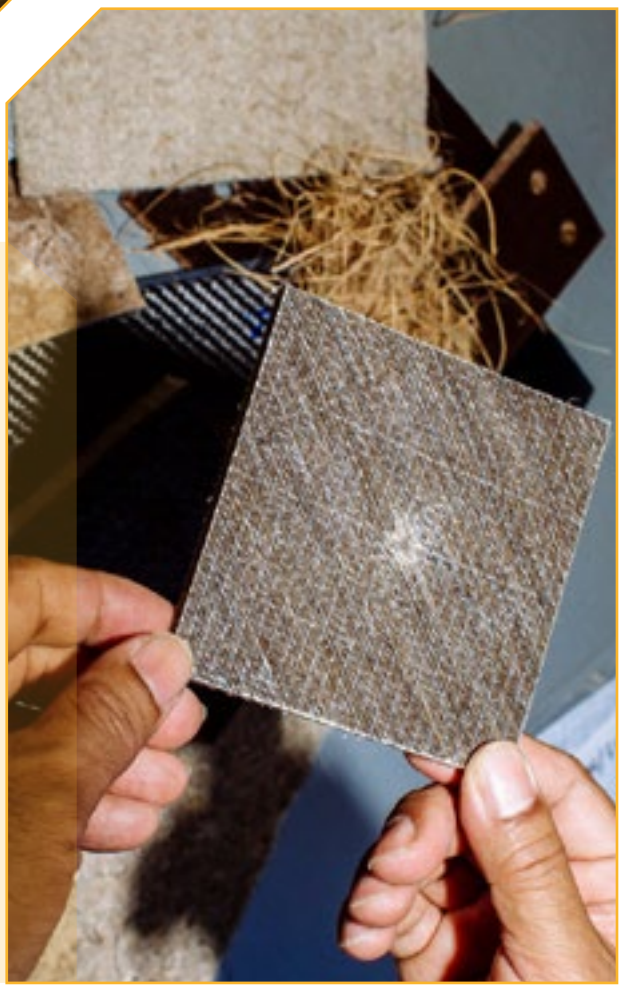
می‌شوند،گاما PNAهای ژانوس خود رابین دو رشته‌ی بازشده قرار می‌دهند و درصورتی‌که با بازها به‌صورت دوطرفه جفت شوند، همان‌جا باقی می‌مانند. می‌توان این مولکول‌ها را طوری طراحی کرد که به توالی‌های اختصاصی یا پرتکرار نوکلئیک‌اسیدی و یا به طور انتخابی به ساختارهای دوم و سوم RNA متصل شوند و برای اهدافی از جمله ویرایش ژنوم و تنظیم رونویسی مورد استفاده قرار گیرند که این امر منجر به گشوده شدن پنجره‌ای نوین برای درمان شماری از بیماری‌های ژنتیکی از جمله اختلالات تحلیل برنده‌ی عصبی و اختلالات عصبی-عضلانی شامل دیستروفی میوتونیک نوع یک و هانتینگتون و بیماری‌های عفونی -بااتصال به RNA های غیرکدکننده‌ی پاتوژن‌ها- شده‌است. این فناوری توسط استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های دارویی برای توسعه‌ی درمانی درحال بررسی‌است.



کارخانه‌ی ضعیف پروتئین‌سازی؛
شمشیر دو طرفه‌ی تقسیم سلولی

سیمین مظاهری |

از دهه‌ی ۱۹۶۰ محققان متوجه شدند بیمارانی که دچار نقص ریبوزومی و تقسیم سلولی ناکافی هستند بیشتر در معرض بیماری سرطان قرار می‌گیرند. این پارادوکس سال‌ها جامعه‌ی علمی را سردرگم کرده بود تا این‌که آن‌ها دریافتند ریبوزوم‌های معیوب موادی سمی تولید می‌کنند که سبب آسیب و جهش در DNA سلولی می‌شود و رشد و تقسیم سلولی را افزایش می‌دهد. علاوه بر آن، ریبوزوم‌های معیوب با افزایش تولید پروتئین‌هایی که به رشد و تقسیم بیشتر این سلول‌ها کمک می‌کند خطر ابتلا به سرطان در این بیماران را افزایش می‌دهد. این مطالعات سبب شد نقص‌های ریبوزومی به عنوان یک هدف جدید در درمان سلول‌های سرطانی قرار گیرند و امید است با مطالعات بیشتر و برطرف کردن این نقص¬ها، بتوان بسیاری از بیماری‌ها را درمان کرد.



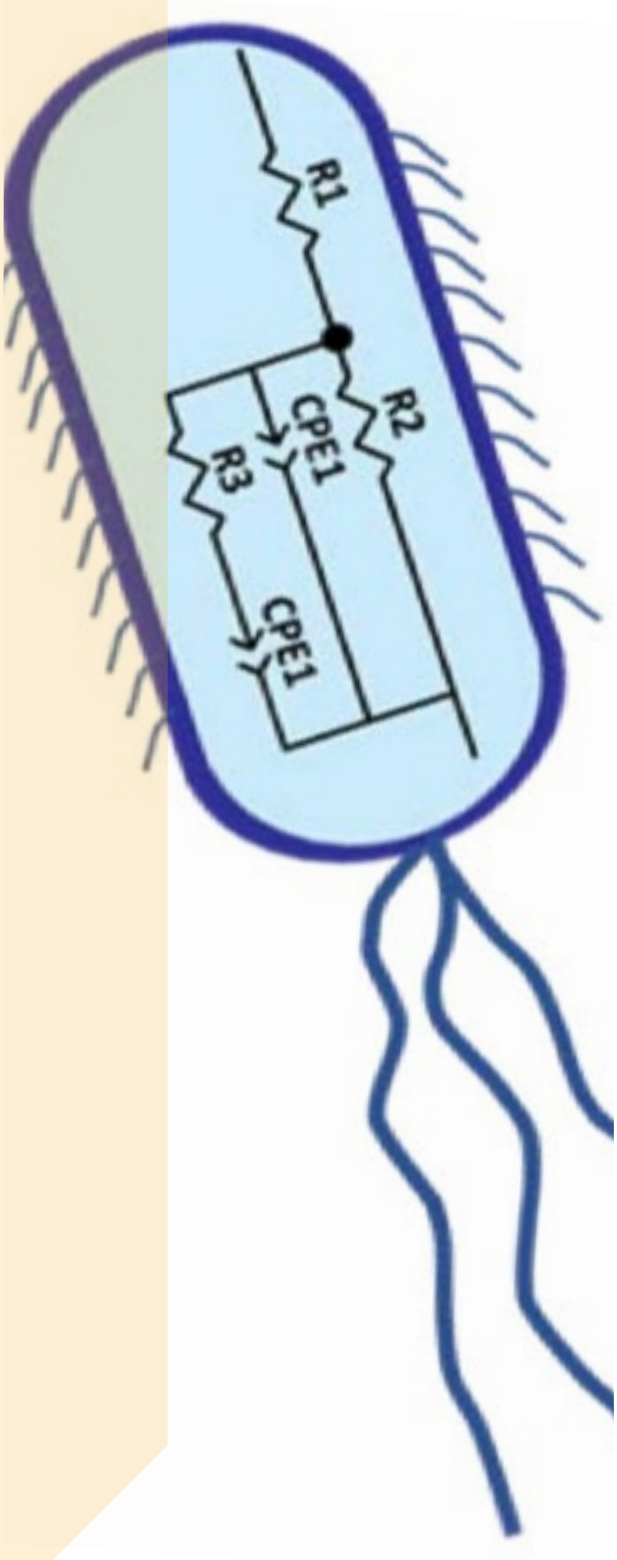
اثر زباله‌های کشاورزی در کاهش آلودگی هوا

سیمین مظاهری |

به تازگی محققان با استفاده از زیست‌توده‌ی الیاف درخت نخل، موفق به تولید کامپوزیت‌های زیستی سبک و ارزان قیمتی شدند که می‌تواند در صنایع خودروسازی و دریایی مورد استفاده قرار گیرد. کامپوزیت‌های زیستی -برخلاف کامپوزیت‌های مصنوعی- پایدار، تجزیه‌پذیر و قابل بازیافت هستند و مقاومت خوبی دارند. استفاده از این کامپوزیت‌ها در وسایل نقلیه نه تنها باعث کاهش وزن خودرو بلکه سبب کاهش مصرف سوخت و انتشار CO_2 به جو نیز می‌شود. یکی از چالش‌هایی که محققان با آن رو به رو هستند، متقاعد کردن مردم برای استفاده از این ترکیبات جدید در صنایع است که رفع آن مستلزم تحقیق و نوآوری بیشتر بین موسسات علمی و صنعت است.

فنون الکتروشیمیایی؛ روش نوین سنجش و کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها

زینب روحانی



میکروارگانیسم‌ها کاربردهای صنعتی متفاوتی دارند و مانند سایر موجودات زنده برای رشد نیاز به منابع کربن آلی و انرژی دارند که آن را با شکست پیوندهای پرانرژی موجود در منابع غذایی تامین می‌کنند. کاهش منابع غذایی، وجود عوامل بازدارنده‌ی رشد یا آلوده شدن محیط کشت، قدرت رشد میکروب‌ها را کاهش می‌دهد. برای اجتناب از کاهش شدید رشد، لازم است این موارد سریعاً مشخص و کنترل شوند. رویکرد مرسوم برای کنترل تعداد سلول‌ها و محصولات جانبی آن‌ها در جهت دستیابی به عملکرد بهینه میکروب‌ها، نمونه‌گیری دوره‌ای از کشت‌های میکروبی و آنالیز وضعیت کشت سلول‌هاست که وقت‌گیر و هزینه‌بر است. گروه تحقیقاتی آزمایشگاه ملی Savannah River در کارولینای جنوبی رویکردی خودکار و پیچیده برای کنترل سطوح انرژی میکروب‌ها ارائه دادند به این صورت که الکترودهایی با پتانسیل کاهشی ویژه مجاور محیط کشت قرار می‌گیرند و ازآنجایی‌که میکروب‌ها می‌توانند انرژی را در قالب الکترون‌ها از طریق این الکترودها جذب کنند، قسمت کوچکی از محیط که در تماس با الکترودهاست می‌تواند به واسطه نمایش نمودار جریان الکتریکی در صفحه نمایشگر، به‌عنوان سیستم هشداردهنده اولیه در شرایط زیر بهینه عمل کند. بخش دیگری از این فنّاوری از مقاومت الکتروشیمیایی برای کنترل محیط حین چرخه رشد استفاده می‌کند. محیط میکروبی به‌عنوان یک مدار معادل تعریف می‌شود و با متناسب کردن داده‌های مقاومت، اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی وضعیت فیزیولوژیکی کشت میکروبی به دست می‌آید. این رویکرد توانایی بالایی در کاهش هزینه‌های آنالیز متداول دارد و می‌تواند سریع و درجا رشد میکروارگانیسم‌ها را کنترل کند.

برگزاری سلسله نشست های

تقسیم کار ملی زیست فناوری

در دانشگاه ها و مراکز پژوهشی سراسر کشور