فصلنامه اختصاصی توسعه دهندگان بذر شمال ایران

سال سوم شماره ۱۳، آذر ماه ۱۴۰۳

صاحب امتیاز:

شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

شماره مجوز ۸۸۶۸۸

مدیر مسئول: علی زمان میرآبادی

سردبیر: میترا رمضانی

فهرست

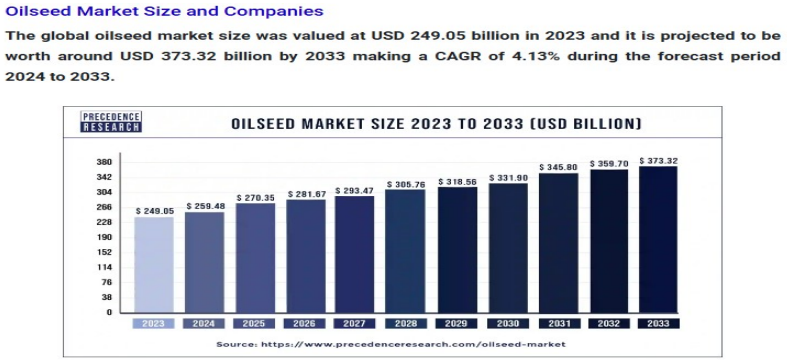
مقدمه: ۳
تصویربرداری چند طیفی پهپاد جهت ارزیابی وضعیت رشد مزارع گندم و کلزا ٤
تغذیه سویا ۷
میکوپارازیتیسم: مکانیسم تریکودرما در سرکوب بیمارگرهای گیاهی(بخش هفتم) ۱۱
وضعیت اصلاح کنجد در جهان (بخش ۱) ۱۳
بذور مصنوعی ۱۷
برهمکنش‌های مولکولی میان *Leptospheria maculans* و گونه‌های براسیکا ۲۰
سموم رایج مورد استفاده در گلرنگ ۲٤

مقدمه:

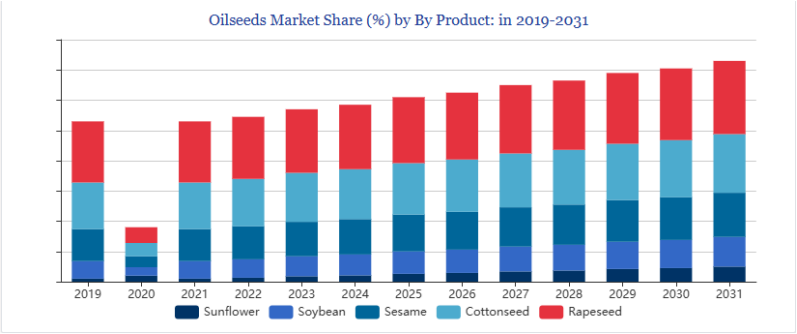
وضعیت تولید دانه های روغنی در ده ساله اخیر در جهان و پیش بینی ده سال آتی

تولید سویا از ۳۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ به حدود ۳۷۰ میلیون تن در ۲۰۲۴ افزایش یافته، که بیشترین سهم تولید دانه‌های روغنی را دارد. آفتابگردان در ده سال گذشته حدود ۴۰ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۲۴ به حدود ۵۲ میلیون تن رسیده است. در خصوص گلرنگ تولید گلرنگ همچنان پایدار بوده و در سال ۲۰۲۴ به حدود ۷۵۰ هزار تن رسیده است محصول کنجد همچنان روندی صعودی داشته و به حدود ۷ میلیون تن در ۲۰۲۴ رسیده است. تولید روغن کلزا نیز رشد قابل‌توجهی داشته و حدود ۲۳٪ افزایش یافته است. این افزایش به دلیل توسعه پایدار کشت کلزا در کشورهایی مانند آلمان و لهستان و بهبود عملکرد این محصول بوده است . در خصوص کتان تولید این محصول به ویژه در چین، قزاقستان، روسیه، و کانادا افزایش یافته است. در حال حاضر، کتان در حدود ۱۲ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی در سطح جهانی کشت می‌شود. بر اساس پیش بینی های انجام شده به نظر می رسد سهم تولید کنجاله در ده سال اتی به نسبت استحصال روغن حدود پانزده تا بیست درصد افزایش می یابد. در خصوص حجم میزان بازار دانه ها روغنی که در حال حاضر حدود ۲۴۹.۰۵ میلیارد دلار است که به نظر می رسد این میزان به ۳۷۳.۳۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۳ خواهد رسید (شکل ۱). در خصوص سهم بازار دانه های روغنی در چشم انداز ۱۰ سال اتی به نظر می رسد به ترتیب کلزا، پنبه دانه،سویا، کنجد و آفتابگردان سهم بیشتری از بازار محصولات روغنی داشته باشند (شکل ۲).

شکل ۱- میزان بازار دانه های روغنی تا سال ۲۰۳۳



شکل ۲- سهم دانه های روغنی در برنامه تولید تا سال ۲۰۳۱



علی زمان میرآبادی

مدیر هماهنگی در امور اجرایی نمایندگی‌ها و دفاتر

پاپیز ۱۴۰۳

تصویربرداری چند طیفی پهپاد جهت ارزیابی وضعیت رشد مزارع گندم و کلزا

صلاح معتمدی: کارشناس به زراعی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

مقدمه

تولیدات کشاورزی به پاسخ سوالاتی مانند نوع ترکیبات زمین، آب، مواد خام مانند کودها، ماشین‌آلات و فناوری ها برای تولید حداکثر مواد غذایی و الیاف مربوط می‌شود. در کشور بلغارستان، کشاورزان به صورت گسترده از فناوری‌های رایج مربوط به استفاده از مقادیر زیاد کودها و همچنین عملیات آماده‌سازی خاک استفاده می‌کنند. برخی از کشاورزان با بررسی و بهینه‌سازی مواد اولیه کاربردی در مزرعه، بهبود عملکرد، افزایش کیفیت تولید و حفظ محیط زیست، به سمت کشاورزی دقیق گرایش پیدا کرده‌اند. استفاده از پهپادهای بدون سرنشین به طور گسترده‌ای در کشاورزی دقیق توسعه یافته و از تصاویر چند طیفی از زمین و محصولات گرفته تا سمپاشی و کاشت محصولات مختلف، کاربرد و توسعه آنها روز به روز محبوبیت بیشتری پیدا کرده و با استفاده از سنسورها و تجهیزات اضافی، این فناوری به کشاورزان در جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب کمک می‌کند. مطالعات سنجش از دور را می‌توان در مقیاس منطقه‌ای به کار برد. بسته به مجموعه داده‌های اعتبارسنجی از تصاویر ماهواره‌ای و منطقه مورد مطالعه، دقت کلی این روش از ۷۴ تا ۹۵ درصد پس از پردازش تصاویر مزرعه و تعیین نوع محصول می باشد.یکی از مهم ترین شاخص های اندازه گیری و مورد استفاده در زمینه سنجش تصاویر ماهواره ای از محصولات مختلف، شاخص NDVI[1] (شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی) است که از اندازه‌گیری نور بازتاب شده از مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک بدست آمده و به عنوان روش اندازه‌گیری غیرمستقیم بیومس و عملکرد محصولاتی مانند گندم استفاده می‌شود.

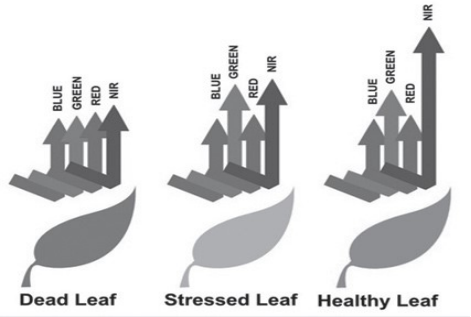
طبق مطالعات گذشته بررسی تراکم گیاهی در شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و همبستگی بین تراکم پوشش گیاهی و NDVI دارای ضریب تعیین R^2=0.86 بود. مطالعات انجام شده بر روی رابطه بین NDVI و عملکرد گندم، همبستگی بسیار نزدیکی بین ضریب تعیین R^2=0.83 نشان داده است. مطالعات بر همبستگی بین تراکم پوشش گیاهی و NDVI نیز روی دانه روغنی کلزا نیز به همین صورت انجام شده و بهترین عملکرد از طریق پویایی رشد فصلی، با بالاترین ضریب تعیین (R2 = 0.77)، مشخص شده است. استفاده از شاخص پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره‌ای چندگانه مکانی، می‌تواند به طور قابل‌توجهی زیست توده سطح زمین را در طول مراحل رشد کلزای زمستانی برآورد کرده و برای نقشه‌برداری تنوع رشدی کلزا در شرایط متفاوت آب و هوایی استفاده کرد. شاخص NDVI را می‌توان برای به دست آوردن نتایج بهتر در مطالعات کشاورزی اصلاح کرد.

مواد و روش‌ها

در مزارع گندم و کلزا در مناطق شمالی کشور بلغارستان اثر بخش روش های مشاهده چند طیفی مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. این مطالعه بخشی از یک مطالعه بلند مدت بوده که نتایج سال اول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته بود . این بررسی بیشتر برای شناسایی زمین های مشکل دار از لحاظ میزان شیب و همچنین فقیر بودن زمین از لحاظ درصد مواد غذایی بود که توسط استفاده از تصاویر چند طیفی حاصل از ماهواره ها در دسترس قرار می گیرد. اثر بخش روش های چند طیفی به وسیله پهپادها در محصولات گندم و کلزا در ماه اکتبر در مناطق شمالی کشور بلغارستان مورد استفاده قرار گرفت. جهت انجام این کار از پهپاد تصویر برداری شرکت دی‌جی‌آی (DJI Matrice 600 Pro) با ارتفاع پرواز ۱۲۰ متر از سطح زمین استفاده شد. پهپاد مجهز به ۵ کانال چند طیفی جهت سنجش سطح سبز مزرعه بوده و با استفاده از دوربین Parrot Sequoia، ۱۶ مگاپیکسلی و شامل چهار باند سبز (۵۵۰ نانومتر)، قرمز (۶۶۰ نانومتر)، لبه قرمز (۷۳۵ نانومتر) و مادون قرمز نزدیک (۷۹۰ نانومتر) بود. جهت از بین بردن خطای ناشی از تغییرات شدت نور خورشید بسته به زمان و شدت ابر در آسمان از سنسور نور آفتاب در این دوربین استفاده شد. بطور کلی بر اساس بررسی های صورت گرفته، گیاهان سالم عموماً بازتاب بیشتری در ناحیه نور مادون قرمز نزدیک نسبت به گیاهان بیمار و تحت تنش داشته (شکل ۱) که از آن می‌توان برای تشخیص بوته‌های سالم نسبت به بیمار استفاده کرد. در سنجش از راه دور، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) یک شاخص عددی بوده که با استفاده از نواحی مرئی و مادون قرمز نزدیک، طیف الکترومغناطیسی برای تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی و قدرت پوشش گیاهی استفاده می شود. به طور معمول، پوشش

[1] Normalized Difference Vegetation Index

گیاهی سالم بخش زیادی از نور مرئی تابشی بر روی گیاه را جذب کرده و قسمت اعظم نور مادون قرمز مجاور را منعکس می‌کند و برعکس پوشش گیاهی آسیب دیده یا دارای تراکم کم، بیشتر نور مرئی را منعکس و نور مادون قرمز نزدیک را جذب می‌کند که از بررسی اختلاف در میزان جذب نورهای مختلف می‌توان سطح سبز مزرعه را در دوره های رشدی مختلف بررسی کرد.



شکل ۱. تصویر شماتیک توانایی انعکاس طیف های نوری مختلف در پوشش گیاهی غیرزنده، تحت تنش و سالم (Agribotix.com)

به طور کلی شاخص پوشش گیاهی NDVI، نور مادون قرمز نزدیک (NIR) و قرمز (RED) را مقایسه کرده و برای اندازه گیری پوشش گیاهی سالم و سبز در طیف وسیعی از شرایط بسیار مناسب می‌باشد. خاک و گیاهان خشک دارای شاخص NDVI کمتر از ۰.۳۰ بوده و گیاهان سالم معمولاً دارای شاخص NDVI بیش از ۰.۷۵ هستند. در این بررسی از برنامه Image Color Summarizer برای تعیین درصد منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ و منطقه با NDVI کمتر از ۰.۷ استفاده شد.

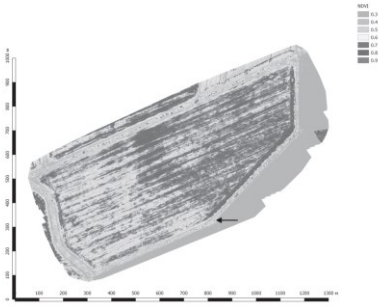
نتایج

بلغارستان یکی از مهم‌ترین تولید کنندگان گندم در اتحادیه اروپا به شمار می‌رود که با استفاده از سیاست های حمایتی اتحادیه اروپا، از تولید کنندگان خود حمایت میکند. اما به رغم حمایت های دولت، در پی وقوع خشکسالی و کاهش میزان تولید قیمت آن در کشور نوسان زیادی دارد. بدین جهت بررسی عوامل تاثیر گذار در کاهش میزان تولید می تواند راهی برای برون رفت از شرایط موجود در کشور باشد.

در بررسی صورت گرفته مزرعه اول گندم بوده که در مرحله پنجه‌زنی قرار داشته و سطح سبز مناسب و رشد خوبی نشان داد . بر اساس نتایج به دست آمده زمین را می‌توان به دو بخش عمده شرقی و غربی تقسیم کرد. در قسمت شرقی گندم رشد بهتری داشته و محدوده NDVI از ۰.۷ تا ۰.۸ است. تراکم گیاهی مناسب و پیشروی در مراحل رشد بوته های گندم در این ناحیه از دلایل مهم این امر می باشد. شیب این منطقه از ۱۱۳ تا ۱۴۳ نانومتر متغیر بوده و این امر می‌تواند به یکی از دلایل پیش نیاز برای گسترش فرآیندهای فرسایش از غرب به شرق بر اساس نقشه DEM (مدل رقومی ارتفاع) باشد (شکل ۲).

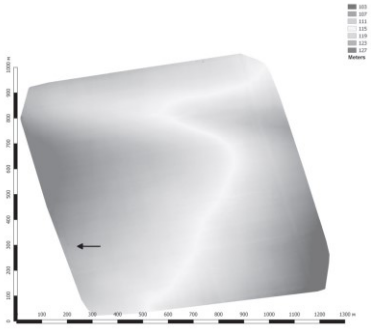
شکل ۲. مدل رقومی ارتفاع (DEM) مزرعه گندم مورد مطالعه (نشان دهنده اطلاعات ارتفاعی سطح زمین)

بر اساس بررسی های صورت گرفته عواملی مانند فرسایش مواد خاک، حرکت آب و کودها باعث تجمع مواد مغذی و آب در شرق مزرعه شده که این امردلیل اصلی تفاوت در میزان رشد گندم در هر دو قسمت مزرعه می‌باشد. کاشت در شیب صورت گرفته که باعث افزایش بیشتر فرسایش زمین می‌شود. در قسمت غربی زمین، NDVI بین ۰.۶-۰.۷ متغیر بوده که این میزان کاهش در محدوده ۰.۱ است. مساحت منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ میزان ۶۳.۳٪ و منطقه با NDVI پایین‌تر نیز ۳۶.۷٪ است. پیش‌بینی می‌شود که عملکرد در بخشی از مزرعه با NDVI کمتر از ۰.۷ به میزان حدود ۳۰-۲۰ درصد کاهش یابد. جهت استفاده از کودهای سرک در بهار، قبل از رشد رویشی زیاد بوته ها باید نمونه های خاک و گیاه جهت تعیین میزان استفاده از این کودهای نیتروژن به آزمایشگاه منتقل شود . (شکل ۳).

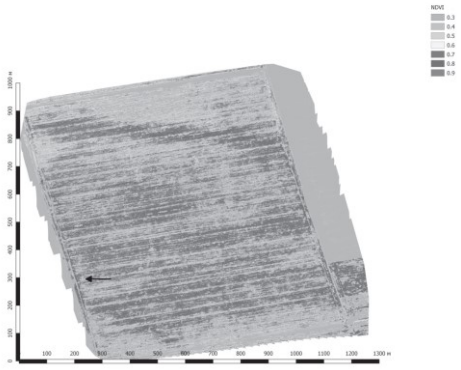


شکل ۳. نمایه نقشه NDVI در مزرعه گندم

مزرعه دوم مورد بررسی کلزا بوده که دارای شیب ۱۰۳ تا ۱۰۷ نانومتر بود.. این میزان شیب به عنوان یکی از عوامل مهم در افزایش میزان فرسایش از قسمت شرق به غرب بر اساس مدل رقومی ارتفاعی (DEM) می باشد (شکل ۴). بذرکاری به دلیل کشت ضعیف و عدم آماده‌سازی مناسب قبل از کاشت از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و همین امر سبب کاهش رشد رویشی و شاخص سطح برگ شد. NDVI مزرعه مورد بررسی برابر با ۰.۸ بوده و در مرحله رزت (۶-۷ برگی) قرار داشت.. مقادیر شاخص سطح برگ پایین‌تر از ۰.۶ تا ۰.۷ مربوط به بوته‌های کلزای با رشد ضعیف به دلیل تاخیر در جوانه‌زنی و یا دلایل دیگر بود (شکل ۵). از سایر دلایل می توان به ریزش محصول قبلی (گندم) در هنگام برداشت (همراه با کاه و کلش) و در جهت امتداد حرکت کمباین بوده که به ۲صورت مشخص در زمین قابل مشاهده بود. به این دلیل در بین بوته‌های کلزا، مقداری گندم رشد کرده بود. وجود باقیمانده کاه و کلش گندم در خاک و مقدار زیاد بذر گندم اجازه کاشت و جوانه‌زنی بذور کلزا را نداده بود. این نقاط با میزان NDVI برابر با ۰.۶-۰.۵ شناسایی می‌شود.



شکل ۴. مدل رقومی ارتفاعی (DEM) مزرعه مورد مطالعه زیر کشت کلزا (نشان دهنده اطلاعات ارتفاعی سطح زمین)



شکل ۵. شاخص نقشه NDVI در مزرعه کلزا

زمین زراعی مورد بررسی را می‌توان به دو بخش شمالی کوچکتر و جنوبی با مساحت بیشتر تقسیم کرد. به طور کلی در تمام قسمت‌های زمین کمبود فسفر وجود داشت ولی در قسمت شمالی این کمبود شدیدتر بود. از نشانه های کمبود فسفر علائم بانقطه‌های کمرنگ و یا خطوط کشیده در روی برگ بود. شاخص سنجش سطح برگ (NDVI)به شدت به ۰.۷ کاهش یافته و این به دلیل تراکم پایین بوته‌های کلزا بوده که دارای تاخیر در رشد هستند. بر روی برگ‌های قدیمی این کمبود به صورت رنگ صورتی مایل به بنفش روشن دیده شده که ناشی از سوءتغذیه نامتعادل فسفر حاصل از فرآیندهای فرسایش خاک مزرعه و ظاهر شدن افق‌های پایینی خاک به سطح خاک بود. کاشت در امتداد شیب سبب فرسایش بیشتر زمین شده بود. در مزرعه کلزا نیز مساحت منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ با ۵۸.۱٪ و منطقه با NDVI پایین تر از ۰.۷ با ۴۱.۹٪ بود. پیش‌بینی می‌شود که عملکرد در قسمتی از مزرعه با NDVI کمتر از ۰.۷ حدود ۳۰-۲۰ درصد کاهش یابد. دو مرحله کودهی قبل از افزایش پوشش گیاهی در بهار لازم است که پس از نمونه‌برداری جداگانه از خاک در هر دو منطقه باید استفاده گردد.

منبع

Stoyanova, M. Kandilarov, A. Koutev, V. Nitcheva, O. and Dobreva, P(2021). Unned dronmultispectral imaging for assessment of wheat and oilseed rape habitus. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 27 (No 5) 2021, 875–879

تغذیه سویا

مهری برومند: کارشناس خاکشناسی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

سویا[۲] گیاهی از خانواده بقولات (Leguminoud) وده که نام علمی آن *Glycine Max* L. می‌باشد. از دانه این گیاه روغن استخراج می‌شود که در تهیه روغن نباتی و تغذیه انسان به کار برده می‌شوند. از کنجاله سویا که دارای مقادیر بالایی از پروتئین مرغوب است، در دامپروری و مخصوصا مرغداری استفاده می‌گردد. در برخی از نقاط دنیا این گیاه را به عنوان علوفه کشت می‌نمایند(مجتهدی، ۱۳۵۵).

در حال حاضردر ایران گیاه سویا به دو شکل کشت می‌شود :۱- کشت دوم یا تابستانه پس از برداشت محصولات پاییزه که مناسب شمال و شمال شرق کشور است ۲- کشت بهاره که مناسب تمامی نقاط به ویژه مناطق گرم جنوبی کشور است. دوره رشد آن در مناطق معتدل از زمان کشت تا رسیدگی ۱۳۰-۱۵۰ روز و در مناطق گرم ۹۰-۱۰۰ روز می‌باشد (دانشیان، ۱۳۹۸).

خاک مناسب کشت سویا: سویا در برابر طیف وسیعی از شرایط خاک سازگار بوده ولی در خاک‌های لومی با زهکشی مناسب و حاصلخیزی مطلوب بیشترین محصول را به بار می‌آورد. بوته‌های این گیاه در خاک‌های سنگین و بسیار متراکم، کوتاه و خشبی شده و به علت رشد کم ریشه، تعداد غده‌ها نیز کاهش می‌یابد (یوسفی، ۱۳۷۴). اسیدیته مطلوب برای کشت سویا بین ۶ تا ۶/۵ بوده و در اسیدیته پایین‌تر فعالیت باکتری‌های همزیست و همچنین قابلیت دسترسی به منیزیم و کلسیم کاهش می‌یابد(ناصری، ۱۳۷۰) بالعکس در صورتیکه اسیدیته خاک بیش از ۶/۵ باشد علائم کمبود منگنز، آهن، روی و مس در بسیاری از خاک‌های شنی دیده می‌شود. در صورت بروز این کمبودها حتما باید از عناصر کم مصرف برای حصول رشد و عملکرد مطلوب استفاده نمود (فروزان، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی).

نیازهای کودی سویا:

نیتروژن: سویا قادر است بخش عمده نیاز خود به نیتروژن را از طریق همزیستی با باکتری‌های خانواده ریزوبیوم و تثبیت نیتروژن تامین کند. این باکتری‌ها طی همزیستی با گیاه، مواد غذایی مورد نیاز خود را از گیاه دریافت کرده و نیتروژن موجود در هوا را به فرم آمونیوم (نیتروژن قابل استفاده برای گیاه) در آورده و در اختیار گیاه سویا قرار می‌دهد. در اراضی که حداقل سه سال سویا کشت نشده است باید از باکتری استفاده شود (فروزان، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی).

تثبیت همزیستی نیتروژن از مرحله ظهور اولین غنچه گل (۴۰ الی ۵۰ روز بعد از کاشت) آغاز می‌گردد لذا مصرف نیتروژن بخصوص در خاک‌های فقیر به صورت استارتر(آغازگر) حدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در خاک‌های سنگین و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در اراضی با بافت سبک توصیه می‌شود که این میزان نیتروژن را می‌توان از منابع دیگر حاوی نیتروژن مانند سولفات آمونیوم، نیترات آمونیوم و فسفات آمونیوم نیز تامین کرد.

فسفر: گیاه سویا برای رشد ریشه، غده‌ها و گلدهی به فسفر احتیاج دارد. فسفر در تشکیل گل و غلاف‌بندی نقش مهمی داشته و کمبود فسفر موجب ریزش گلها و عدم غلافبندی می‌گردد. در صورت انجام آزمون خاک می‌توان از جدول ۱ جهت تعیین مقدار کود فسفره مصرفی بهره برد.

زمان و نحوه مصرف: تمام کود فسفری قبل از کاشت یا همزمان با کاشت بذر ترجیحا به صورت نواری مصرف شود. کاربرد فسفر در این دوره تاثیر زیادی بر روی تعداد پنجه و توسعه ریشه دارد.

---

[2] Soybean

جدول۱- توصیه مقدار مصرف دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) بر اساس میزان فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم) (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۹)

عملکرد مورد انتظار دانه (تن در هکتار)	فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن (میلی گرم در کیلوگرم)														
	<۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	>۱۶
	توصیه کودی (کیلوگرم در هکتار)															
۱	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۰	۰	۰	۰	۰
۱/۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۰	۰	۰	۰
۲	۱۰۰	۹۵	۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۳۵	۲۵	۰	۰	۰
۲/۵	۱۲۰	۷۷۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۵	۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۵۵	۳۵	۲۵	۰	۰
۳	۱۴۰	۱۳۵	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۵	۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	۴۰	۰
۳/۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۵	۸۰	۶۵	۵۵	۴۵	۰
۴	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۲۵	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰	۵۰	۰

پتاسیم: پتاسیم موجب استحکام بافت‌های گیاهی می‌گردد و مقاومت گیاه را در برابر عوامل محیطی و بیماری‌ها افزایش می‌دهد. همچنین وجود این عنصر در گیاه از ریزش غلاف‌ها جلوگیری کرده و میزان روغن را در دانه بالا می‌برد. پتاس در پر نمودن غلاف‌ها نیز موثر است(مجتهدی، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی). در صورت انجام آزمون خاک و اطلاع از میزان پتاسیم قابل استفاده آن می‌توان از جدول ۲ جهت تعیین مقدار کوددهی پتاسه

عملکرد مورد انتظار دانه (تن در هکتار)	پتاسیم قابل جذب خاک (میلی گرم در کیلوگرم)											
	<۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰
	توصیه کودی (کیلوگرم در هکتار)											
۱	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۵	۰	۰	۰
۱/۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۵	۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۶۵	۵۵	۴۵	۰
۲	۱۴۰	۱۳۵	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۹۵	۸۵	۶۵	۴۵
۲/۵	۱۷۰	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۴۰	۱۳۵	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰
۳	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۲۰	۱۰۰
۳/۵	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰
۴	۲۲۰	۲۱۵	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۸۵	۱۸۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۳۰

بهره برد.**زمان و نحوه مصرف:** تمامی کودهای پتاسه قبل از کاشت مصرف شده و با دیسک یا دندانه زیر خاک قرار داده شود.

جدول ۲- توصیه مقدار مصرف سولفات پتاسیم(کیلوگرم در هکتار) بر اساس میزان پتاسیم قابل استفاده خاک(کیلوگرم در هکتار) (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۹)

سایر کودهای مورد نیاز: در جدول ۳ مقدار، چگونگی و زمان مصرف کودهای ریز مغذی برای گیاه سویا ذکر شده است.

جدول ۳- توصیه مقدار مصرف سایر کودها (کیلوگرم در هکتار) (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۹۹)

گروه کودی	نام کود	میزان و نحوه مصرف
ریز مغذی‌ها	سولفات روی	میزان طبیعی آن در برگ ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم است. در زمان کمبود، مصرف خاکی سولفات روی به میزان ۳۵ کیلوگرم در هکتار و ۲-۳ نوبت محلول پاشی سولفات روی به فاصله ۱۵ روز با غلظت ۳-۵ در هزار قبل از گلدهی
	سولفات آهن	مصرف این کود در خاکهای آهکی توصیه نمیگردد. در موارد کلروز شدید گیاه، محلولپاشی آهن در ۲ یا ۳ نوبت بافاصله ۱۵ روز با محلول ۴ در هزار سولفات آهن. استفاده از غلظت‌های بالا اغلب سبب سوختگی برگها می‌گردد.
	کلات آهن	به صورت خاکدهی و به همراه آب آبیاری
	سولفات منگنز	۲ الی ۳ نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۳-۵ در هزار قبل از گلدهی
	اسید بوریک	نیاز سویا به این عنصر زیاد نبوده و کمبود آن در pH های بالا و خاک‌های حاوی مقادیر بالای کربنات کلسیم یا در خاک‌های سبک به ویژه در مناطق با بارندگی زیاد و با ماده آلی کم اتفاق می‌افتد. سویا به سمیت بور حساس بوده و محلول‌پاشی قبل از ظهور آثار کمبود نباید انجام شود. کمبود این عنصر از طریق محلول‌پاشی با اسید بوریک به غلظت ۲ در هزار در ۲ نوبت به فاصله ۱۵ روز تا مرحله شروع گلدهی
	سولفات مس	کمبود مس در گیاه موجب کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. در صورت کمبود محلولپاشی با غلظت ۲-۴ در هزار در ۲الی ۳ نوبت به فاصله ۱۵ روز تا قبل از گلدهی در صبح یا غروب توصیه می‌شود.

منابع:

۱- فروزان، ک. سویا. کمیته دانه‌های روغنی- شرکت سهامی توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۰۸ صفحه.

۲- مجتهدی، ع.، نبی پی لشکری، م ح. ۱۳۵۵. زراعت سویا. بخش تحقیقات شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۲۶ صفحه.

۳- نور قلی‌پور، ف.، اسدی رحمانی، ه.، ارزانش، م.ح.، میرزاشاهی، ک . طهرانی، م م.، حقیقت نیا، ح.، رمضانپور، م ر.، زمانی ، ص.ع، افضلی. م.، غزاییان، م. ۱۳۹۹. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه سویا. کرج :موسسه تحقیقات خاک وآب

٤- ناصری، ف ۱۳۷۰ . دانه های روغنی، (ترجمه)، وایس .ای، ا(.مولف). انتشارات آستان قدس رضوی، ۸۲۳ صفحه.

٥- یوسفی، ف. ۱۳۷۴. اصول مقدماتی کشت سویا (ترجمه)، پندی، ر. ک. (مولف). کمیته دانه‌های روغنی. ۲۱۳ صفحه.

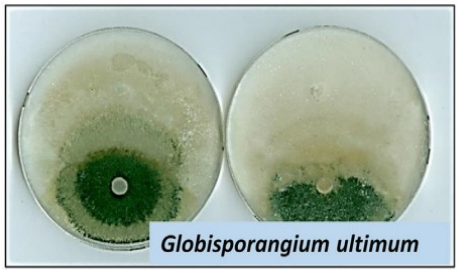
میکوپارازیتیسم: مکانیسم تریکودرما در سرکوب بیمارگرهای گیاهی(بخش هفتم)

آیدین حسن زاده: کارشناس گیاهپزشکی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

دیواره سلولی قارچهای حقیقی از گلوکان‌ها، کیتین و پروتئین‌ها تشکیل شده است و آنزیم‌های گلوکاناز، کیتیناز و پروتئاز می‌توانند این بیوپلیمرها را در فرآیند میکوپارازیتیسم تخریب کنند. در ادامه بررسی نقش آنزیم‌های مرتبط با تخریب کیتین و کیتوزان در گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما در فصلنامه قبلی (شماره ۱۲)، در این شماره به نقش سایر آنزیم‌های تخریب‌کننده دیوار سلولی در فرآیند میکوپارازیتیسم پرداخته می‌شود.

آنزیم‌های آلفا و بتا گلوکاناز

مطالعات در خصوص عملکرد گلوکانازها در میکوپارازیتیسم قارچی، کمیاب است. آنزیم‌های آلفا ۱و۳ گلوکاناز بعنوان اعضای خانواده GH71 طبقه‌بندی شده‌اند و اطلاعات محدودی در خصوص این آنزیم‌ها در تریکودرما وجود دارد. نتایج تحقیقات نشان داده است دو اگزو آلفا ۱و۳ گلوکاناز AGN13.1 و AGN13.2 به ترتیب توسط دو گونه *Trichoderma harzianum* و *T. asperellum* در حضور دیواره سلولی قارچ بیمارگر *Botrytis cinerea* تولید می‌شود. آنزیم AGN13.1، خواص لیتیکی در برابر دیواره‌های سلولی قارچی و فعالیت ضدقارچی نشان می‌دهد. همچنین در برخی گزارشات، یک آلفا ۱و۳ گلوکاناز با فعالیت اندوهیدرولیتیکی از گونه *T. harzianum* بدست آمد و مشخص شد این آنزیم عمدتا با هیدرولیز آلفا ۱و۳ گلوکان کریستالی، گلوکز را آزاد می‌کند. بتا ۱و۳ گلوکانازها به خانواده‌های GH16، GH17، GH55، GH64 و GH81 تعلق دارند که در این بین، تعدادی از ژن‌های کدکننده آنزیم‌های اعضای خانواده GH55 و GH64 در میکوپارازیتیسم گونه‌های تریکودرما شناسایی شده است. دیواره سلولی اوومیست‌ها عمدتا از سلولز، بتا ۱و۳ و بتا ۱و۶ گلوکان ساخته شده است، بنابراین بتاگلوکانازها نقش مهمی در میکوپارازیتیسم دارند. بعنوان مثال، موتانت‌های بدست آمده از گونه *T. longibrachiatum* که میزان بیان بتا ۱و۴ گلوکاناز در آنها افزایش یافته بود، در محافظت از بذور خیار در برابر بیمارگر *Globisporangium ultimum* (Pythiales)، در خاک‌های آلوده، عملکرد بهتری داشتند. در مورد مشابه، موتانت‌هایی از گونه *T. virens* که میزان بیان ژن کدکننده بتا ۱و۶ گلوکاناز (bgn3)، در آنها افزایش یافته بود، توانستند بر *G. ultimum* غلبه نمایند؛ در سویه‌هایی که علاوه بر این ژن، میزان بیان ژن کدکننده بتا ۱و۳ گلوکاناز (bgn2)، در آنها افزایش یافته بود، میزان بازدارندگی از فعالیت بیمارگر *G. ultimum* و محافظت از گیاه پنبه، افزایش یافت (شکل ۱). در مقابل، میزان بیان ژن کدکننده اندو بتا ۱و۳ گلوکاناز (glu31)، در تعاملات مختلف، متفاوت بود و خاموشی این ژن تاثیری بر فعالیت میکوپارازیتی گونه‌های تریکودرما نداشت؛ در مقابل، سازمان‌دهی و بازسازی دیواره سلولی را تحت تاثیر قرار داد و به بیان متفاوت ژن‌های کدکننده سایر گلیکوزیل هیدورلازهای خانواده GH16، منجر شد.



شکل ۱. بازدارندگی گونه *T. virens* از فعالیت بیمارگر *G. ultimum*

پروتئازها

همانند آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی گیاه، پروتئازها برای تخریب دیواره سلولی قارچ ضروری هستند و از این رو در فعالیت آنتاگونیستی مایکوپارازیت‌های تریکودرما نقش دارند، یکپارچگی سلولی قارچ میزبان را بی‌ثبات می‌کنند و آنزیم‌های مشتق شده از میزبان را غیرفعال می‌نمایند. تعداد پروتئازهای کدگذاری شده در گونه‌های مختلف تریکودرما با سایر قارچ‌ها قابل مقایسه است. با این حال، خانواده‌های خاصی از جمله پروتئازهای شبه سوبتیلیسین S8 در مایکوپارازیت‌های به خوبی مشخص شده *Trichoderma. virens* و *T. atroviride* در مقایسه با مایکوپرازیت ضعیف *T. reesei*، گسترش یافته‌اند. چندین ژن پروتئاز به طور متفاوتی در طول مایکوپارازیتیسم یا رشد روی دیواره‌های سلولی قارچ تنظیم می‌شوند. بیان ژن کدکننده متالوپروتئاز خنثی NMP1 جدایه *T. guizhouense* NJAU4742 و ارتولوگ آن در جدایه *T. harzianum* CECT2413 به ترتیب با حضور سایر قارچ‌ها و زیست توده قارچی مرده القا می‌شود. ژن NMP1 بیشتر برای فعالیت ضد قارچی و به عنوان یک آنزیم حیاتی برای تعامل (از جمله انگلی، شکار و دفاع)، گونه *T. guizhouense* با سایر قارچ‌ها مهم ظاهر شد. خانواده S8 کدکننده پروتئاز prb1 گونه *T. atroviride*، یکی از بهترین ژن‌های مرتبط با مایکوپارازیتیسم است. بیان بیش از حد prb1 گونه *T. atroviride* یا همولوگ آن از گونه *T. virens*، منجر به افزایش حفاظت گیاه در برابر قارچ بیمارگر *R. solani* شد. به طور مشابه، تولید بیش از حد پروتئاز به دست آمده از طریق جهش‌زایی تصادفی با UV، جدایه *T. harzianum* T334 را به یک آنتاگونیست موثرتر پاتوژن‌های گیاهی تبدیل نمود. همانند ech42، بیان ژن prb1 قبل از تماس با میزبان قارچی القا می‌شود. تجزیه و تحلیل‌های بیشتر رونویسی prb1 را در پاسخ به محدودیت نیتروژن نشان داد که مطابق با مکان‌های اتصال بالقوه برای فعال‌کننده رونویسی ARE1 از ژن‌های سرکوب‌شده با کاتابولیت نیتروژن در ناحیه پروموتر آن است. بر این اساس، مطالعات جدیدتر ترنسکریپتوم نشان داد که پاسخ *T. atroviride* به یک میزبان قارچی، شبیه به الگوی بیان ژن در تنش محدودیت نیتروژن است و نقش مهم پروتئازها را در مایکوپازیتیسم در دو گونه *T. virens* و *T. reesei* تایید کرد. این یافته‌ها به این فرضیه منجر شد که عمل آنزیم‌های پروتئولیتیک در مراحل اولیه برهم‌کنش مایکوپارازیتی منجر به محصولات نیتروژنی مشتق از میزبان می‌شود که با اتصال به حسگرهای نیتروژن مربوطه در سطح سلول تریکودرما، فعال شدن ژن‌های مرتبط با مایکوپارازیتیسم را تحریک می‌کند.

منبع

Mukherjee, P.K., Mendoza-Mendoza, A., Zeilinger, S. and Horwitz, B.A., 2022. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases. *Fungal Biology Reviews*, *39*, pp.15-33.

وضعیت اصلاح کنجد در جهان (بخش ۱)

میترارمضانی: معاون اجرایی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

چکیده :

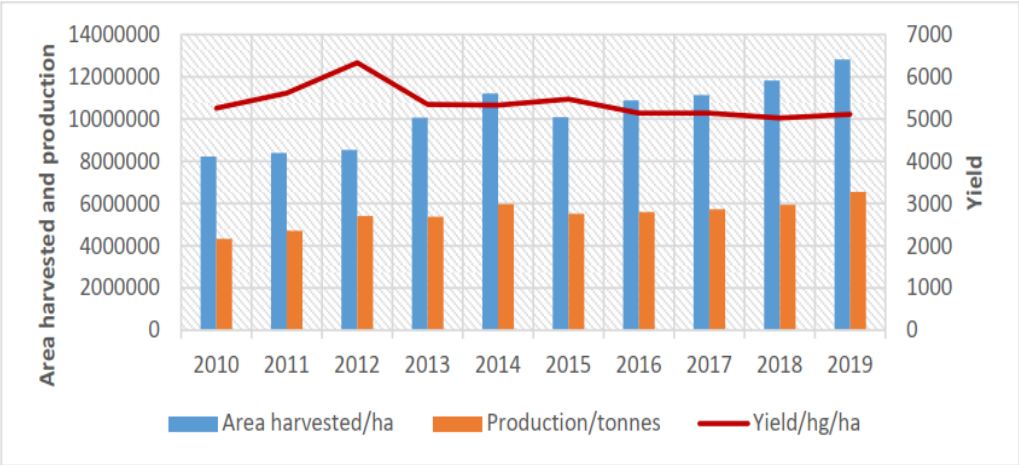
کنجد، (*Sesamum indicum* L) به عنوان یکی از قدیمی ترین گیاهان اهلی دانه روغنی از هزاران سال قبل شناسایی شده است و حاوی مقادیر قابل توجهی روغن، پروتئین و مواد مغذی است که آن را به عنوان یک محصول مهم برای تغذیه انسان و دام مطرح می‌نماید. طبق آمار FAO ، مهمترین کشورهای تولید کننده کنجد سودان، میانمار، تانزانیا، هند، نیجریه و چین می باشند. مهمترین اهداف اصلاحی کنجد با توجه به نیاز بشر شامل افزایش عملکرد دانه، بهبود مورفولوژی گیاه، ایجاد تحمل به تنشهای زیستی و غیر زیستی، ناشکوفایی کپسول‌ها و بهبود کیفیت روغن می‌یاشد. همچنین تهیه نقشه ژنومی کنجد به کمک ابزار جدید اصلاحی نظیر انتخابهای وابسته به نشانگرهای ظاهری و ژنتیکی نشان داده‌اند که ژنوم دیپلوئید کنجد، کوچک و حدود ۳۵۰ Mb می‌باشد. تکنولوژیهای جدید، مسیر را برای یک فرایند اصلاحی سریع برای کنجد در جهت سازگار نمودن آن با تغییرات آب و هوایی،بالا بردن ارزش تغذیه‌ای و چالشهای امنیت غذایی هموار می‌کنند. این مطالعه جنبه‌ها و دستاوردهای مرتبط با فرصتهای اصلاحی کنجد را بررسی می کند.

مقدمه:

کنجد یک محصول مهم در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است و یک محصول درآمدزا برای کشاورزان خرده مالک می‌باشد که به آنها کمک می‌کند نهاده های کشاورزی را در جهت امنیت غذایی سرمایه گذاری کنند. بسیاری از کشورهای تولید کننده کنجد تحقیقات و برنامه‌های اصلاحی کنجد را نادیده گرفته‌اند که منجر به کاهش حاصلخیزی و تولید کمتر این محصول شده است. استفاده از تنوع ژنتیکی و تکنیکهای پیشرفته اصلاح مولکولی مسیر رسیدن به ارقام جدید با عملکرد بالا و متحمل به تغییرات آب و هوایی و شرایط نامطلوب محیطی را هموار خواهد ساخت. اگر برنامه های اصلاحی کنجد موفقیت آمیز باشد، تولید کنجد وضعیت امرار معاش قشر آسیب‌پذیر کشاورزان خرده مالک را بهبود می‌بخشد .

کنجد یکی از محصولات اهلی دانه روغنی است که از گذشته‌های بسیار دور توسط انسان شناسایی و پرورش یافته است. خاستگاه اولیه کنجد آفریقا است هر چند گفته می‌شود که هند نخستین مکان اهلی شدن این گیاه می‌باشد. بعدها حدود ۲۰۰ سال پیش از میلاد، کنجدبه عراق و سپس به منطقه مدیترانه وارد شد و به عنوان یک محصول اصلی منطقه در آن دوران بود . کنجد متعلق به جنس *Sesamum* و خانواده *Pedaliaceae* می‌باشد در مجموع بیش از ۳۸ گونه متفاوت از لحاظ مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی در این جنس شناسایی شده است. پرورش کنجد در مناطق مختلف جغرافیایی نیز جهت دسته بندی گونه‌های کنجد استفاده شده است. این محصول در مناطق بین ۴۰درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی توزیع شده است اگرچه مهمترین منطقه زراعت آن در بخش شمالی خط استوا می‌باشد. سیستم ریشه‌دهی گسترده در کنجد نقش مهمی در اصلاح ویژگیهای خاک داشته و دلیل قابلیت آن به عنوان یک محصول فوق العاده مقاوم به خشکی می‌باشد. کنجد گیاهی با عملکرد پایین است که این مشکل به علت مشکل رایج ریزش کپسول‌ها در آن می‌باشد. طبق آمار FAO، در سال ۲۰۱۹ ، ۱۲/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی دنیا تحت زراعت کنجد بود در حالیکه میزان کنجد تولید شده تنها ۶/۵ میلیون تن بود (شکل ۱) که برای چنین سطحی، عملکرد کمی است. کشورهای عمده تولید کننده کنجد در دنیا شامل سودان، میانمار، هند و چین می‌باشند.

شکل ۱: میزان تولید، سطح برداشت و عملکرد جهانی کنجد در دنیا از ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹



کنجد یک محصول مهم با میزان قابل توجهی روغن با کیفیت بالا، پروتئین و سایر مواد مغذی می‌باشد که نقش اساسی در تغذیه انسان و و دام در مناطق کشت شده دارد. دانه‌های کنجد حاوی حدود ٪ ۶۰-۳۵ روغن، ٪۳۰-۱۹ پروتئین، ٪ ۱۳/۵ کربوهیدرات ، ٪۵ خاکستر و دارای $Kcal\ kg^{-1}$ ۶۳۳۵ انرژی می‌باشند. همچنین کنجد حاوی مواد مغذی ضروری مثل مس ، منیزیوم، منگنز و آهن بوده و همچنین به عنوان منبع غنی از ویتامین‌های E و B مطرح می‌باشد. روغن کنجد به علت داشتن لیگنانهای خاصی نظیر سزامین و سزامولین که در فعالیتهای اکسیداتیو مشارکت دارند، نسبت به سایر روغنهای گیاهی پایداری بالاتری در برابر اکسید شدن دارند. در کل کنجد نقش مهمی در اقتصاد کشورهای تولید کننده آن ایفا می‌کند. کنجد یک گیاه رشد نامحدود است اگرچه با توجه به تولید بذر به عنوان یک گیاه یکساله محسوب می‌شود. از لحاظ ژنتیکی کنجد گیاهی دیپلوئید (2n=2x=26)،با تنوع ژنتیکی بالا و تعداد زیادی گونه‌های وحشی می‌باشد. اصلاح کنجد بر چندین صفت به ویژه حل مشکلات مربوط به تنش‌های زیستی و غیرزیستی متمرکز شده است. خویشاوندان وحشی کنجد به عنوان منابع دستیابی به برخی صفات تحت کنترل ژن‌های موجود بر روی کروموزوم‌های خاص استفاده شده اند. ژن مربوط به تحمل شرایط غرقابی روی کروموزوم شماره ۲۶ در *S.malabaricum* یافت شده و ژن تحمل به خشکی روی کروموزوم شماره ۳۲ در *S.accidentale* . همچنین مقاومت به پژمردگی فوازریومی روی کروموم شماره ۶۴ در *S.radiatum* پیدا شده است. اما هنوز اطلاعات کاملی در مورد کپسول های ناشکوفا به عنوان یکی از مهمترین صفات مربوط به عملکرد دانه کنجد که تا حد زیادی خسارت زمان برداشت بذور رسیده را کاهش داده و امکان برداشت مکانیزه را فراهم می‌نمایند در دسترس نمی‌باشد.

ابزار های اصلاحی پیشرفته مثل انتخاب به کمک نشانگر های ظاهری و ژنتیکی منجر به نقشه‌یابی نوم کنجد شده است که نشان داد کنجد یک ژنوم کوچک دیپلوئید به اندازه ۳۵۰ Mb دارد. برنامه‌های اصلاحی مربوط کنجد منجر به مقابله آن با چالشهای تغییرات آب و هوایی، افزایش ارزش تغذیه‌ای، و امنیت غذایی می‌شوند. این مقاله جنبه های مختلف دستاوردها و فرصتهای مربوط به برنامه‌های اصلاحی کنجد را بررسی می‌کند.

سازگاری(بومی سازی، اهلی کردن)

اهلی کردن گیاهان ، اولین قدم در جهت اصلاح و توسعه محصولات با عملکرد بالا و با کیفیت تامین کننده غذا برای جمعیت انسانها می‌باشد. اهلی نمودن و اصلاح نباتات اولیه بر اساس انتخاب گیاهان دارای صفات مطلوب متناسب با نیاز انسانها بود. کنجد یکی از ابتدایی ترین گیاهان اهلی شده بوده و همچنان یکی از محصولات اصلی کشاورزی به ویژه برای کشاورزان آفریقا و آسیا می‌باشد. مطالعات زیادی مکان اولیه و منشاء اهلی نمودن کنجد و خویشاوندان وحشی آن را با در نظر گرفتن زمینه های تاریخی، فرهنگی، ژنتیکی و فیتوشیمیایی بررسی نموده‌اند. این مطالعات نشان دادند که خانواده

پدالیاسه که کنجد به آن تعلق دارد، عمدتا در بخشهای گرمسیری آفریقا یافت می‌شود، اگرچه مشخص شده که دو گونه خاص از جنس *Sesamum* متعلق به هند است.

البته آفریقا به عنوان تنها خاستگاه کنجد مورد مجادله است و شبه قاره هند به عنوان نخستین مکان اهلی نمودن کنجد پیشنهاد شده است. کنجد عمدتا به عنوان یک محصول چند منظوره که بذر و برگهای سبز آن استفاده می‌شود مطرح می‌باشد. کنجد منبعی غنی از مواد مغذی به ویژه در زمان قحطی می‌باشد. برگ‌های کنجد حاوی مقادیر بالایی از کلسیم، آهن، پروتئین، کاروتن و اسید اسکوربیک می‌باشد. همچنین گزارش شده شده که برگهای این گیاه بعد از خشک شدن و پودر شدن به مدت طولانی ارزش تغذیه ای بالایی را حفظ می‌کنند.

اهداف اصلاحی و منابع ژنتیکی

نخستین اهداف اصلاحی کنجد که تا حد زیادی به نیاز بشر مرتبط هستند، شامل افزایش در عملکرد دانه ، تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، کپسول‌های ناشکوفا و بهبود کیفیت روغن می‌باشند . توسعه ارقام جدید منتج به ایجاد ژنوتیپ‌هایی با سازگاری بالا و متحمل در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی شده‌اند. فقدان تحقیقات گسترده و جامع بر روی کنجد مانع بزرگی برای افزایش تولید این محصول می‌باشد. فرسایش منابع ژنتیکی کنجد از مدتها قبل ادامه داشته که منجر به از دست رفتن تنوع ژنتیکی به ویژه در کنجدهای با خاستگاه آفریقا و عمدتا ژنوتیپ‌های سودان شده است. چندین دهه جنگ داخلی مداوم در سودان زندگی بسیاری از افراد از جمله مزارع آنها را از بین برد که منجر به از دست رفتن منابع عظیمی از مواد ژنتیکی و ارقام کنجد شد.

بهبود عملکرد و تولید بذر

حاصلخیزی کنجد عمدتا پایین است و محدودیت‌های اصلی مربوط به کاهش عملکرد، تنوع ژنتیکی پایین، عدم اصلاح ژنیتکی و کشت اولیه در زمین‌های حاشیه ای می‌باشد. لذا تولید جهانی کنجد نسبت به سطح زیر کشت آن نسبتا پایین است (شکل ۱). عملکرد بالا برای اصلاحگران و کشاورزان یک فاکتور ضروری است. بنابراین صفات ویژه مرتبط با عملکرد یالا مانند تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه نیز اهمیت بالایی دارند. اما مهمترین صفت برای عملکرد ناشکوفا بودن (کپسول‌ها در زمان رسیدگی باز نمی‌شوند که بذرها خارج شوند، عدم ریزش بذر) یا شکوفا بودن (دارای ریزش بذر)کپسول می‌باشد. نشان داده شده که صفت ناشکوفایی با نیمه شکوفایی کنجد موجب کاهش بذور رسیده برداشت شده در کنجد خواهد شد. چندین صفت با صفت ریزش در کنجد همبستگی دارند که عبارتند از سفتی و انسجام کپسول، تکامل پوسته کپسول ، میزان باز شدگی کپسول، تعداد برچه های کپسول، نحوه اتصال بذرها به کپسول، اتصال غشاء کپسول‌ها، فرم انتهای بالایی کپسول، موقعیت در ساقه و شکل بذرها. اولین مورد مقاومت ۱۰۰٪ کپسول‌ها در برابر ریزش، در سال ۱۹۴۶ در یک گونه جهش یافته خودبه خودی با برگهای پیچ خورده (*Cll*)مشاهده شد. صفت *Cll* توسط یک جفت ژن کنترل شده و در ایجاد صفت ناشکوفایی کپسول بعد از رسیدگی فیزیک وقتی گیاه خشک می‌شود نیز مشارکت دارد این صفت به صورت مستقل از محیط ظهور می‌یابد. اما کپسول *Cll* محکم بوده و شکستن آن نیاز به تیمارهای مکانیکی دارد که به دلیل احتمال آسیب زدن به بذر در اثر اعمال فشار برای باز شدن کپسول و در نتیجه خروج و فساد اکسیداتیو اسیدهای چرب، ژنوتیپهای *Cll* را نامطلوب می‌سازد. برنامه های اصلاحی مستمری در امریکا انجام شده که در سال ۱۹۹۷منجر به ایجاد یک رقم ناشکوفا با کپسولی که مثل کپسولهای شکوفا راحت باز میشد اما ریزش هم نداشتند،گردید. کپسولهای این ژنوتیپ ها به گونه ای بودند که فقط نوک(قسمت انتهایی) کپسول باز می‌شد و امکان رها کردن بوته ها به مدت ۵۰ روز بعد از رسیدگی در مزرعه و امکان خشک شدن بذور تا رطوبت ۶ ٪ بدون ریزش وجود داشت.

دومین صفت مهم در کنجد که با عملکرد همبستگی دارد، وزن هزار دانه است که در محدوده ۰/۷۹ تا ۴/۴۷ گرم در دنیا ثبت شده است. بر همین اساس در چین کنجد بر طبق اندازه بذر، دسته بندی می‌شود که در این دسته بندی بذرهای با وزن هزار دانه بالای ۳/۵ گرم به عنوان بذر بزرگ در نظر گرفته می شوند. سایر صفات مثل طول و عرض بذر، طول کپسول و اندازه سطح بذر نیز همبستگی بالایی با وزن هزاردانه نشان داده‌اند که به همین دلیل نقش مهمی در افزایش عملکرد و حاصلخیزی کنجد ایفا می‌کنند.

مقاومت در برابر تنشهای زیستی و غیر زیستی

مثل تمام محصولات گیاهی، مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی جهت رسیدن به عملکرد بالا، اهمیت زیادی دارد. اصلاحگران کنجد به طور پیوسته در حال ارزیابی و تلفیق ژنهای ارزشمند مربوط به این صفات در مواد ژنتیکی و ارقام خود هستند. چندین تنش غیرزیستی که در میزان تولید کنجد موثر ارزیابی شده‌اند، شامل شوری، خشکی، غرقابی و سرمازدگی می‌باشند. کنجد نسبت به یونهای کلرید کلسیم/سدیم در محلولها و همچنین نسبت به شراط سرمازدگی(۱۵-۰ درجه سانتی گراد) حساس است. همچنینی، مشخص شده که کنجد نسبت به خشکی به ویژه در مرحله رویشی حساس است. علاوه بر اینهامشخص شده که چندین عامل زیستی مثل بلایت فیتوفترایی، لکه برگی سرکوسپورایی و بیماری ویروسی پیچیدگی برگ نیز در کاهش عملکرد کنجد نقش دارند .

مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها

یکی از مهمترین بیماری‌های مربوط به کنجد فیلودی فیتوپلاسمایی می‌باشد که روی رشد و نمو کنجد تاثیر گذاشته و به موجب آن کاهش چشمگیری در عملکرد ایجاد می‌نماید. لذا ایجاد مقاومت در برابر فیلودی یکی از اهداف اصلی در برانامه‌های اصلاحی کنجد می‌باشد. همچنین، حشرات آفتی مثل پروانه بذرخوار کنجد که به Sesame leaf roller(سوراخ‌کننده غلاف) معروف است، و کرم کپسول خوار کنجد(Capsule borer) مساله مهمی در تولید کنجد هستند که موجب کاهش چشمگیری در عملکرد به ویژه در مناطق کم بارش می‌شوند. در فصل بارندگی، حشرات مکنده‌ای مثل زنجره‌ها، تریپس‌ها، سفید بالک و سن ها شایع شده و بسیاری از پاتوژن های عامل فیلودی و بذرخوار را با خود حمل می کنند. چندین ژن مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی در گونه‌های وحشی کنجد موجود بوده و پتانسیل ورود به گونه‌های زراعی کنجد از طریق تلاقی برگشتی و مهندسی ژنتیک را دارا می باشند. ژنهای مقاومت در برابر بیماریها و حشرات، کد کننده پروتئین های باند شونده به نوکلئوتید و تکرارهای غنی از لوسین (NLR) هستند. بنابراین، برنامه‌های اصلاحی کنجد می‌توانند از این ابزار پیشرفته ژنومیک و بیوانفورماتیک به همراه تعیین ساختار ژنتیکی و توالی‌یابی (GBS) جهت جستجوی NLR استفاده نمایند . نرم افزار Annotator می‌تواند برای شناسایی موقعیت فیزیکی ژنهای NLRبر روی کروموزوم‌ها استفاده شود.

بهبود کیفیت تغذیه ای و روغن :

بذر کنجد منبع غنی از چندین عنصر مهم تغذیه‌ای مثل پروتئین، ویتامینها، مواد معدنی و آنتی اکسیدانها می‌باشد. همچنین وجود لیگنان‌هایی مانند سزامین و سزامولین قابلیت دوام اکسیداتیو و فعالیت آنتی اکسیدانی روغن کنجد را افزایش می‌دهند. به عنوان جنبه منفی، کنجد می‌تواند منجر به ایجاد آلرژی وابسته به ایمنوگلوبولین شود. یکی از آلرژن‌های اصلی در بذر کنجد اولئوسین است. به علاوه سطوح بالای فیتیک و اگزالیک اسید استفاده از پروتئین کنجد به عنوان غذا را محدود می‌کند. تکنولوژی‌های پیشرفته امکان تغییر در mRNA کد کننده اولئوسین، کلئوسین ، و استرولئوسین طی رسیدگی بذر را می دهند و میزان بالایی از این ترکیبات در بذور بالغ در هنگام تشکیل روغن یافت شدند. بنابراین استفاده از مهندسی ژنتیک د برنامه‌های اصلاحی جهت خاموش کردن بیان ژن میتواند منجر به کاهش میزان این ترکیبات حساسیت زا و با قابلیت هضم پایین در بذور بالغ گردد.

منبع :

Elsafy.M. Status of sesame breeding . 2023. https://www.researchgate.net/publication/368977986_Status_of_sesame_breeding?enrichId=rgreq-3166a9948363917fe51c10f17e7f274b-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM2ODk3Nzk4NjtBUzoxMTQzMTI4MTEyNDExNDcwOEAxNjc3ODUzOTY1ODIz&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

بذور مصنوعی

علی محمد عزیزی: کارشناس به نژادی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

بذور مصنوعی جنین‌های سوماتیکی (معمولاً) یا سایر بخش‌های رویشی مانند جوانه‌های ساقه، دانه‌های سلولی، جوانه‌های کمکی یا هر ریزنمونه دیگری هستند که می‌توانند به‌عنوان بذر کاشته شوند و در شرایط in vitro یا in vivo به گیاه تبدیل شوند. تکنیک تولید بذر مصنوعی یک فناوری جایگزین ارزشمند برای تکثیر در بسیاری از محصولات تجاری مهم و یک روش قابل توجه برای تکثیر انبوه ژنوتیپ‌های گیاهی برتر در نظر گرفته می‌شود. تولید کلون‌های گیاهی که با کشت بافت تکثیر شده و به‌عنوان دانه‌های مصنوعی توزیع می‌شوند، می‌تواند جایگزین مفیدی برای هیبریدهای پرهزینه F1 در محصولات مختلف گیاهی باشد. در این روش به علت کشت وسیع نمونه‌ها در آزمایشگاه، باید روش‌هایی به کار گرفته شود که سازگاری با شرایط آزمایشگاهی را تسهیل می‌کند. توسعه‌ی تکنیک بذر مصنوعی همچنین یک رویکرد عالی برای بهبود گونه‌های مختلف گیاهی مانند درختان و محصولات زراعی فراهم می کند.

۱. معرفی و تعریف بذرهای مصنوعی

بذرهای مصنوعی می توانند مراحل سازگاری لازم در ریزازدیادی را حذف کرده و به پرورش دهندگان انعطاف پذیری بیشتری ببخشند. آنها همچنین باید بتوانند این توانایی خود مبنی بر کاهش مدت زمان لازم جهت سازگاری را برای مدت طولانی حفظ کنند. تاکنون از مواد مختلف گیاهی برای تولید بذر مصنوعی استفاده شده است که شامل جنین‌های سوماتیک، جوانه‌های نوک ساقه، جوانه‌های کمکی، بخش‌های گره‌ای می‌باشد.

تولید بذرهای مصنوعی برای گونه‌های مختلف گیاهی از جمله سبزیجات، میوه‌ها، گیاهان دارویی، گیاهان زینتی، درختان جنگلی، ارکیده‌ها و غلات مورد استفاده قرار گرفته است. همانطور که گفته شد اکثریت قریب به اتفاق بذرهای مصنوعی از تکثیرهای آزمایشگاهی و کپسوله شده تولید می‌شوند. به عنوان مثال، موفقیت در کپسوله کردن جوانه های رویشی خفته درخت توت توسط Pattnaik و همکاران گزارش شده است.

۲. اهمیت، کاربردها و مزایای بذرهای مصنوعی

با استفاده از مزایای این روش و با قابلیت ذخیره سازی طولانی مدت، کاربردهای متفاوتی از بذرهای مصنوعی در کشاورزی ایجاد شده است. محصولاتی که برای تولید بذر مصنوعی استفاده می شوند به دو دسته تقسیم می شوند:

- آنهایی که جنین سوماتیک با کیفیت بالایی دارند
- آنهایی که پایه تجاری قوی دارند

جنین‌های زیگوتی از ترکیب جنسی گامت‌های نر و ماده تشکیل می‌شوند. بنابراین، از جنین‌های زیگوتی و قلمه‌ها یا سایر نمونه‌های رویشی جهت تکثیر استفاده می‌شود. بذرهای مصنوعی می‌توانند ابزار خوبی برای تکثیر این نوع گیاهان و نگهداری این نوع از تکثیرها برای مدت زمان معقولی باشند. تولید بذر مصنوعی یک تکنیک ضروری برای تکثیر گونه‌های گیاهی است که قادر به تولید دانه نیستند، مانند انگور بدون هسته و هندوانه بدون هسته. بذرهای مصنوعی را می‌توان برای تولید پلی‌پلوئیدها با صفات برتر استفاده کرد و از نوترکیبی ژنتیکی در هنگام تکثیر این گیاهان با استفاده از سیستم‌های معمولی اصلاح نباتات جلوگیری کرد و در نتیجه در زمان و هزینه صرفه جویی کرد. همچنین از بذرهای مصنوعی می‌توان در تکثیر گیاهان عقیم نر یا ماده برای تولید بذر هیبرید استفاده کرد. تولید بذر مصنوعی با استفاده از جنین‌های سوماتیکی یک تکنیک مهم برای گیاهان تراریخته است

که در آن می‌توان یک ژن را در یک سلول سوماتیک قرار داد و سپس این ژن در تمام گیاهان تولید شده از این سلول قرار می‌گیرد. بنابراین، بذور مصنوعی می تواند یک فناوری کارآمد برای تولید مثل تراریخته باشد.

فناوری تولید بذر مصنوعی را می‌توان به عنوان یک رویکرد امیدوارکننده در نظر گرفت که می‌تواند برای تبادل مواد گیاهی بین آزمایشگاه‌های دولتی و خصوصی کشت بافت گیاهی استفاده شود و همچنین برای نگه‌داری منابعی که جهت محافظت از ژرم پلاسم در مزرعه یا مکان‌های حفاظت شده می‌توان استفاده کرد. بعلاوه، بذرهای مصنوعی که با استفاده از روش‌های کشت بافت تولید می‌شوند، عاری از عوامل بیماری‌زا هستند و مزایای زیادی به این مواد برای انتقال از مرزها و جلوگیری از گسترش بیماری‌های گیاهی می‌دهند. بذور مصنوعی از نظر نقش مهمی که با دارا بودن پوشش محافظ و افزایش سطح موفقیت ریزپروپاگول‌ها (به بخشی از گیاه، مانند جوانه‌ها یا شاخه‌های جانبی گفته می‌شود که در تکثیر به صورت غیرجنسی کاربرد دارند) در مزرعه دارند نیز ارزشمند هستند. این ریزپروپاگول‌ها بدون پوشش محافظ نسبت به خشکی و عوامل بیماری زا در شرایط طبیعی بسیار حساس می‌باشند و برای افزایش استقرار موفقیت آمیز در موقعیت مزرعه نیاز به پوشش محافظ دارند.علاوه بر این، بذرهای مصنوعی برای جابجایی، حمل و نقل و ذخیره سازی دوام بیشتری دارند.

بذر مصنوعی به عنوان یک سیستم تکثیر کلونال، یک تکنیک موفق و مفید می‌باشد. از جمله مزایای این روش:

۱-یکنواختی ژنتیکی گیاهان، تحویل مستقیم به مزرعه، هزینه کم و تکثیر سریع گیاهان

تولید بذر مصنوعی ممکن است ابزاری مناسب برای افزایش مقیاس وسیع مورد نیاز برای تولید تجاری چند کلون ارائه دهد. علاوه بر این، استفاده از این تکنیک بر روی فضا، محیط و زمان مورد نیاز نسبت به روش‌های کشت بافت سنتی صرفه‌جویی می‌کند. تولید بذر مصنوعی در مقایسه با روش‌های سنتی کشت بافت مزایای زیادی دارد. این روش نسبتاً ارزان است و کاشت و حمل و نقل آن آسان است. آنها همچنین می توانند برای مدت طولانی با استفاده از روش های کم آبی و انجماد نگهداری شوند. دانه‌های مصنوعی می‌توانند برای گونه‌های علفی و همچنین بسیاری دیگر بسیار مفید باشند و (به طور خاص جنین‌های کپسوله‌شده) می‌توانند مناظر جدیدی را برای احیای زمین (مراتع، مراتع، جنگل‌ها، زمین‌های معدن متروکه و غیره)، ایجاد کنند.

۲- مواجه با تغییرات محیطی ناخواسته و طبیعی مثل استفاده ی بیش از حد از اراضی یا تغییرات آب و هوایی

متأسفانه به دلیل مشکلات ذکر شده بانک بذر در خاک و تولید بذر طبیعی گیاهان مادر نمی تواند سال به سال فشار از دست رفته بذرهای ذخایر طبیعی را جبران کند. بنابراین تولید انبوه جنین یا پینه جنین زا و استفاده از آنها برای تولید بذر مصنوعی برای آینده احیای اراضی مهم است.

با این حال، تعداد محدودی از مطالعات به بررسی استفاده بالقوه از بذرهای مصنوعی برای احیای زمین می‌پردازد و این می‌تواند نکته مهمی برای تحقیقات آینده باشد. با این حال، تحقیقات بیشتری برای یافتن امکان توسعه سیستم‌های ریزازدیادی برای تولید بذر مصنوعی مورد نیاز است.

۳. اجزای بذر مصنوعی

ساختار بذر مصنوعی شبیه بذر معمولی است. هم دارای ریزنمونه‌ای که مشابه جنین زیگوتیک در دانه معمولی است و هم دارای کپسول (عامل ژل و مواد اضافی مانند: مواد مغذی، تنظیم کننده‌های رشد، ضد پاتوژن‌ها، کنترل کننده‌های زیستی و کودهای زیستی) که شبیه سازی آندوسپرم در دانه معمولی است.

٤. الزامات ضروری برای تولید بذر مصنوعی

۱- مواد ریزنمونه

مواد ریزنمونه جزء اصلی برای تولید بذر مصنوعی هستند.

۱- جنین های سوماتیک

جنین‌های سوماتیک رایج‌ترین ریزپروپاگول مورد استفاده برای تولید بذر مصنوعی هستند، زیرا ساختار آنها قادر به تولید محور ساقه‌ای است که قابلیت پیشروی به سمت ریشه و ساقه در یک مرحله را دارد. دانه‌های مصنوعی تولید شده از طریق جنین‌های سوماتیک نیز می‌توانند سطوح بالایی از تولید مثل را فراهم کنند. لاین‌های گیاهی که از طریق جنین‌های سوماتیک تولید می‌شوند، می‌توانند ظرفیت احیاگری خود را برای مدت طولانی حفظ کنند و در نتیجه تولید گیاهان یکنواخت را ایجاد کنند زیرا در این مرحله از تمایز و تغییر در ساختار ژنتیکی اجتناب می‌کنند.

۵. مروری بر یافته‌های بر روی بذر های مصنویی

استفاده از جنین های سوماتیک برای تولید بذر مصنوعی در طول زمان رواج یافته است و تعداد گونه هایی که توانایی تکثیر با استفاده از این روش را دارند در حال افزایش است.

تولید بذرهای مصنوعی از طریق جنین‌های سوماتیک در چندین گونه‌ی گیاهی از جمله هویج، یونجه، صنوبر نروژی، پسته، انگور، انبه، نیشکر، برنج هیبریدی و چندین گیاه دیگر تولید شده است، با این حال، در حالی که Attree و همکاران نشان دادند که جنین های سوماتیک صنوبر سفید (*Picea glauca*) از خشک شدن جان سالم به در بردند و قوی تر از رویان‌های زیگوتیک آن رشد کردند و به گیاهچه تبدیل شدند.

کارتس و همکاران گزارش کردند که جنین های راش (*Nothofagus alpin*e) سوماتیکی و زیگوتیک کپسوله شده دارای عادات جوانه زنی یکسانی بودند که به نوع کپسولاسیون اعمال شده بستگی داشت و سطح جوانه زنی جنین‌های زیگوتیک در مقایسه با جنین های سوماتیک بالاتر بود، و یک پروتکل خودکار تولید و کپسوله کردن بذرهای مصنوعی توسط آنها ایجاد شد. این نویسندگان ذکر کردند که حالت کاشت بهینه مانند در بستر نهالستان در مزرعه یا گلخانه، تبدیل بالا و همگن بذرهای مصنوعی را فراهم می کند. آنها طی ۳ مرحله نشان دادند که رشد جنین‌های کرفس و هویج را می‌توان از ۰٪ به ۵۳-۸۰٪ با اعمال سه تیمار ضروری افزایش داد:

(۱) کشت جنین در کشت متوسط با اسمولاریته بالا به مدت ۷ روز: اندازه جنین از افزایش داد.

(۲) محتوای آب جنین از ۹۵-۹۹٪ به ۸۰-۹۰٪ کاهش یافت.

(۳) کشت پس از کم آبی روی محیط SH، حاوی ۰.۰۱ میلی گرم ۰ L-1 GA3، 0.01 میلی گرم ۰ L-1 BAP و ۲٪ سوربیتول. اعتقاد بر این است که تیمار جنین با اسمولاریته بالا در مرحله کشت به کاهش محتوای آب جنین کمک می کند. علاوه بر این به جنین ها کمک می کند تا با شرایط کپسولاسیون جدید سازگار شوند.

نرخ تبدیل ۱۰۰ درصدی دانه های مصنوعی آبزی Rotula تولید شده توسط کپسوله کردن جنین‌های بدنی آن زمانی به دست آمد که دانه‌های مصنوعی در محیط MS کشت از سوی دیگر، برخی از نویسندگان معتقدند که درجه بنیه یا بلوغ جنین ها در لحظه کپسوله شدن می تواند بر جوانه زنی جنین های جسمی محصور شده (ESES) تأثیر بگذارد. همچنین پیشنهاد شد که کپسوله سازی می‌تواند بر تنفس جنین تأثیر بگذارد و این به نوبه خود ممکن است بر جوانه زنی و زنده ماندن جنین‌های سوماتیک تأثیر بگذارد. با این حال، جوانه زنی و نرخ تبدیل پایین با گونه‌های چوبی مختلف عمدتاً به دلیل کمبود و بلوغ ناهمزمان قطب جنینی گزارش شد که منجر به مشکلات در مراحل نهایی فرآیند شد.

منبع :

برگرفته از مقاله ی مروری:

Hail Z. Rihan, Fakhriya Kareem, Mohammed E. El-Mahrouk and Michael P. Fuller (2017). Artificial Seeds (Principle, Aspects and Applications).Agronomy 2017, 7, 71; doi:10.3390/agronomy7040071

برهمکنش‌های مولکولی میان *LEPTOSPHERIA MACULANS* و گونه‌های براسیکا

رضا وجدان: کارشناس به نژادی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

کلزا (Oilseed rape, *Brassica napus* L.)، با تولید سالانه‌ی بیش از ۷۰ میلیون تن، دومین گیاه دانه روغنی مهم در جهان است (۱۳۴و۱۵۲). بیماری ساق سیاه که توسط قارچ آسکومیست *Leptospharia maculans* ایجاد می‌شود، یکی از سه بیماری شایع در سراسر جهان بجز چین می‌باشد و هر ساله بطور میانگین موجب ۱۵-۱۰٪ کاهش عملکرد مزارع کلزا می گردد. یکی از گونه‌های بسیار نزدیک به این گونه‌ی قارچی، *L. biglobosa* می‌باشد که اغلب موجب بروز علائم آلودگی در کلزا می‌شود، اما این گونه علائم و صدمات کمتری را به این محصول وارد می‌آورد. برای مقابله با این بیماری روش‌های گوناگونی وجود دارد، از قبیل: مدیریت زراعی، شیمیایی و ژنتیکی، اما در میان روش‌های نامبرده، روش کنترل ژنتیکی و تولید ارقام از روش‌های بسیار موثر و عمومی در این مورد می‌باشد (۲۷و ۱۳۴). مقاوت ژنتیکی در ارتباط با کنترل بیماری ساق سیاه بطور کلی به دو بخش مقاومت کمی و کیفی و یا به عبارت دیگر، مقاومت در مرحله‌ی بلوغ و مقاومت در مرحله‌ی گیاهچه‌ای تقسیم می‌شود.

ژنتیک مقاومت به ساق سیاه: گذشته و حال

مبحث مقاومت کیفی و کمی (QR) در پاتوسیستم *B.napus – L.maculance* تا حدودی پیچیده است، این انواع مقاومت به اشکال مختلفی تعریف می شوند از قبیل مقاومت تک ژنی در مقابل چند ژنی، مقاومت در مرحله‌ی گیاهچه‌ای در مقابل مرحله‌ی گیاه بالغ، مقاومت نژاد اختصاصی در مقابل نژاد غیر اختصاصی و مقاومت عمودی در مقابل مقاومت افقی (۱۰۷). یکی از اهداف این مطالعه، تلاش برای تشریح این موضوع از دیدگاه مولکولی می‌باشد. بطور کلی مقاومت کیفی بعنوان مقاومت تک ژنی (R) در نظر گرفته می‌شود، در این حالت گیاه در مقابل عامل بیماریزا پاسخ دفاعی سریع و قوی نشان می‌دهد، این شیوه معمولاً به شکل یک واکنش ژن برای ژن تفسیر می شود که به موجب آن به پاتوژنی که ژن غیر بیماری‌زای[3] (*Avr*) مد نظر را حمل می‌کند، پاسخ داده می‌شود (۱۲). حضور یا عدم حضور ژن‌های *Avr*، نژاد جدایه‌ی پاتوژن را تعیین می‌نماید و بنابراین مقاومت با واسطه‌ی R[4] (RMR) معمولاً بعنوان نژاد اختصاصی تلقی می‌گردد. RMR بطور معمول با مرگ سلولی که بعنوان پاسخ حساس (HR) شناخته می‌شود، همراه است. در پاتوسیستم *B.napus – L.maculance*، این نوع مقاومت به راحتی با استفاده از سنجش کوتیلدون قابل ارزیابی است و ژن‌های R میزبان و Avr پاتوژن زیادی از این طریق شناسایی شده‌اند.

پیشرفت‌هایی در تعیین برهمکنش‌های ژن‌های مقاومت در میزبان و ژن‌های غیربیماری زا در پاتوژن، با استفاده از تک اسپور برگرفته از جدایه‌های *L.maculance* و بر مبنای نظریه ژن برای ژن فلور بدست آمده است (۶). از آن پس تلاش‌هایی در جهت غربال کردن واریته‌های تجاری کلزا و مجموعه‌های ژرم پلاسمی براسیکا، مجموعه‌ی عظیمی از ژن‌های مقاومت به فوما را در سه ژنوم براسیکا (A، B، C) ردیابی کرده است. در حال حاضر ۲۲ ژن مقاومت به فومای نژاد اختصاصی (Rlm1–14, RlmS, LepR1–6, RlmSTEE98) از لاین‌های *B.rapa* (AA)، *B.nigra* (BB)، *B.oleracea* (CC)، *B.napus* (AACC) و *B.juncea* (AABB) از طریق نقشه‌یابی ژنتیکی فنوتیپ مقاومت یا تفرق ژن‌های غیر بیماری‌زا (Avr) و یا نقشه‌یابی ژنتیکی پاتوژن تعریف شده‌اند.

با آنکه طی سال‌های اخیر مطالعات فراوانی بر روی این بیماری صورت گرفته است، اما ژنتیک کنترل کننده‌ی QR تا حدودی ناشناخته باقی مانده است و از جمله دلایل آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: پیچیدگی ژنتیک کنترل کننده این صفت، بطوری که ژن‌های زیادی در مراحل مختلف در فرایند

[3] Avirulance

[4] R-mediated resistance (RMR)

آلودگی نقش دارند و هر یک در شکل گیری مقاومت کلی نقش خود را دارند؛ اثرات شدید محیطی بر بروز علائم بیماری بویژه در شرایط مزرعه؛ و نهایتاً دشواری در تعیین فنوتیپ مقاومت که توسط آلل‌های R کوچک اثر و منفرد منتقل می‌شود.

RMR و QR دو مکانیزم مقاومت متمایز نیستند و این تصور که RMR داری مقاومت کامل و اختصاصی که در مرحله‌ی گیاهچه‌ای بیان می‌شود و در مقابل QR دارای مقاومتی ناقص، غیراختصاصی که در مرحله‌ی بلوغ بیان می‌شود، باید کنار گذاشته شود، زیرا شواهد زیادی به نادرست بودن این توصیفات تعمیم یافته، اشاره می‌کند. فنوتیپ‌های مقاومت ساق سیاه، گاهی بعنوان یک صفت کمی در نظر گرفته می‌شوند که صرفاً براساس بیان ناقص یا فنوتیپ مقاومت متوسط مشاهده شده در ساقه یا کوتیلدون است، اما این نیز نادرست است. در مطالعه‌ی صفات کمی می‌بایست ژنوتیپ را مورد توجه قرار داد و نه فنوتیپ را. RMR و QR براساس ژنتیک کنترل کننده‌ی این صفات تعریف می‌شوند، خواه تک لوکوس و یا چندین لوکوس در بروز فنوتیپ نقش داشته باشند. این مورد مستلزم بررسی نسل‌های درحال تفکیک (هم در میزبان و هم در پاتوژن) و همچنین تعیین تغییرات گسسته (مونوژنیک) و پیوسته (پلی ژنیک) فنوتیپ مقاومت در میزبان می‌باشد. هدف از نقشه یابی QTL این است که تنوع غیر مندلی پیوسته را به فاکتورهای مندلی گسسته تفکیک کند (۱۰۰)، (یعنی تفکیک QR به مجموعه‌ای از R ها) و این مورد مانع قرار گرفتن QTLهای تعریف شده تحت تاثیر نظریه ژن برای ژن نمی‌شود.

بیماری‌زایی قارچ فوما: میدان جنگ برای تاج و تخت

آلودگی براسیکا توسط فوما با جوانه زنی هاگهای قارچ بر روی کوتیلدون و برگ آغاز می‌شود، طی مراحل اوایله بیوترفیک که قارچ به فضای آپوپلاستی برگ هجوم می‌آورد، بیماری پیشروی می‌کند (شکل ۲). پیشروی بیماری بدون بروز علائم از طریق رشد هیف از طریق دمبرگ و ساقه و نهایتاً رسیدن به تاج ساقه شکل می‌گیرد. بنابراین سرکوب یا فرار از سیستم‌های تدافعی میزبان در چندین مرحله از فرایند آلودگی برای تکمیل چرخه‌ی زندگی فوما ضروری می‌باشد.

تقابل فوما و کلزا (*B. napus*) مدلی بالقوه، با تعداد زیادی جفت‌های Avr-R کلون شده، برای بررسی برهمکنش‌های ژن برای ژن در سطح مولکولی می‌باشد. در حال حاضر یازده ژن غیر بیماری‌زا (عملگر[5]) از *L. maculance* کلون شده است که بیش از هر قارچ پاتوژن گیاهی آپوپلاستی دیگریست که تا به امروز شناسایی شده است (۲۴-۱۱۵) و ژن‌ها شامل چهار لوکوس Avr می‌باشد که عملگرها را برای پنج ژن مقاومت کد می‌نمایند. تمام عملگرها منطقه‌ای بخصوصی را برای مقابله با ژن‌های غیر بیماری‌زا تشخیص می‌دهند. از ویژگی‌های این منطقه می‌توان به کوچکی، اختصاصی، غنی از اسیدآمینه‌ی سیستئین و مستقر در ناحیه غنی از بازهای آدنین و تیمین در ژنوم قارچ فوما اشاره کرد (۱۳۴). اگر چه عملگرها در منطقه‌ی خاصی با پروتئین‌های غیر بیماری‌زا برخورد می‌کنند، اما در برهمکنش با میزبان‌های گیاهی متفاوت هستند و نظریه فلور (ژن برای ژن) را به چالش می‌کشد. در میان عملگرهای Avr، برخی وجود دارند که مطابق نظریه‌ی ژن برای ژن با یکدیگر برهمکنش دارند، بعنوان مثال AvrLm2 با تک ژن R (Rlm2 در میزبان) شناسایی می‌شود. در این سناریو، پلی مورفیسم تک نوکلئوتیدی درون ناحیه‌ی کد کننده‌ی AvrLm2، پروتئین بیماری‌زایی تولید می‌کند که دیگر توسط Rlm2 شناسایی نمی‌شود (۴۰). به هر حال دامنه‌ای از برهم کنش‌های ژن در برابر ژن معمول تر نیز وجود دارد. شرایطی وجود دارد که دو ژن Avr، AvrLm10a و AvrLm10b برای تحریک RMR توسط تک ژن مقاومت، Rlm10 مورد نیاز می‌باشد (۱۰۱). در این سناریو ژن مقاومت متناظر باید کلون شده باشد و هیچ نقشه‌ی ژنتیکی برای لوکوس گزارش نشده است، بنابراین ممکن است دو ژن مقاومت مرتبط، در برهمکنش نقش داشته باشند. بعلاوه شرایطی وجود دارد که تک ژن Avr مثل AvrLm1-Lep3، توسط دو ژن مقاومت جداگانه، Rlm1 و LepR3 شناسایی شده است و حذف ژن AvrLm1-Lep3 مانع تشخیص پاتوژن توسط هر دو پروتئین R می‌شود. (۴۳-۷۲). در این سناریو دو ژن R در کروموزوم‌های متفاوت (بترتیب بر روی A07 و A10) درون ژنوم A در *B. napus* درون ناحیه‌ی ژنومی قرار دارند که هیچ همولوژی مشخصی را به اشتراک نمی گذارند (۵۲)، در این مورد سیر تکاملی همگرای مستقل دو لوکوس R جداگانه در جهت تشخیص Avr خاص پیشنهاد می‌شود. اگر چه شرایط گزارش شده است که در دیگر

5. Effector

گونه‌هایی که دو R یک Avr خاص را شناسایی می کنند، نظیر ژن Pia در *Magnaporthe oryzae* (۹۶)، در این سناریو هر دو ژن برای تشخیص باید حضور داشته باشند. طبق گزارشات اخیر تنها *B. napus* به داشتن دو R مستقل، برای تشخیص Avr خاص نیاز دارد.

علاوه بر برهمکنش‌های ژن برای ژن، برهمکنش‌های اپیستاتیک نیز میان ژن‌های Avr رخ می‌دهد. لوکوس غیر بیماری‌زای AvrLm4-7 پروتئین AvrLm4-7 را تولید می‌نماید که هم بوسیله‌ی Rlm4 و هم Rlm7 تشخیص داده می‌شود، ولی لوکوس غیر بیماری‌زای AvrLm7 تنها توسط Rlm7 تشخیص داده می‌شود (۴۶-۹۹). وقتیکه پروتئین‌های AvrLm4-7 یا AvrLm7 حضور داشته باشند، بر AvrLm3 و AvrLm5-9 اپیستازی دارند، در نتیجه برهمکنش‌های AvrLm3-Rlm3 و Rlm9–AvrLm5-9 پوشانده می‌شود (۴۱-۱۰۳). بنابراین وقتیکه جدایه‌ای دارای AvrLm4-7 باشد، بدون در نظر گرفتن ژنوتیپ‌های AvrLm3 و AvrLm5-9 از نظر فنوتیپی بر Rlm3 و Rlm9 خاصیت بیماری‌زایی دارند.

برهمکنش پروتئین‌های غیربیماری‌زا

تا به امروز تنها میزبان هدف و عملکرد بیماری‌زایی برای پروتئین موثر[۶] AvrLm1 در *L. maculance* شناسایی شده است (۸۸). سیستم غربالگری دوهیبریدی مخمر[۷] مشخص کرده است که AvrLm1 با MAPK9 در *B. napus* برهمکنش دارد، که با رسوب همزمان[۸] و سنجش تکمیلی فلورسانس دو مولکولی[۹] تائید شده است. اتصال AvrLm1 نتیجه‌ی پایداری و فسفریلایون MPK9 است. بیان موقتی MPK9 در *Nicotiana benthamiana* منجر به مرگ سلولی می‌شود، تظاهری که در حضور AvrLm1 افزایش می‌یابد. بنابراین AvrLm1 با القای مرگ سولی به واسطه‌ی MPK9 به بیماری‌زایی قارچ فوما در مرحله‌ی نکروترفیک کمک می‌کند، که با اوج بیان AvrLm1 (۶-۴ روز بعد از آلودگی) در گیاه منطبق است. تراریخته‌های فوق بیان MPK9 در *B. napus* نسبت به *L. maculans* حساس‌تر هستند.

چالش‌های در ارتباط با پروتئین‌های عملگر در پاتوژن‌های گیاهی در طی آلودگی تا حدودی به دلیل عواملی نظیر حساسیت روش‌های تشخیص، سطح بیان کم یا موقتی عملگرها، تغییرات پس از ترجمه و پایداری پروتئین‌های عملگر می‌باشد. رویکردهای مستقل از پاتوژن (بعنوان مثال بیان موقت ژن‌های موثر در گیاه) برای تعیین مکان سلولی پروتئین‌های عملگر نظیر AvrLm4-7 (۱۵) بکار گرفته شده است. Blondaeu و همکاران (۱۵) گزارش کردند که AvrLm4-7 در سیتوپلاسم قرار دارد و بر این اساس پیشنهاد کردند که Rlm4 و Rlm7 احتمالاً ژن‌های مقاومت سیتوپلاسمی هستند. به هر حال همانطور که اخیراً گزارش شد (۴۶) Rlm4 و Rlm7 گیرنده‌های WAKL خارج سلولی اند و اگر چه این مورد دلیل محکمی بر سیتوپلاسمی بودن محل AvrLm4-7 نیست، ولی به احتمال قوی آپوپلاست بعنوان محل رویارویی AvrLm4-7 با Rlm4 و Rlm7 پیشنهاد می‌گردد. در نتیجه‌گیری در مورد تعیین مکان مستقل پاتوژن[۱۰]، می‌بایست بیشتر بررسی شود، زیرا کاربرد این روش برای تعیین محل عملگرهای پاتوژن‌های گیاهی رشته‌ای نتایج گمراه کننده‌ای را بهمراه دارد (۱۴۲).

اثر پوششی AvrLm4-7 بر AvrLm3 و AvrLm5-9 بطور عملی تائید شده است (۴۱، ۱۰۳). اما در سطح مولکولی هیچ برهمکنش مستقیمی میان AvrLm5-9 و Rlm9، AvrLm4-7 و Rlm9، یا AvrLm4-7 و AvrLm3 یا AvrLm5-9 مشخص نشده است، از این رو پیشنهاد می‌شود که مولکول حد واسطی در میزبان مسئول این اتفاق باشد (۴۱، ۷۹، ۱۰۳). بطور مشابه تلاش برای شناسایی برهمکنش مستقیم میان عملگر و پروتئین‌های

[6] Effector
[7] Yeast two-hybrid (Y2H) screening
[8] coimmunoprecipitation (Co-IP)
[9] bimolecular fluorescence complementation assays
[10] pathogen-independent localization

مقاومت با استفاده از سیستم دو هیبریدی مخمر و رسوب همزمان در پروتئین‌های گیاهی که بطور موقت بیان شده‌اند یا شناسایی دیگر هدف‌های میزبان از چندین پروتئین عملگر شامل AvrLm2، AvrLm3، AvrLm4-7، AvrLm5-9 بی نتیجه بوده است. در برخی موارد، تشخیص اثرگذار RLP در آپوپلاست توسط پروتئین‌های ترشح‌شده توسط میزبان در آنچه که مدل نگهبان نامیده می‌شود، واسطه می‌شود (۳۰، ۶۶، ۱۳۸). تشخیص AvrLm1- Lep3 و AvrLm2 بترتیب بوسیله‌ی LepR3 و Rlm2، ممکن است به پروتئین حدواسط نیاز داشته باشد، که به موجب آن RLP ها به پروتئین‌های آپوپلاستی میزبان، بعد از غیرفعال شدن شان توسط عملگرهای *L. maculance* متصل می‌شوند نه از طریق تعامل مستقیم.

توالی نوکلئوتیدی مشابهی میان AvrLm4-7، AvrLm5-9 و AvrLm3 وجود ندارد، ولی بر پایه‌ی تحقیقات اخیر مشخص شده است که این سه پروتئین غیر بیماری‌زا علاوه بر یکدیگر با دیگر عوامل بیماری‌زا از سایر گونه ها نظیر Ecp11-1 و پروتئین عملگر از *Fulvia fulva* (عامل کپک فولویایی در گوجه فرنگی)، شباهت ساختاری دارند (۷۹). Lazar et al (۷۹) نشان دادند که این شباهت ساختاری عملگر از دیگر گونه‌ها می‌تواند به AvrLm3 در تشخیص Rlm3 کمک کند، اما این تشخیص می‌تواند بوسیله‌ی AvrLm4-7 پوشانده شود. جالب این که در این شرایط برهمکنش Rlm5–AvrLm5 بوسیله‌ی AvrLm4-7 پوشانده نمی‌شود. با وجود اینکه مکان ژنی AvrLm5-9 مسئول پروتئین‌های AvrLm5 و همچنین AvrLm5-9 است. این مورد پیشنهاد می‌کند که AvrLm4-7 می‌تواند برخی از اجزای کمپلکس سیگنال WAKL [11]را که اختصاصی Rlm3 و Rlm9 هستند را مختل نماید. Rlm4 و Rlm7 می‌توانند در تشخیص اجزای مختل شده بکار گرفته شوند، در حالیکه Rlm5 به نوعی درگیر این اختلال نمی‌شود. در عوض، Rlm5، شناسایی شده در B. juncea (۸، ۲۷) ممکن است نوع متفاوتی از ژن مقاومت را کد کنند و همانطور که در LepR3 و Rlm1 دیده می‌شود، نوع دیگری از تکامل ژن مقاومت را در جهت تشخیص همان Avr ارئه نماید.

منبع:

Hossein Borhan, M., Van de Wouw, A P., and Larkan, N J. 2022. Molecular Interactions Between *Leptosphaeria maculans* and *Brassica* Species. Annual Review of Phytopathology. 60: 237-257.

[11] wall-associated kinase-like

سموم رایج مورد استفاده در گلرنگ

رضا محمد زاده: کارشناس گیاهپزشکی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

	عنوان	نام عمومی	نام عمومی به انگلیسی	نام تجاری	نام تجاری به انگلیسی	موارد استفاده	آفات و بیماریها به انگلیسی	زمان مصرف	دوز مصرفی	مدیریت تلفیقی
گلرنگ	حشره کش	فوزالن	phosalone	زولون	Zolone	مگس گلرنگ	*Acanthiophilus heliathi*	به محض مشاهده لاروهای سنین اولیه روی قوزه ها	۲تا۳لیتر در هکتار	*****
		فوزالن	phosalone	زولون	Zolone	کرم قوزه گلرنگ	*Helicoverpa peltigera*	در سنین اولیه لاروی(۱و۲)	۲تا۳لیتر در هکتار	*****
	علفکش	تری فلورالین	Trifluralin	ترفلان	Treflan	گندم خودرو	*Triticum* sp	قبل از کاشت مخلوط با خاک به عمق ۱۰ سانتی متر	۵/۱تا۵/۲لیتر در هکتار	عملیات خاکورزی و رطوبت مناسب خاک جهت تاثیر بهتر علفکش
		اتال فلورالین	Ethylfloralin	سونالان	Sonalan	ناخنک	*Goldbachia laevigata*	قبل از کاشت مخلوط با خاک به عمق ۱۰ سانتی متر	۲تا۴ لیتر در هکتار	عملیات خاکورزی و رطوبت مناسب خاک جهت تاثیر بهتر علفکش
		متری بوزین	Bozin meter	سنکور	Sankur	گل عروس	*Roemeria refracta*	بعداز کاشت و قبل از سبز شدن گلرنگ و علفهای هرز	۰/۷۵کیلوگرم در هکتار	عملیات خاکورزی و رطوبت مناسب خاک جهت تاثیر بهتر علفکش
		اگزادیازون	Oxadiazon	رونستار	Ronstar	آدونیس-جلنگو	*Adonis aestivalis-Chorispora tenella*	بعداز کاشت و قبل از سبز شدن گلرنگ و علفهای هرز	۳لیتر در هکتار	عملیات خاکورزی و رطوبت مناسب خاک جهت تاثیر بهتر علفکش
		پندی متالین	pendimethalin	استامپ	Stomp	خاکشیر-هفت بند-درشتوک-فرفیون-ترشک-شیرتیغی	*Descurainia Sophia-Polygonum aviculare-Malcolmia africana-Malcolmia africana-Rumex acetosella-Sonchus asper*	بعداز کاشت و قبل از سبز شدن گلرنگ و علفهای هرز	۳لیتر در هکتار	عملیات خاکورزی و رطوبت مناسب خاک جهت تاثیر بهتر علفکش

Oilseeds Research and Development Company

Quarterly journal of

Iranian North Seed Extender Center(INSEC)

Current Issue: Number 13, Nov 2024

Language: Farsi(Persian)

Publisher :

Oilseeds Research & Development Company

Certification No: 88688

Director- in- charge: Ali Zamanmirabadi

Editor- in- chief: Mitra Ramezani

www.takato.ir **info@takato.ir**

Phone: +981133434968 **Fax:** +981133434968

takatoservice takato.genebank www.takato.ir www.ordc.ir