

جنگ خاورمیانه و حال و هوای تولیدکنندگان چغندر قند بریتانیا: عدم قطعیت در مورد قیمت و موجودی نهاده‌ها

هنگامی که وضعیت فعلی با عواملی چون افزایش جمعیت شته‌ها و فشار ناشی از بیماری «ویروس زردی» ترکیب می‌شود، کشاورزان بیش‌ازپیش درمی‌یابند که با فشار مضاعفی بر حاشیه سود بسیار ناچیز خود مواجه هستند. رئیس هیئت‌مدیره بخش شکر در «اتحادیه ملی کشاورزان بریتانیا» از دولت درخواست کرده است تا برای حمایت از چغندرکاران در این برهه بحرانی آماده باشد و تمام اقدامات لازم را برای صیانت از بخش کشاورزی و تولید مواد غذایی به کار گیرد. درحالی‌که قیمت بسیاری از کالاهای اساسی از جمله گندم، از زمان شروع بحران خاورمیانه افزایش یافته است، این روند در مورد همه بخش‌ها صدق نمی‌کند و شرایط بازار شکر همچنان چالش‌برانگیز باقی مانده است. رئیس هیئت‌مدیره بخش شکر می‌گوید: «با نزدیک شدن به زمان مذاکره با چغندرکاران که بدون شک فرآیندی بسیار دشوار خواهد بود و با توجه به اینکه هزینه‌های تولید به رکوردهای جدیدی رسیده است، ناگزیر باید تعدیلاتی صورت گیرد و از بخشی از منافع چشم‌پوشی کرد.»

عدم قطعیت در مورد قیمت و موجودی نهاده‌ها

این مقام مسئول همچنین اظهار داشت که نه تنها در مورد قیمت

چغندرکاران بریتانیایی می‌گویند در معرض همان چالش‌هایی قرار دارند که واحدهای زراعی در سراسر کشور در رابطه با تأمین کود و سوخت با آن مواجه هستند. آن‌ها همچنین به‌طور منحصربه‌فردی تحت تأثیر بازار جهانی شکر که با مازاد عرضه روبه‌روست، قرار دارند؛ چراکه در حال حاضر مشغول مذاکره برای تعیین قیمت و شرایط قراردادهای کشت چغندر قند در فصل ۲۰۲۷-۲۰۲۸ هستند. جنگ ۴۰ روزه آمریکا و اسرائیل با ایران، هزینه‌های تولید را دقیقاً در زمانی به‌شدت افزایش داده است که کشاورزان در حال ارزیابی جدی حاشیه سودآوری چغندر قند هستند. حتی پیش از آغاز این تنش‌ها نیز کشاورزان به‌طور دسته‌جمعی گزینه «تعطیلات قرارداد» را برای سه‌چهارم میلیون تن چغندر قند با شرکت «بریتیش شوگر» (British Sugar) در سال جاری انتخاب کرده بودند؛ به این معنا که چغندرکاران در سال ۲۰۲۶ کشتی انجام ندهند، اما حق کشت در سال ۲۰۲۷ را برای خود حفظ کنند، به این امید که حاشیه سود این محصول بهبود یابد. این افراد، گروهی از کشاورزان بریتانیایی هستند که چغندر قند برای آن‌ها بخش مهمی از تناوب زراعی محسوب می‌شود، اما با قیمت‌های فعلی به‌سادگی قادر به ادامه کشت آن نیستند.

سخن سردبیر:

صنعت جهانی چغندر قند در آستانه دوره‌ای از تحول فناورانه قرار دارد، نه صرفاً افزایش سطح زیرکشت. اگرچه تغییرات اقلیمی، افزایش هزینه‌های تولید و کاهش سطح زیرکشت در برخی مناطق، به‌ویژه اروپا، چالش‌های مهمی برای این بخش ایجاد کرده‌اند، اما پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های نوین، چشم‌انداز امیدوارکننده‌ای برای آینده این محصول ترسیم کرده است. در سال‌های اخیر، توسعه ارقام جدید چغندر قند با مقاومت بیشتر به خشکی، گرما، آفات و بیماری‌ها، استفاده از فناوری‌های به‌نژادی پیشرفته، کشاورزی دقیق و سامانه‌های هوشمند مدیریت مزرعه موجب افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف آب، کود و سایر نهاده‌ها شده است. انتظار می‌رود رشد آینده تولید چغندر قند بیش از آنکه ناشی از افزایش سطح زیرکشت باشد، نتیجه به‌کارگیری فناوری‌های نوین، بهبود ژنتیکی ارقام و مدیریت هوشمند مزرعه باشد. از این رو، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، دیجیتالی‌سازی کشاورزی و فناوری‌های پایدار، مهم‌ترین عامل حفظ رقابت‌پذیری و پایداری تولید چغندر قند در دهه آینده خواهد بود.

علی فهیمی

برنامه‌ریزی‌های مزرعه، وضعیتی فلج‌کننده به شمار می‌رود.

نگرانی‌ها در مورد موجودی آینده

در بریتانیا، با نزدیک شدن کشاورزان به فصل برداشت و متعاقب آن آغاز «کمپین بهره‌برداری چغندر قند»، نیاز مبرمی به تأمین سوخت برای تراکتورها، کامیون‌ها، کمباین‌های برداشت، خشک‌کن‌ها، بارکن‌های تمیزکننده و سایر ماشین‌آلات وجود خواهد داشت. شرایط به‌گونه‌ای است که مزارع برای روشن نگه‌داشتن و ادامه کار ماشین‌آلات خود، مجبورند از همسایگان‌شان سوخت قرض بگیرند. لذا دولت باید در این مقطع حساس، از آمادگی کامل برخوردار باشد تا تمام اقدامات ضروری را برای حمایت از بخش کشاورزی و تولید مواد غذایی انجام دهد. یک کشاورز چغندرکار در این باره می‌گوید که تبعات جنگ در خاورمیانه، هم‌اکنون در مزرعه او کاملاً ملموس است؛ زیرا بخش زراعت محصولات ترکیبی (تلفیقی) با یکی از چالش‌برانگیزترین دوره‌های خود در تاریخ معاصر دست‌وپنجه نرم می‌کند.

کود و سوخت، بلکه نسبت به موجودی آن‌ها نیز «بسیار نگران» است؛ چراکه برخی از کشاورزان پیش از شروع بحران خاورمیانه، کود مورد نیاز برای سال ۲۰۲۶ را خریداری نکرده‌اند. هیئت‌مدیره بخش شکر در حال حاضر تمام تلاش خود را به کار گرفته است تا بهره‌وری مصرف عناصر غذایی در مزارع را بهینه‌سازی کند و امسال نیز به دلیل تداوم شرایط خشکسالی، نرخ مصرف را بیش‌ازپیش کاهش داده است؛ اما این روند کاهش، محدودیت‌های خاص خود را دارد و تنها تا حد مشخصی امکان‌پذیر است. تعلیق عوارض واردات کود، از جمله تمهیداتی است که به مقابله با فشار تورمی فوری در مزارع کمک خواهد کرد. روند صعودی قیمت گازوئیل کشاورزی (گازوئیل قرمز) و گازوئیل جاده‌ای که به‌ترتیب حدود ۳۰ و ۴۰ درصد افزایش یافته‌اند، تنها نقطه آغاز نگرانی‌ها در رابطه با تأمین سوخت محسوب می‌شود. بسیاری از کشاورزان به‌طور فزاینده‌ای مجبورند سوخت مورد نیاز خود را بدون توجه به افزایش قیمت‌ها سفارش دهند؛ موضوعی که از منظر





نگاهی به وضعیت امروز کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ چغندر قند در بریتانیا

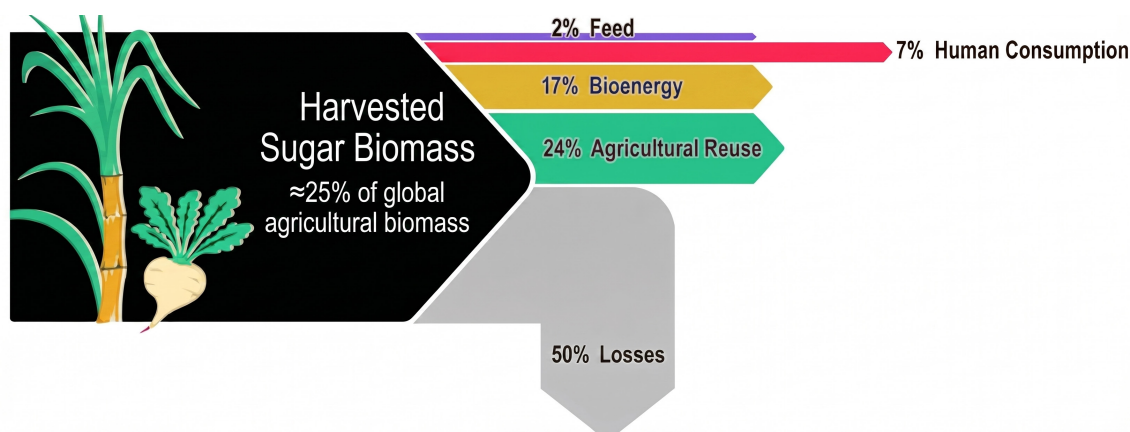
در سمینار اخیر سازمان تحقیقات چغندر قند بریتانیا (BBRO)، متخصصان حوزه کشاورزی و حفاظت گیاه از نهادهایی مانند British Sugar، HSE، ADAS، Rothamsted Research درباره آینده مدیریت علف‌های هرز در چغندر قند به بحث و تبادل نظر پرداختند. این نشست بر چالش‌های ناشی از تغییر قوانین اتحادیه اروپا، کاهش دسترسی به برخی علفکش‌ها و ضرورت یافتن جایگزین‌های مؤثر و اقتصادی متمرکز بود. همچنین، نقش فناوری‌های نوین مانند کشاورزی دقیق، سم‌پاشی دیجیتال و مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IPM) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس گزارش مصرف آفتکش‌ها در سال ۲۰۲۴، علفکش‌ها همچنان بیشترین سهم را در حفاظت از محصول چغندر قند در بریتانیا دارند. مهم‌ترین مواد مؤثره مورد استفاده شامل متامیترون، فن‌مدیفام، اتوفومازیت و تری‌فلوسولفورون-متیل بوده‌اند. در مقایسه با سال‌های گذشته، مصرف تری‌فلوسولفورون-متیل افزایش یافته، کلوپیرالید از فهرست مواد اصلی حذف شده و مصرف کلی فرمولاسیون‌ها حدود ۶۴ تن افزایش داشته است. اگرچه در اروپا گرایش به سمت روش‌های غیرشیمیایی و مکانیکی افزایش یافته است، اما در شرایط فعلی بریتانیا، علفکش‌ها همچنان مهم‌ترین ابزار کنترل علف‌های هرز در صنعت چغندر قند این کشور محسوب می‌شوند. با وجود ثبت بیش از ۵۰۰ محصول برای کنترل علف‌های هرز چغندر قند، تعداد مواد مؤثره همچنان محدود است. با این حال، انتظار می‌رود ماده جدید فلورپیراکسیفن-بنزیل از سال ۲۰۲۷ وارد بازار شود که نتایج اولیه آزمایش‌های آن امیدوارکننده بوده است.

در آزمایش‌های مزرعه‌ای سازمان تحقیقات چغندر قند بریتانیا، روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز از نظر هزینه مقایسه شدند. روش مرسوم شیمیایی حدود ۱۲۰ پوند در هکتار هزینه داشت، در حالی که روش‌های نوین، مانند سم‌پاشی نقطه‌ای Ecorobotix، این هزینه را تا ۲۴ پوند در هکتار کاهش دادند. با این حال، هزینه اولیه تجهیزات و نیروی کار موجب می‌شود که در بسیاری از مزارع، روش سنتی همچنان از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه‌تر باشد. در آینده، فناوری سم‌پاشی نقطه‌ای و کشاورزی دقیق به‌عنوان مهم‌ترین فرصت برای مدیریت پایدار علف‌های هرز شناخته می‌شوند. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند در شرایط تراکم کم تا متوسط علف‌های هرز، عملکردی مشابه روش‌های مرسوم داشته باشند؛ هرچند در مزارع با تراکم بالای علف‌های هرز، همچنان محدودیت‌هایی وجود دارد. به‌طور کلی، آینده مدیریت علف‌های هرز در چغندر قند بریتانیا به توسعه فناوری‌های دقیق، کاهش وابستگی به علفکش‌های شیمیایی و استفاده از راهکارهای تلفیقی وابسته خواهد بود.

این موارد استفاده حدود نیمی از زیست‌توده برداشت‌شده را تشکیل می‌دهند، در حالی که بقیه در سراسر زنجیره تأمین از بین می‌روند که عمدتاً به دلیل تبخیر اجتناب‌ناپذیر آب است. استفاده مجدد از محصول جانبی، چرخه تولید و استفاده از شکر را تا ۳۶٪ به‌صورت نظری به حداکثر می‌رساند.

آیا می‌دانید؟

از ۲/۸ گیگاتن زیست‌توده چغندر قند و نیشکر برداشت‌شده در سال، به‌صورت تر، تقریباً ۷٪ به مصرف انسان می‌رسد، ۲۴٪ به سیستم‌های کشاورزی بازگردانده می‌شود، ۱۷٪ برای انرژی زیستی و ۲٪ برای خوراک دام استفاده می‌شود.





لزوم توجه خاص به تأثیر زمان برداشت بر عملکرد ریشه و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

بهینه‌سازی زمان برداشت چغندر قند یکی از ارکان اساسی فناوری‌های نوین تولید به شمار می‌رود که با هدف تأمین مواد اولیه با کیفیت برای صنعت قند دنبال می‌شود. در شرایط کنونی ناشی از تغییرات اقلیمی، کوتاه‌تر شدن تناوب‌های زراعی و افزایش فشار عوامل بیماری‌زا، تنظیم طول فصل رشد متناسب با شاخص‌های کیفیت فناوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زمان برداشت به‌طور مستقیم بر تعادل میان تجمع عملکرد، میزان ساکارز و پایداری ویژگی‌های کیفی محصول در دوره نگهداری تأثیر می‌گذارد. در این میان، روش‌های سنتی مبتنی بر تقویم زراعی قادر به در نظر گرفتن تفاوت‌های مربوط به بلوغ فیزیولوژیک هیبریدها، شرایط اقلیمی و میزان تجمع دماهای مؤثر نیستند. حتی تأخیر کوتاه‌مدت در برداشت، در حدود ۱۰ تا ۱۵ روز، می‌تواند تعادل میان تولید زیست‌توده و غلظت قند را برهم زده و ارزش اقتصادی محصول را کاهش دهد. افزون بر این، در تناوب‌های زراعی کوتاه‌مدت، افزایش سهم چغندر قند در الگوی کشت موجب تشدید خستگی خاک، افزایش فشار بیماری‌ها و برهم خوردن تعادل رطوبتی خاک می‌شود. از این‌رو، تعیین پنجره زمانی بهینه برداشت باید بر پایه شاخص‌های فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و شرایط محیطی انجام گیرد.

فرآیندهای فتوسنتز، انتقال و ذخیره‌سازی ساکارز در چغندر قند حاصل برهم‌کنش پیچیده میان اندام هوایی گیاه، مسیرهای انتقال شیره پرورده و سلول‌های پارانشیمی ریشه ذخیره‌ای است. تخصیص کربوهیدرات‌ها عمدتاً از طریق سازوکارهای بارگذاری فعال در آوند آبکش و تحت کنترل مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با ساکارز انجام می‌شود. تنش‌های ناشی از دما یا کمبود آب می‌توانند این فرایندها را مختل کرده و با افزایش تجمع قندهای احیاکننده، میزان قند قابل استحصال را کاهش دهند.

تکامل ظرفیت ذخیره‌سازی قند در ریشه چغندر قند طی سه مرحله شامل تجمع اولیه زیست‌توده، انتقال به ذخیره فعال کربوهیدرات و تثبیت ذخایر قندی صورت می‌گیرد و مدت زمان هر یک از این مراحل نقش تعیین‌کننده‌ای در پتانسیل تولید محصول دارد. در شرایطی که طول فصل رشد از مرحله بلوغ فیزیولوژیک فراتر رود، فعالیت آنزیم اینورتاز افزایش یافته و هیدرولیز بخشی از ساکارز آغاز می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش طول دوره رشد به مدت ۵ تا ۷ روز در محدوده دمایی ۸ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد

می‌تواند به افزایش متوسط عملکردی در حدود یک تن در هکتار منجر شود. همچنین، تأخیر ۱۰ روزه در برداشت در برخی آزمایش‌های میدانی، افزایش حدود ۷/۰ تن در هکتار عملکرد شکر را به همراه داشته است. با این حال، کاهش دما به زیر صفر درجه سانتی‌گراد انتقال مواد فتوسنتزی را محدود کرده و افت محسوسی در محتوای قند ایجاد می‌کند. تفاوت میان هیبریدهای چغندر قند تا حد زیادی به تعادل میان سرعت تجمع زیست‌توده و ظرفیت ژنتیکی ذخیره ساکارز وابسته است. هیبریدهایی که رشد اولیه کندتری دارند اما دوره جذب فعال طولانی‌تری را طی می‌کنند، معمولاً پایداری بیشتری در کیفیت فناوری طی برداشت‌های دیر هنگام نشان می‌دهند. مدیریت مناسب عملیات زراعی، شامل تنظیم تاریخ کاشت، بهینه‌سازی تراکم بوته و مدیریت رطوبت خاک، می‌تواند آثار ناشی از کوتاه شدن فصل رشد را جبران کند. در مقابل، کوتاه شدن تناوب زراعی اغلب با کاهش عملکرد و افت کیفیت فناوری همراه است، در حالی که افزایش طول تناوب سبب بهبود ساختار میکروبی خاک و افزایش ۱۵ تا ۲۰ درصدی عملکرد شکر قابل استحصال می‌شود.

در اروپای مرکزی و شرقی، افزایش دما و نوسانات دسترسی به آب از مهم‌ترین محدودیت‌های برداشت پاییزی چغندر قند محسوب می‌شوند. بر اساس پیش‌بینی فائو، فصل رشد محصولات دیررس در این منطقه تا سال ۲۰۵۰ ممکن است ۷ تا ۱۰ روز کوتاه‌تر شود. مطالعات مدل‌سازی نیز نشان می‌دهد که کاهش طول روز به کمتر از ۱۱ ساعت، حتی در شرایط حرارتی مناسب، تجمع ماده خشک را ۱۵ تا ۱۸ درصد کاهش می‌دهد. در همین راستا، سامانه‌های پیش‌بینی نظیر APSIM-Beet و DSSAT-Bv امکان شبیه‌سازی اثرات دما و طول روز بر تجمع ساکارز را فراهم می‌کنند و نشان می‌دهند که میانگین دمای روزانه ۹ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد برای حفظ تعادل میان عملکرد ریشه و میزان قند قابل استحصال مناسب است. همچنین استانداردهای ICUMSA (۲۰۲۳) همچنان به‌عنوان مرجع اصلی ارزیابی کیفیت فناوری، به‌ویژه در سنجش محتوای قند و ترکیبات ملاس‌زا، مورد استفاده قرار می‌گیرند و امکان مقایسه نتایج مطالعات بین‌المللی را فراهم می‌سازند.

انقلابی در عملکرد و کیفیت چغندر قند در خاک شنی شور از طریق محلول پاشی هم افزایی اسید هیومیک، گلاکونیت و بور

عمل کرده و موجب بهبود تأمین پتاسیم، افزایش تخلخل و ارتقای تحمل گیاه به شوری می‌شود. اگرچه هر دو اصلاح‌کننده به‌تنهایی حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول را افزایش می‌دهند، اما اثرات تلفیقی آن‌ها در خاک‌های شنی و شور تاکنون به‌اندازه کافی مورد بررسی قرار نگرفته است. کمبود ریزمغذی‌ها، به‌ویژه عنصر بور (B)، بهره‌وری چغندرقند را در خاک‌های شنی دارای ماده آلی پایین، بیش‌ازپیش محدود می‌سازد. بور نقش کلیدی در تشکیل دیواره سلولی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال قندها ایفا می‌کند. محلول‌پاشی برگ‌ی بور، غلظت ساکارز را افزایش داده و ناخالصی‌های تکنولوژیکی (مزاحم در فرآیند استحصال) را کاهش می‌دهد. با این حال، واکنش گیاه به بور کاملاً وابسته به دز مصرفی است و می‌تواند با استراتژی‌های اصلاح خاک، به‌ویژه زمانی که احتباس عناصر غذایی و کاهش شوری به‌طور هم‌زمان هدف‌گذاری شده‌اند، دارای اثرات متقابل باشد. علی‌رغم وجود شواهدی مبنی بر اثربخشی کاربرد انفرادی اسید هیومیک، گلوکونیت یا بور، تحقیقات معدودی کاربرد تلفیقی آن‌ها را در شرایط مزرعه‌ای و در خاک‌های شنی شور ارزیابی کرده‌اند. درک این موضوع که آیا کاربرد ترکیبی این مواد به بهبود انباشتی (افزایشی) منجر می‌شود یا اثرات هم‌افزایی (سینرژیستی) بر رشد، عملکرد و کیفیت محصول دارد، برای توسعه استراتژی‌های مدیریت پایدار در اراضی حاشیه‌ای امری ضروری است. اگرچه مطالعات پیشین، بهبود عملکرد محصول را از طریق کاربرد انفرادی یا ترکیب‌های دوگانه این اصلاح‌کننده‌ها به اثبات رسانده‌اند، اما تا به امروز هیچ مطالعه‌ای به‌طور سیستماتیک، ادغام سه‌گانه اسید هیومیک، گلوکونیت و سطوح مختلف محلول‌پاشی برگ‌ی بور را در شرایط خاک‌های شنی شور ارزیابی نکرده است. استراتژی‌های موجود معمولاً محدودیت‌های منفرد مانند کمبود ماده آلی (با کاربرد اسید هیومیک)، محدودیت پتاسیم و تنش شوری (با کاربرد گلوکونیت) یا عدم تعادل ریزمغذی‌ها (با کاربرد بور) را بدون در نظر گرفتن برهم‌کنش‌های متقابل

چرخه رشد نسبتاً کوتاه و سازگاری چغندرقند، این گیاه را برای کشت در مناطقی که پرورش نیشکر در آن‌ها با محدودیت مواجه است، مناسب می‌سازد. با این حال، تولید این محصول در خاک‌های شنی شور به دلیل پایین بودن ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت پایین تبادل کاتیونی (CEC)، آبشویی عناصر غذایی و تنش شوری، همچنان با محدودیت روبه‌روست. این محدودیت‌ها موجب کاهش دسترسی گیاه به عناصر غذایی، اختلال در فرآیند فتوسنتز و در نهایت، افت عملکرد ریشه و کاهش تجمع ساکارز می‌شوند. استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی خاک برای کاهش این محدودیت‌ها پیشنهاد شده است. اسید هیومیک ساختار خاک را بهبود می‌بخشد، ظرفیت تبادل کاتیونی را بالا می‌برد، احتباس عناصر غذایی را افزایش می‌دهد و رشد ریشه را در شرایط تنش تحریک می‌کند. این ماده با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، بهبود پایداری خاکدانه‌ها و ارتقای ظرفیت نگهداری آب، حفظ رطوبت در خاک را بهبود بخشیده و از نفوذ سریع و هدررفت آب در خاک‌های شنی می‌کاهد. علاوه بر این، ترکیبات هیومیکی پرآوری ریشه‌ها را تحریک کرده، سطح تماس ریشه را توسعه می‌دهند و مکانیسم‌های تنظیم اسمزی و سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی را در گیاهان تحت تنش خشکی تقویت می‌کنند. این اثرات توأمان خاکی و فیزیولوژیکی، جذب عناصر غذایی را افزایش داده و به کاهش پیامدهای ناشی از تنش آبی و کمبود عناصر غذایی در محیط‌های شنی کمک می‌کنند. از سوی دیگر، گلوکونیت (Glaucanite) که یک کانی رسی غنی از پتاسیم است، به‌عنوان کود کدرها و اصلاح‌کننده خاک



گلوکونیت

بور

هیومیک اسید

همافزا در کیفیت خاک، عملکرد محصول و بهره‌وری قند در مزارع چغندر قند مصر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که تیمار ترکیبی با دوز بالا (تیمار HG۳۸۰۰) در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ (۷۵ درصد)، محتوای کلروفیل (۴۶ تا ۷۱ درصد) و نرخ فتوسنتز خالص (۴۰ تا ۱۲۸ درصد) را افزایش داد. عملکرد ریشه نیز با افزایش ۲۷ درصدی به ۵۶/۷ تن در هکتار رسید؛ درحالی‌که عملکرد قند با افزایش چشمگیر ۷۹ درصدی، معادل ۱۱/۵ تن در هکتار ثبت شد. همچنین غلظت ساکارز به ۲۰/۴ درصد رسید، شاخص‌های ناخالصی کاهش یافت و درصد قند قابل‌استخراج (تا ۹۰ درصد) بهبود پیدا کرد. بر اساس میزان عملکرد قند قابل تخمیر، تیمار HG۳۸۰۰ با افزایش قابل‌توجه پتانسیل تئوریک تولید بیواتانول در هکتار همبستگی داشت. هم‌زمان با این نتایج، هدایت الکتریکی (EC) خاک به میزان ۲۴ درصد کاهش و ماده آلی خاک افزایش یافت؛ همچنین افت چگالی ظاهری خاک نیز به ثبت رسید که این موارد همگی نشان‌دهنده بهبود ساختار خاک و تعدیل تنش شوری هستند. در مجموع، ادغام سه‌گانه و بهینه‌شده اسید هیومیک، گلاکونیت و محلول‌پاشی برگ‌ی بور، یک استراتژی زراعی نوین را معرفی می‌کند که به‌طور هم‌زمان موجب ارتقای خواص فیزیکیوشیمیایی خاک، بهبود راندمان فیزیولوژیکی و افزایش تولید قند قابل تخمیر می‌شود. با برقراری ارتباط مستقیم میان افزایش عملکرد زراعی و ارتقای پتانسیل تولید ماده اولیه (خوراک) بیواتانول، این رویکرد مسیر مقیاس‌پذیر و چندمنظوره‌ای را برای تولید پایدار چغندر قند با محوریت تأمین بیوانرژی در خاک‌های شنی متأثر از شوری ارائه می‌دهد.

سیستم خاک-گیاه هدف قرار می‌دهند. این فرضیه مطرح است که ادغام این اصلاح‌کننده‌ها می‌تواند با افزایش هم‌زمان ظرفیت تبادل کاتیونی، تثبیت آزادسازی عناصر غذایی، بهبود راندمان جذب بور و کاهش تنش یونی ناشی از سمیت سدیم، اثرات هم‌افزایی (و نه صرفاً افزایشی) ایجاد کند. این چارچوب تلفیقی، نشان‌دهنده یک تغییر پارادایم مفهومی از رویکرد «اصلاح تک‌محدودیتی» به سمت «بهینه‌سازی چندمنظوره سیستم خاک-گیاه» است. با وجود پیشرفت‌های علمی حاصل‌شده، ترکیب و دز بهینه اسید هیومیک، گلاکونیت و بور برای کشت چغندر قند در خاک‌های شنی همچنان ناشناخته مانده است. همان‌طور که اشاره شد، مطالعات پیشین عمدتاً بر روی اصلاح‌کننده‌های منفرد یا ترکیب‌های دوگانه متمرکز بوده‌اند و تحقیقات بسیار محدودی در خصوص اثرات تلفیقی اسید هیومیک، گلاکونیت و سطوح مختلف بور انجام گرفته است. افزون بر این، بررسی تعامل بین این تیمارها و پیامدهای آن‌ها بر پارامترهای رشد، عملکرد و کیفیت در شرایط واقعی مزرعه، برای توسعه شیوه‌های مدیریتی پایدار و مقرون‌به‌صرفه نیازمند تحقیقات بیشتری است. انجام چنین پژوهش‌هایی به‌ویژه در مناطقی که خاک‌های شنی و اصلاح‌شده غالب هستند و ارتقای کارایی مصرف آب و عناصر غذایی برای تولید پایدار حیاتی محسوب می‌شود، ضرورتی انکارناپذیر است. بر همین اساس، در یک مطالعه علمی برای نخستین بار، کاربرد ترکیبی اسید هیومیک (۶۰۰ کیلوگرم در هکتار)، گلاکونیت (۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سطوح مختلف محلول‌پاشی برگ‌ی اسید بوریک (صفر، ۱۹۰۰ و ۳۸۰۰ گرم در هکتار) و همچنین مکانیسم‌های فیزیکیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مکمل آن‌ها در راستای ایجاد بهبود





رقم SMART® CONVISO پس از کاشت، بهره‌وری چغندر قند را در مسیر درست نگه می‌دارد

انتخاب رقم نقش کلیدی در کمک به کشاورزان برای مدیریت علف‌های هرز چغندر قند، فشار بیماری‌ها و مقاومت محصول ایفا می‌کند. در ابتدای فصل، همواره تمرکز در مزرعه بر سبز شدن محصول، تعداد بوته‌ها و رشد اولیه گیاه است. بنابراین، این مقطع از فصل فرصت مناسبی برای تأمل درباره تصمیماتی است که از ابتدا بر عملکرد محصول تأثیر خواهند گذاشت. انتخاب رقم در این زمینه نقش اساسی دارد؛ اساساً کشاورزان نمی‌توانند عادت‌های کشت و کار خود را تغییر دهند، اما می‌توانند ارزیابی کنند که محصولشان چگونه رشد خواهد کرد، چگونه با فشارهای خاص مزرعه کنار خواهد آمد و ویژگی‌های مختلف ارقام در کجا می‌توانند در فصل‌های آینده ارزش افزوده ایجاد کنند.

اگرچه چغندر قند در سال‌های اخیر فراز و نشیب‌هایی داشته است، اما به‌طور کلی حاشیه سود آن همچنان با غلات قابل رقابت است. اگرچه پس از یک دوره استفاده از ارقام پرمحصول، تقاضا برای سال ۲۰۲۶ کاهش یافته است، اما چغندر قند همچنان محصولی قابل اعتماد برای سرمایه‌گذاری است، مشروط بر آنکه فرآیند تولید به‌درستی مدیریت شود. در فصل کشت سال ۲۰۲۶، کماکان این موضوع اهمیت دارد که استقرار قوی گیاه، به‌ویژه در خاک‌های سنگین، پایه و اساس عملکرد مناسب است. در بهار خشک، کشت‌ها گاهی با عجله انجام شده یا به اندازه کافی اصلاح نشده‌اند. این امر منجر به ایجاد بسترهای بذر کلوخه‌ای و تماس ضعیف بذر با خاک می‌شود. با توجه به اینکه کشاورزان تنها ۱۱۰,۰۰۰ تا ۱۲۰,۰۰۰ بذر در هکتار می‌کارند، هر بذر باید به حساب آورده شود. ماشین‌آلات مدرن گاهی اوقات می‌توانند کشاورزان را وسوسه کنند که علیرغم نامناسب بودن شرایط، عملیات کشت را انجام دهند، اما این موضوع می‌تواند به ضرر آنها تمام شود. ممکن است به نظر برسد که می‌توان از پیامدهای آن عبور کرد، اما در ادامه، زمانی که استقرار گیاهان مطلوب نیست و ریشه‌ها کوچک باقی می‌مانند، اثرات آن نمایان خواهد شد.

شرکت KWS گونه‌هایی نظیر SMART® CONVISO را به بازار معرفی کرده است که چغندر قند را در برابر چالش‌های خاص، از جمله نماتد سیستی چغندر، ویروس زردی، بیماری برگ‌ی سرکوسپورا و علف‌های هرز، محافظت می‌کند. مدت زیادی از زمانی که برخورداری از مقاومت به ریزومانیا یک ویژگی

خاص محسوب می‌شد، نمی‌گذرد، اما اکنون این ویژگی کاملاً عادی شده است. پس از آن، در ارقام SMART® CONVISO ویژگی‌هایی نظیر تحمل به نماتد سیستی چغندر قند، کنترل ساده‌تر علف‌های هرز، تحمل به ویروس زردی و اخیراً ویژگی CR+ برای تحمل یا مقاومت به سرکوسپورا اضافه شده است. هر یک از این ویژگی‌ها به یک چالش خاص در مزرعه پاسخ می‌دهد.

برای کشاورزانی که از هم‌اکنون به چالش علف‌های هرز چغندر قند و کنترل آنها در سال ۲۰۲۷ فکر می‌کنند، SMART® CONVISO بخشی از گفت‌وگوهای روزمره خواهد بود. اگر علف‌های هرز عامل محدودکننده باشند، SMART® CONVISO می‌تواند آن زمین را دوباره احیا کند. گونه‌های Conviso Smart با صفات چندگانه، مانند SMART NELDA KWS، با ترکیب کنترل علف‌های هرز، تحمل به نماتد سیستی و بیماری‌ها، زمینه بهره‌برداری از مزارعی را فراهم کرده‌اند که پیش از این محدود بودند. اگر نماتد سیستی وجود دارد، یک گونه متحمل انتخاب کنید. اگر علف‌های هرز عامل محدودکننده هستند، SMART می‌تواند آن زمین را دوباره احیا کند.

برای برداشت‌های دیرتر تا دسامبر یا ژانویه، سلامت تاج‌پوشش و مقاومت در برابر بیماری‌ها ضروری است. با توجه به اینکه محصول سال ۲۰۲۶ اکنون عمدتاً کشت شده است، وظیفه فوری، حفاظت از پتانسیل آن است. برای KWS، این فصل همچنین نمونه‌ای روشن از اهمیت انتخاب رقم به شمار می‌رود. «همان‌طور که کشاورزان عملکرد محصول را در ماه‌های آینده ارزیابی می‌کنند، درس‌های امسال می‌تواند به همان اندازه در انتخاب ژنتیک مناسب برای سال ۲۰۲۷ ارزشمند باشد.»

شرکت KWS و یک آزمایش میدانی موفقیت‌آمیز در چغندر قند: کاهش مصرف کود و انتشار کربن با حفظ همان بازده

با کوددهی دقیق، می‌توان مصرف کود نیتروژنه و در نتیجه انتشار کربن را در کشت چغندر قند، بدون افت محسوس بازده، کاهش داد. این نتیجه یک آزمایش میدانی است که توسط شرکت KWS با همکاری شرکای خود شامل گروه Kverneland، SKW Piesteritz و دانشگاه علوم کاربردی جنوب وستفالی در چند نقطه انجام شده است. شرکت KWS با ترویج کشاورزی پایدار و به حداقل رساندن استفاده از منابع، اهداف بلند پروازانه و قابل اندازه‌گیری را برای خود تعیین کرده است تا راه‌حل‌هایی برای کشاورزی پایدار ارائه دهد. پروژه تحقیقاتی «کوددهی نقطه‌ای دقیق در چغندر قند» دقیقاً همین هدف را دنبال می‌کند. در فصل رشد گذشته، مطالعه‌ای برای تعیین اینکه آیا چغندر قند با مصرف کود کمتر همان بازده را ارائه می‌دهد، انجام شد. کود با دقت بالا مستقیماً به پوشش بذر اعمال شد و آزمایش میدانی به‌طور چشمگیری فرضیه تحقیق را تأیید کرد و نشان داد با کاربرد نقطه‌ای دقیق کود و کاهش ۲۵ درصدی مقدار کود، می‌توان به همان بازده شکر مانند روش مقایسه‌ای با ۱۰۰ درصد کاربرد سطحی

دنبال‌هرو باشند. شرکت KWS، به‌عنوان یک شرکت تولیدکننده بذر با اهداف پایدار مشخص، متقاعد شده است که اصلاح نباتات نوآورانه نقش کلیدی در مواجهه با این چالش‌ها ایفا می‌کند. این شرکت این امر را از طریق بذرهایی خود که به‌طور فزاینده‌ای پربازده و سالم‌تر می‌شوند، و با پیشبرد پروژه‌های تحقیقاتی ضامن کارآمدی و حافظ منابع کشاورزی می‌باشد. پروژه تحقیقاتی «کوددهی نقطه‌ای دقیق در چغندر قند» توسط KWS و با همکاری سه شریک انجام شد. KWS بذر را تأمین می‌کند؛ گروه Kverneland با دستگاه کاشت دقیق پنوماتیک Kverneland Optima خود که برای کاشت چغندر قند تطبیق داده شده است، استفاده از فناوری پیشرفته را تضمین می‌کند؛ و SKW Piesteritz با کود دوستدار اقلیم خود ALZON neo-N استفاده از محصولات کودی با کیفیت بالا را تضمین می‌کند. دانشگاه علوم کاربردی جنوب وستفالی نیز در ارزیابی نتایج پشتیبانی ارائه می‌دهد. در آزمایش میدانی در سه مزرعه آلمان، دو روش مختلف کوددهی دقیق با کوددهی رایج مزرعه مقایسه شد. نتایج حاصل از کوددهی نقطه‌ای قانع‌کننده بود: در این روش، با وجود کاهش مصرف کود، هیچ افت قابل توجهی در بازده شکر مشاهده نشد.

دست یافت. کاهش انتشار از دو جزء تشکیل شده است: کاهش انتشار در مزرعه از طریق نرخ‌های کاربرد کمتر، و صرفه‌جویی در تولید کود. منبع اصلی انتشار در کشاورزی زراعی کود نیتروژنی است؛ بنابراین بیشترین کاهش در انتشار کربن را می‌توان در اینجا به دست آورد. **چالش‌های کنونی کشاورزی و نقش نوآوری در KWS**

کشاورزی در حال حاضر با چالش‌های بزرگی روبه‌رو است: به‌عنوان مثال، با توجه به دستورالعمل‌های سخت‌گیرانه‌تر در مورد گزارشگری پایداری شرکت‌ها (CSRD)، تقاضای فزاینده‌ای برای روش‌های کشت پایدارتر در میان ذی‌نفعان زنجیره تأمین وجود دارد. دستورالعمل گزارشگری پایداری شرکت‌ها سیاستی است که همه سازمان‌های دارای عملیات یا درآمد عمده در اتحادیه اروپا را ملزم به افشای اطلاعات زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیت شرکتی (ESG) خود می‌کند. اهمیت این یافته‌ها با معرفی برنامه‌ریزی‌شده مالیات کربن در بسیاری از کشورهای اتحادیه اروپا بیشتر می‌شود. دانمارک قبلاً این روند را آغاز کرده است و بازارهای دیگر نیز ممکن است



تحمل به خشکی در چغندر قند با تمرکز بر سازوکارهای سازگاری و رویکردهای کاهش آن (بخش چهارم)

آنچه تاکنون مطرح شد، بیانگر مجموعه‌ای از سازوکارهای دفاعی و سازگاری چغندر قند در برابر تنش خشکی است. با وجود اهمیت این پاسخ‌های ذاتی، مدیریت موفق خشکسالی در مزارع نیازمند به‌کارگیری راهکارهای تکمیلی و فناوری‌های نوین نیز هست. به همین دلیل، پژوهشگران در سال‌های اخیر روش‌های مختلفی را برای افزایش تحمل به خشکی و حفظ عملکرد چغندر قند توسعه داده‌اند که در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها پرداخته می‌شود.

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD، CAT، POD و GPX به‌طور قابل توجهی در شرایط کمبود آب افزایش می‌یابد و به افزایش تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های چغندر قند کمک می‌کند. استرس اکسیداتیو در گیاهان عمدتاً ناشی از تولید بیش از حد رادیکال‌های آزاد اکسیژن دار در طول خشکسالی است که با مهار انتقال الکترون در کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها تشدید می‌شود. تجمع ROS با تغییر پروتئین‌های حساس به ردوکس و تداخل با مسیرهای کلیدی متابولیک و سیگنالینگ، هموستاز ردوکس سلولی را مختل می‌کند. تجزیه و تحلیل پروتئومیک ردوکس ریشه‌های چغندر قند نشان داده است که پروتئین‌های دخیل در متابولیسم، جمع‌آوری ROS و انتقال سیگنال در طول تنش خشکی دچار تغییرات اکسیداتیو برگشت‌پذیر می‌شوند که اهمیت تنظیم ردوکس را در سازگاری با تنش برجسته می‌کند. برای کاهش آسیب اکسیداتیو، گیاهان تنظیم رونویسی ژن‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی را القا می‌کنند که منجر به افزایش بیان APX، Fe-SOD، Cu/Zn-SOD، پراکسی‌ردوکسین‌ها (Prx) و اکسیداز جایگزین (AOX) می‌شود و کارایی سم‌زدایی ROS را افزایش می‌دهد. آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی، سیستم اصلی جمع‌آوری ROS را تشکیل می‌دهند. SOD با کاتالیز تبدیل رادیکال‌های سوپراکسید (O_2^-) به H_2O_2 و اکسیژن مولکولی، به‌عنوان نخستین خط دفاعی عمل می‌کند. چغندر قند دارای ایزوفرم‌های متعدد SOD، از جمله Cu/Zn-SOD، Fe-SOD، Mn-SOD است که در کلروپلاست‌ها، میتوکندری‌ها و پراکسی‌زوم‌ها قرار دارند و محافظت اختصاصی اندامک را فراهم می‌کنند. CAT متعاقباً H_2O_2 را به آب و اکسیژن تجزیه می‌کند و در نتیجه از تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل بسیار سمی جلوگیری می‌کند. افزایش فعالیت CAT یک ویژگی مشترک ژنوتیپ‌های چغندر قند مقاوم به خشکی است. چرخه آسکوربات-گلوتاتیون (AsA-GSH) نقش مهمی در هموستاز H_2O_2 ایفا می‌کند و شامل APX، مونو دهیدروآسکوربات ردوکتاز (MDHAR)، دهیدروآسکوربات ردوکتاز (DHAR) و گلوتاتیون

ردوکتاز (GR) است. APX با استفاده از آسکوربات به‌عنوان دهنده الکترون، H_2O_2 را به آب تبدیل می‌کند، در حالی که MDHAR و DHAR آسکوربات را از اشکال اکسیدشده آن بازسازی می‌کنند. GR سطح گلوتاتیون احیاء شده را حفظ می‌کند و سم‌زدایی مداوم و کارآمد ROS را تضمین می‌کند. علاوه بر این، سیستم پراکسی‌ردوکسین/تیوردوکسین (Prx/Trx) به سم‌زدایی پراکسید و سیگنال‌دهی حساس به ردوکس کمک می‌کند و تنظیم دقیق جمع‌آوری ROS را در طول سازگاری با استرس امکان‌پذیر می‌سازد.

مطالعات بیان ژن نشان داده‌اند که تنش خشکی سطح رونوشت برخی از ژن‌های آسکوربات اکسیداز (مانند بتا و لگاریس آبسیزیک آلدهید اکسیداز ۳ (3_BvAAO)) را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه اکسیداسیون آسکوربات را کاهش داده و به حفظ تعادل ردوکس سلولی کمک می‌کند. علاوه بر این، RNAهای غیرکدکننده طولانی پاسخ‌دهنده به خشکی (lncRNAs) در مسیرهای مربوط به بیوسنتز فلاونوئید و متابولیسم آنتی‌اکسیدانی دخیل هستند که اهمیت تنظیم رونویسی را در سازگاری با خشکسالی برجسته می‌کند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که کاربرد خارجی ترکیبات مختلف می‌تواند با تعدیل سیستم‌های دفاعی اکسیداتیو در گیاهان، تحمل به خشکی را افزایش دهد. کاربرد برگ‌پوترسین سطح H_2O_2 و MDA را در برگ‌ها کاهش داده و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد. کاربرد ترکیبی سیلیکون و پرولین، محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را تحت تنش خشکی بهبود می‌بخشد. اسپری‌های برگ‌پوترسین، محتوای گلوتاتیون را افزایش داده و انتقال ساکارز را افزایش می‌دهند که منجر به بهبود بازیابی پس از تنش می‌شود. محرک‌های زیستی مانند تیروزین نیز فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تجمع اسمولیت را در شرایط خشکسالی افزایش می‌دهند. علاوه بر این، کاربرد متعادل نیتروژن، فتوسنتز و همچنین فعالیت‌های SOD و APX را افزایش می‌دهد و مقاومت به خشکی را در ژنوتیپ‌های چغندر قند حساس به کم‌آبی بهبود می‌بخشد. تحمل به خشکی در چغندر قند شامل یک شبکه پیچیده است که سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی، تجمع اسمولیت و تنظیم رونویسی ژن‌های مرتبط با ردوکس را با یکدیگر ادغام می‌کند. این مکانیسم‌های هماهنگ، آسیب اکسیداتیو را کاهش داده و فتوسنتز و متابولیسم را در شرایط کمبود آب حفظ می‌کنند. فعال‌سازی این مسیرهای دفاعی طبیعی از طریق کاربردهای خارجی (مانند پوترسین، سیلیکون، کلسیم، نیتروژن و محرک‌های زیستی) یک استراتژی امیدوارکننده برای افزایش تحمل به خشکی و حفظ پایداری عملکرد در مزارع دارای محدودیت آب ارائه می‌دهد.

۵) تنظیم اسمزی و تجمع اسمولیت در چغندر قند تحت تنش

آبی

تنظیم اسمزی یک مکانیسم سازگاری کلیدی در گیاهان

به عنوان منبع انرژی در شرایط تنش عمل می کنند. تحت تنش اسمزی، تجمع ساکارز و فروکتوز در ریشه های چغندر قند به طور قابل توجهی افزایش می یابد و ساکارز بالاترین سطح را نشان می دهد. همبستگی مثبت بین سطوح گلوکز و پرولین، تعامل بین متابولیسم کربن و پاسخ به تنش اسمزی را بیشتر برجسته می کند. تجمع کنترل شده قندهای محلول، تنظیم اسمزی غیرسمی را تضمین می کند، فشار تورژسانس را حفظ می کند و از ساختارهای سلولی محافظت به عمل می آورد. جدا از اسمولیت های آلی، چغندر قند از تنظیم یونی از طریق K^+ و Na^+ برای تنظیم پتانسیل اسمزی استفاده می کند. تنش خشکی محتوای K^+ را در ریشه های جانبی کاهش می دهد، در حالی که تجمع Na^+ را در تیغه های برگ افزایش می دهد که نشان دهنده جذب انتخابی یون و بخش بندی برای حفظ تعادل اسمزی سلولی است. مکمل $NaCl$ می تواند با افزایش سطح Na^+ و پرولین درون سلولی، تنش اسمزی را کاهش داده و تنظیم اسمزی را در شرایط خشکسالی بهبود بخشد.

در سطح مولکولی، تنظیم اسمزی در چغندر قند از طریق بیان ژن های پاسخ دهنده به تنش کنترل می شود. پروتئین های شبه اسموتینی و ژن های آمیلاز تحت تنش آبی القا می شوند و سنتز اسمولیت و بازسازی کربوهیدرات را افزایش می دهند؛ همان طور که توسط آنالیزهای کمی RT-PCR تأیید شده است. این اسمولیت ها و تنظیمات یونی در کنار یکدیگر، خشک شدن سلول را به حداقل می رسانند، ماکرومولکول ها را تثبیت می کنند و فرآیندهای متابولیکی را حفظ می کنند و به مقاومت چغندر قند در برابر خشکسالی کمک می کنند و بقا و بهره وری آن را در محیط های با محدودیت آب تضمین می کنند. جدول ۱ فهرستی از تنظیم کننده های اسمزی و عملکرد مربوط به آنها را در کاهش اثرات نامطلوب خشکسالی در چغندر قند نشان می دهد.

در جدول ذیل به تنظیم کننده های اسمزی که اثرات مضر خشکسالی در چغندر قند را کاهش می دهند اشاره شده است.

شرح عمل	تنظیم کننده اسمزی
تنظیم کننده اسمزی، حذف رادیکال های آزاد، و عمل به عنوان یک چاپرون مولکولی برای تثبیت ساختار پروتئین	پرولین
تنظیم اسمزی و محافظت از غشای تیلوکوئید، در نتیجه حفظ اثربخشی فتوسنتز	گلاسیسین بتائین
محافظت کننده اسمزی، مهار رادیکال های آزاد، تسهیل تقسیم سلولی، جوانه زنی و رسیدن میوه	پلی آمین
تنظیم کننده اسمزی سلولی، حفظ یکپارچگی غشاء و پروتئین، و جمع آوری کننده های گونه های فعال اکسیژن	فروکتان
یک اسمولیت و محافظ کننده اسمزی حیاتی عمل کنید	ترهالوز
تنظیم کننده اسمزی	سدیم

تحت تنش خشکی است که شامل تجمع املاح برای حفظ تورژسانس سلولی و تسهیل جذب آب می شود. چغندر قند املاح سازگار مانند پرولین، گلیکوزید بتائین و قندهای محلول را سنتز می کند تا پتانسیل اسمزی سلولی را کاهش دهد، غشاهای را تثبیت کند و آسیب اکسیداتیو را در شرایط تنش آبی کاهش دهد. در میان این ترکیبات، پرولین واکنش پذیرترین اسمولیت است که در برگ ها و ریشه ها تجمع می یابد تا روابط آبی، سازگاری اسمزی و تولید زیست توده را افزایش دهد و در نهایت رشد و عملکرد قند را بهبود بخشد. در ریشه های چغندر قند، غلظت ساکارز و فروکتوز تحت تنش بالاتر است، در حالی که گلیکوزید بتائین عمدتاً در اندام های هوایی تجمع می یابد. سطح گلوکز نیز در طول تنش خشکی در ریشه های اصلی افزایش می یابد. تجمع اسمولیت در اندام های هوایی و ریشه ها برای تنظیم اسمزی، تحمل تنش و بقا در شرایط خشکسالی ضروری است. خشکسالی یا تنش آبی ناشی از عدم تعادل اسمزی، پتانسیل آب گیاه را مختل می کند و منجر به کم آبی و تنش اکسیداتیو می شود. محتوای پرولین با تحمل به خشکی در ژنوتیپ های مختلف چغندر قند همبستگی مثبت دارد؛ به طوری که با تثبیت پروتئین ها، غشاهای و آنزیم ها و جمع آوری گونه های فعال اکسیژن (ROS)، به عنوان یک محافظ مولکولی عمل می کند.

آزمایش های مزرعه ای و گلخانه ای نشان داده اند که تجمع پرولین در ریشه ها و برگ ها با افزایش شدت خشکسالی به طور قابل توجهی افزایش می یابد که نشان دهنده ارتباط قوی بین کمبود آب و محتوای پرولین است. این پاسخ تحت تأثیر کوددهی نیتروژن قرار می گیرد، زیرا نیتروژن بیش از حد، مسیر گلوکاتامات را برای سنتز پرولین تقویت می کند. تجمع پرولین همچنین با سطح گلوکز همبستگی مثبت دارد که نشان دهنده تعامل بین متابولیسم کربوهیدرات و تنظیم اسمزی است. علاوه بر این، تجمع گلاسیسین بتائین در اندام های هوایی، با محافظت از لیپیدهای غشایی و آنزیم ها در برابر خشک شدن، نقش مهمی در حفاظت اسمزی ایفا می کند. در شرایط خشکسالی طولانی مدت، محتوای گلاسیسین بتائین در اندام های هوایی افزایش می یابد، در حالی که در ریشه های اصلی نسبتاً پایدار باقی می ماند که نشان دهنده توزیع اسمولیت های اختصاصی اندام در چغندر قند است. گلاسیسین بتائین از کاهش پتانسیل اسمزی در برگ ها و دمبرگ ها جلوگیری می کند که بیانگر تنظیم اسمزی مؤثر است. نشان داده شده است که کاربرد خارجی عصاره های چغندر قند با محتوای گلاسیسین بتائین بالاتر، مقاومت به خشکی را در ذرت افزایش می دهد و نقش گلاسیسین بتائین در تنظیم اسمزی را برجسته می کند. کربوهیدرات های محلول، مانند ساکارز، گلوکز و فروکتوز نیز نقش مهمی در تنظیم اسمزی و سازگاری با تنش های غیرزیستی، از جمله خشکسالی، ایفا می کنند. این قندها به تعادل اسمزی کمک می کنند و



توسعه ابزار پیش‌بینی بیماری لکه برگ‌ سرکوسپورایی در موسسه فنی چغندر قند فرانسه (ITB)

انستیتو فنی چغندر قند فرانسه (ITB) در حال توسعه یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری (DST) برای کمک به کشاورزان در مدیریت بیماری لکه برگ‌ سرکوسپورا، به‌عنوان مهم‌ترین بیماری برگ‌ چغندر قند، است. هدف از توسعه این ابزار، پیش‌بینی سطح خطر آلودگی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در سطح مزرعه است. برای دستیابی به این هدف، مدل پیش‌بینی مجموعه‌ای از پارامترهای زراعی و اقلیمی را در نظر می‌گیرد که شامل شرایط آب‌وهوایی، موقعیت مزرعه، میزان تحمل ارقام کشت‌شده، تاریخ کاشت و زمان انجام تیمارها است. این ابزار در سال جاری در مرحله آزمایش قرار دارد و کاربران موظف‌اند کارایی و قابلیت استفاده از آن را ارزیابی کنند تا زمینه بهبود و تکمیل آن فراهم شود. همچنین، انستیتو فنی چغندر قند فرانسه با همکاری بخش صنعت، طی فصل زراعی چغندر قند ۲۰۲۶ یک پنل مقایسه‌ای از ابزارهای مختلف پشتیبانی تصمیم‌گیری را اجرا خواهد کرد.

این مدل به‌صورت سالانه به‌روزرسانی می‌شود تا داده‌های جدید، رخدادهای اقلیمی غیرمعمول و تغییرات مرتبط با حساسیت ارقام را در خود جای دهد. در طول فصل زراعی ۲۰۲۶، انستیتو فنی چغندر قند فرانسه نقشه‌ای از پتانسیل آلودگی به بیماری لکه برگ‌ سرکوسپورا تا زمان نخستین کاربرد قارچ‌کش منتشر خواهد کرد که به‌طور منظم به‌روزرسانی می‌شود. این نقشه، پیش‌بینی‌های مدل را یکپارچه کرده و امکان مشاهده روند تغییرات خطر آلودگی در سراسر کشور را فراهم می‌کند. همچنین، با تکمیل این اطلاعات از طریق مشاهدات میدانی، امکان برنامه‌ریزی و انجام مداخلات به‌موقع فراهم خواهد شد.

نمایشگاه چغندر قند (SugarBeet Expo 2026): پلتفرم جدید صنعتی برای کشت چغندر قند

قند فراهم می‌کند. مشارکت شرکت‌های فعال در حوزه نهاده‌ها، ماشین‌آلات، فناوری‌های دیجیتال و صنایع تبدیلی، این رویداد را به محلی برای نمایش ظرفیت‌های نوین و بررسی روندهای آینده این بخش تبدیل کرده است. نمایشگاه چغندر قند ۲۰۲۶ در روزهای ۹ و ۱۰ سپتامبر ۲۰۲۶ هم‌زمان با رویداد PotatoEurope در مجموعه Rittergut ۱ Gestorf واقع در شهر Springe و در نزدیکی هانوفر برگزار خواهد شد. این رویداد فرصتی برای آشنایی با جدیدترین فناوری‌ها، توسعه همکاری‌های تخصصی و تبادل تجربیات میان فعالان حوزه تولید و فرآوری چغندر قند فراهم می‌آورد.

نمایشگاه چغندر قند ۲۰۲۶ نخستین نمایشگاه تجاری روباز در مقیاس ملی است که به‌طور اختصاصی به کشت حرفه‌ای چغندر قند اختصاص یافته است. این رویداد به‌عنوان بستری برای معرفی نوآوری‌ها، فناوری‌ها و راهکارهای پایدار، کشاورزان، فعالان صنعت، مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های فن‌آور و استارت‌آپ‌ها را در فضایی عملیاتی، آینده‌نگر و در معرض دید عموم گرد هم می‌آورد. این نمایشگاه با بهره‌گیری از نمایش‌های میدانی زنده، نشست‌های تخصصی، ارائه آخرین دستاوردهای فنی و ساختاری موضوع محور، بستری مناسب برای تبادل دانش، تجربه و ایجاد ارتباط میان ذی‌نفعان زنجیره ارزش چغندر

Beetlution

**SUGAR
BEET
EXPO**

9 and 10 September 2026 | Sydney

Make your
GRW Business



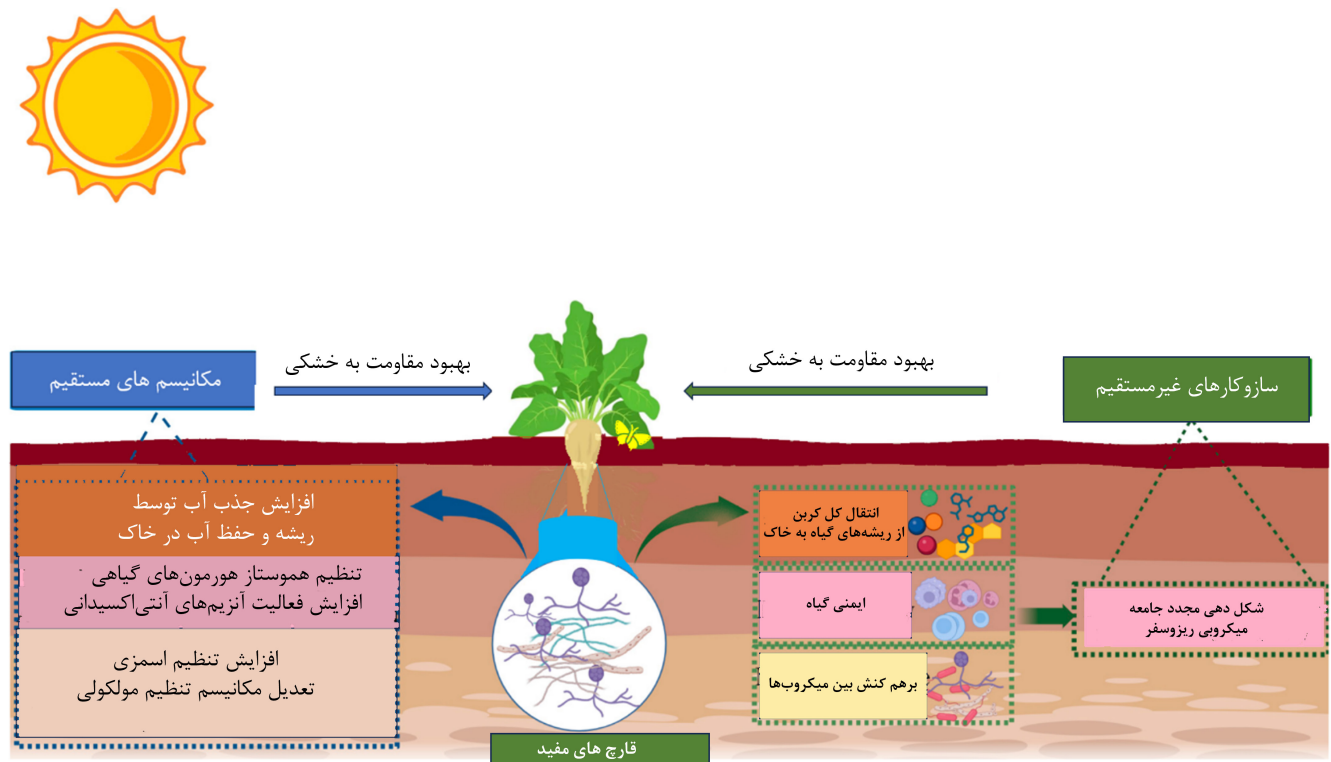
خشکی، محتوای نسبی آب خاک (۷۰٪، CK) و تنش خشکی (محتوای نسبی آب خاک ۳۰٪، DR) بررسی شد.

در این پژوهش، تغییرات مرتبط با شرایط رطوبتی خاک در ناحیه ریزوسفر مورد توجه قرار گرفت و مقایسه بین شرایط نرمال و تنش خشکی انجام شد تا تفاوت‌های عملکردی جوامع میکروبی در این دو وضعیت روشن شود.

در آزمایش میدانی در سه مزرعه آلمان، دو روش مختلف کوددهی دقیق با کوددهی سطحی مقایسه شد. نتایج حاصل از کوددهی نقطه‌ای قانع‌کننده بود: در این روش، با وجود کاهش مصرف کود، هیچ افت قابل‌توجهی در بازده شکر مشاهده نشد. این نتایج نشان‌دهنده حفظ عملکرد در شرایط کاهش مصرف نهاده بوده و بیانگر پایداری نسبی عملکرد در روش کوددهی نقطه‌ای در مقایسه با روش کوددهی سطحی است.

افزایش تحمل به خشکی در چغندر قند با کمک جامعه میکروبی ریشه سپهر

خشکسالی شایع‌ترین تنش محیطی در تولید محصولات کشاورزی است که خطر قابل‌توجهی برای امنیت غذایی ایجاد می‌کند. در این میان، میکروارگانیسم‌های موجود در ناحیه ریشه گیاه نقش مهمی در فرایندهای رشد و نمو محصول ایفا می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که می‌توانند استفاده مؤثر از مواد مغذی را افزایش داده و در ارتقای مقاومت گیاه در برابر خطرات ناشی از خشکسالی مؤثر باشند. طی یک مطالعه به‌منظور تجزیه و تحلیل تغییرات و تفاوت‌های عملکردی جوامع خاک ریزوسفر در چغندر قند تحت تنش



Farmers Guide, May 2026, Issue 561

منبع:



شرکت گیاه گستر فیروزه
شرکتی خصوصی با مسئولیت محدود
C. Co. I



شناسنامه

ماهنامه صنعت چغندر قند

نشریه داخلی شرکت گیاه گستر فیروزه و شرکت آرکا مهام همتا

مدیرمسئول: مهندس علی فهیمی

مدیر داخلی: امیرحسین رفعتی

نشانی: تهران، خیابان توحید، نرسیده به آزادی، بن بست فرهادیه، پلاک ۳، واحد ۱۲

تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۴۳۲۸۵

وبسایت: www.giahgostarco.com | www.arkamh.com

ایمیل: mail@giahgostarco.com | Info@Arkamh.com