نقش پتاسیم در فیزیولوژی گیاهان

مقدمه

جذب پتاسیم به داخل سیتوپلاسم یا واکوئل‌های سلول‌های ریشه جذب فعال است و احتیاج به انرژی دارد. مرزی که پتاسیم از طریق جذب فعال از آن عبور می‌کند غشاء پلاسمالما است که سیتوپلاسم را احاطه کرده است. دو تئوری یا نظریه برای تشریح جذب انتخابی پتاسیم بوسیله ریشه گیاه وجود دارد، که یکی تئوری حامل و دیگری تئوری نفوذ متابولیسمی است. تئوری حامل که بیشتر مورد قبول است، پیشنهاد می‌کند که برای انتقال یون‌ها از غشاء سلولی ازکمپلکس‌های مولکولی مخصوص استفاده می‌شود. این ترکیبات مولکولی به نام حامل خوانده می‌شوند و می‌توانند با یون پتاسیم در بیرون غشا به صورت برگشت‌پذیر ترکیب شده و به صورت مجموع از دیواره گذشته و سپس پتاسیم را داخل سلول آزاد کنند که در این فرآیند انرژی متابولیسمی برای تشکیل و آزادسازی کمپلکس پتاسیم ـ حامل لازم می‌باشد. در این تئوری همچنین وجود که چندین حامل پیش‌بینی شده است که هرکدام دارای خاصیت انتخابی برای یک یون بخصوص است که در واقع حامل‌های اختصاصی به حساب می‌آیند. در عین حال ممکن است برای هر یون بیش از یک حامل وجود داشته باشد و برعکس یک حامل قادر باشد بیش از یک یون را به داخل ریشه هدایت کند. نسبت انواع یون‌های قرار گرفتن بر روی جایگاه‌های اتصال مربوط به حامل‌ها، تابع شدت تمایل یون‌ها برای ترکیب با حامل و غظت آن یون در محلول خارجی است.

نقش پتاسیم در فیزیولوژی گیاهان

بزرگ شدن سلول: لازمه بزرگ شدن سلول، تشکیل یک واکوئل بزرگ مرکزی است که ۸۰ تا ۹۰ درصد حجم سلول را اشغال می‌کند. دو نیاز عمده برای بزرگ شدن سلول وجود دارد، یکی افزایش کشش‌پذیری دیواره سلول که احتمالا به وسیله آکسین (IAA) تحریک می‌شود و دیگری انباشتگی مواد حل شده برای ایجاد پتانسیل اسمزی در درون سلول می‌باشد.

امروزه به‌خوبی مشخص شده است که بزرگ شدن سلول عمدتا به علت انباشتگی و تجمع پتاسیم در سلول‌ها صورت می‌گیرد که هم برای پایدار نگه داشتن پ‌هاش سیتوپلاسم و هم برای افزایش پتانسیل اسمزی در درون واکوئل لازم است. به عنوان مثال وجود پتاسیم کافی در لپه‌های خیار میزان بزرگ شدن آن‌ها را در برابر مصرف سیتوکینین حدود چهار برابر افزایش می‌دهد. به همین ترتیب بزرگ شدن سلول‌های برگ، با غلظت پتاسیم آن‌ها پیوند نزدیک دارد. در برگ‌های در حال رشد لوبیا که به کمبود پتاسیم مبتلا بودند، فشار

PTMP/SK/R&D/A/ The role of potassium in plant physiology02 /25082022

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

تورژسانس، اندازه سلول و سطح برگ به طور معنی‌داری از برگ‌های در حال رشد که میزان کافی پتاسیم داشتند، کمتر بود.

طویل شدن ساقه به وسیله اسید جیبرلیک، به میزان مصرف پتاسیم نیز بستگی دارد. پتاسیم و اسید جیبرلیک اثر یکدیگر را تقویت می‌کنند و بیشترین میزان طویل شدن هنگامی به دست می‌آید که اسید جیبرلیک و پتاسیم، باهم مصرف شوند. پتاسیم و قندهای احیاء کننده در ایجاد پتانسیل فشاری که برای بزرگ شدن سلول لازم است و به صورت مکمل یکدیگر عمل می‌کنند. این اطلاعات و دیگر اطلاعات حاصل از سایر تحقیقات انجام شده، این نظریه را که پتاسیم اغلب همراه با آنیون‌های اسیدهای آلی، ترکیب عمده مورد لزوم در واکوئل‌ها برای بزرگ شدن سلول را تشکیل می‌دهند، قویا تائید می‌کنند. به هر حال از آن پس برای نگهداری فشار تورژسانس، پتاسیم می‌تواند در واکوئل، به وسیله دیگر مواد حل شده، مانند قندهای احیاء کننده، جایگزین گردد.

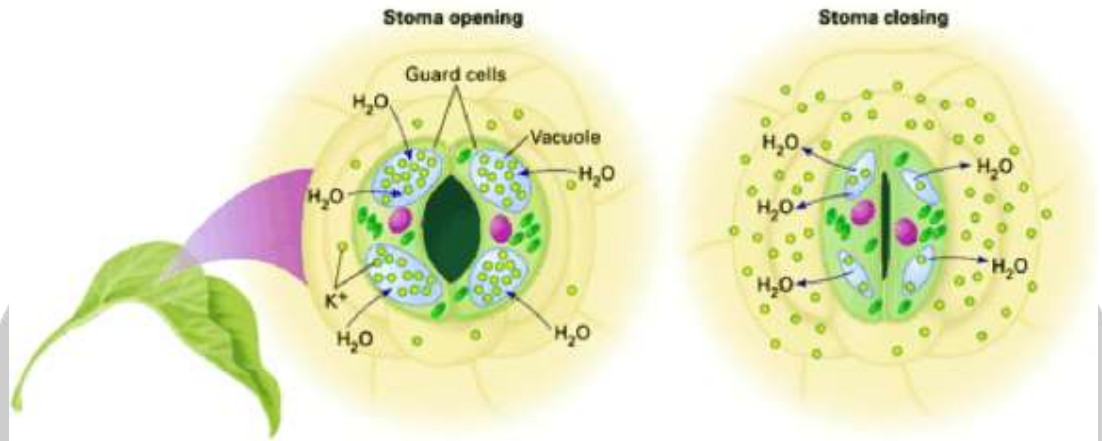
تقسیم سلولی و رشد: رشد و نمو سریع گیاه نیاز به پتاسیم کافی دارد. وقتی پتاسیم خاک برای رشد و نمو گیاه کافی نباشد این عنصر از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان انتقال داده می‌شود و از آنجا به نقاط رونده یا مریستمی می‌رود. میزان پتاسیم در بافت‌های مریستمی نسبت به سایر نقاط بیشتر است. وقتی جوانه رشد خود را انجام می‌داد، پتاسیم از آن خارج و در جوانه سال بعد جمع می‌شود. در نتیجه کمبود پتاسیم تقسیم سلولی و رشد گیاه متوقف می‌شود. تأثیر پتاسیم در رشد به این دلیل قطعیت دارد که این عنصر در ساخت هیدروکربن‌ها و پروتئین نقش مؤثری دارد و از طرفی در قسمت عمده فعالیت‌های سلولی سهمی به عهده این عنصر است.

باز و بسته شدن روزنه‌ها: در بیشتر گونه‌های گیاهی، پتاسیم نقش عمده‌ای را در تغییرات فشار تورژسانس درون سلول‌های روزنه به عهده دارد. افزایش غلظت پتاسیم در سلول‌های روزنه به جذب آب از سلول‌های پیرامون و به همراه آن، افزایش فشار تورژسانس سلول‌های روزنه و در نتیجه به باز شدن روزنه‌ها منجر می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها در تاریکی با خروج پتاسیم و کاهش فشار اسمزی سلول‌های روزنه در ارتباط است. اسید آبسیسیک از باز شدن روزنه‌ها جلوگیری می‌کند و یا بسته شدن سریع روزنه‌ها را تحریک می‌کند. این اثر اسید آبسیسیک، به طور عمده از طریق تسریع خروج پتاسیم از سلول‌های روزنه انجام می‌پذیرد. تجمع پتاسیم در سلول‌های روزنه که به وسیله نور تحریک می‌شود به کمک یک پمپ خروج پروتون انجام می‌گیرد که به غشاء چسبیده است. انرژی لازم برای پمپ ATPase از طریق انجام فسفوریلاسیون نوری در کلروپلاست‌های

PTMP/SK/R&D/A/ The role of potassium in plant physiology02 /25082022

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

سلول‌های روزنه فراهم می‌شود. تجمع پتاسیم در سلول‌های روزنه به وسیله آنیون‌ها و به طور عمده توسط مالات و یا کلر بسته به گونه گیاه و میزان فراهم بودن یون کلر در محیط موازنه می‌شود. مالات در درون سلول‌های روزنه از طریق آنزیم PEP کربوکسیلاز ساخته می‌شود.



شکل۱- تاثیر پتاسیم بر باز و بسته شدن روزنه‌های برگ

ماده سه کربنی (C_3) که برای ساختن مالات لازم است، از تجزیه نشاسته موجود در درون کلروپلاست‌های سلول‌های روزنه فراهم می‌شود. در گونه‌هایی از گیاهان مانند پیازکه کلروپلاست‌های سلول‌های روزنه آن‌ها بدون نشاسته هستند، ممکن است نقش کلر به عنوان یون همراه پتاسیم برای تنظیم حرکات روزنه‌ای دارای اهمیت اساسی باشد.

حرکت‌های شبانه‌روزی و تماسی برگ‌ها: پتاسیم در کلیه حرکاتی که در سلول و یا اندام‌های گیاه به وسیله تورژسانس تنظیم می‌شود، دارای نقش کلیدی است. در شمار زیادی از گونه‌های گیاهی مانند لوبیا و اقاقیا، حرکت‌های شبانه‌روزی در برگ‌ها مشاهده می‌شود. در این گیاهان برگ‌ها هنگام روز باز و در شب بسته می‌شوند. حرکت برگ با تغییرات فشار تورژسانس از طریق ورود و خروج پتاسیم به بافت‌هایی ویژه به نام اندام‌های موتوری (Pulivni) صورت می‌گیرد. حرکت فعال پتاسیم به درون سلول‌های موتور که در سمت پایین جا دارند، باعث باز شدن برگ‌ها و برعکس آن یعنی خروج پتاسیم از سلول‌های موتور باعث بسته شدن برگ‌ها می‌شود. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد نظیر آنچه در سلول‌های روزنه رخ می‌دهد، جریان پتاسیم به درون سلول‌های موتور نیز به وسیله پمپ پروتون انجام می‌گیرد و در این رابطه کلر به عنوان

PTMP/SK/R&D/A/ The role of potassium in plant physiology02 /25082022

عمده‌ترین آنیون همراه عمل می‌کند. ساکازوکاری مشابه حرکات برگی مسئول واکنش‌های تماسی در برگ‌های نوعی گیاه حساس به تحریکات مکانیکی (Mimosa puddica) است. در این گیاه پاسخ به تحریک‌های مکانیکی از طریق جمع شدن برگچه‌ها در مدت چند ثانیه صورت می‌گیرد و پس از حدود ۳۰ دقیقه برگچه‌ها دوباره باز می‌شوند. این واکنش که به وسیله تورژسانس تنظیم می‌شود، به علت توزیع دوباره پتاسیم در درون سلول‌های موتور و دقیقا مشابه فرآیندی انجام می‌گیرد که مسئول حرکت‌های شبانه روزی برگ‌ها است. حرکت برگچه‌ها در گیاهان حساس با جابه‌جا شدن و یا تغییر در غلظت کلسیم در سلول‌های موتور نیز مرتبط می‌باشد که این تغییر حالت کلسیم، به احتمال زیاد عاملی است که بر تراوایی غشای سلول‌های موتور نسبت به پتاسیم اثر می‌گذارد.

انتقال مواد در آوندهای آبکش: غلظت‌های زیاد پتاسیم در لوله‌های غربالی احتمالا به سازوکار ورود ساکارز به درون آوند آبکشی مربوط می‌شود. به هر حال، علاوه بر وجود دیدگاه‌های مربوط به جفت بودن جابه‌جایی ساکارز و پتاسیم به درون لوله‌های غربالی که نقش پتاسیم را در کمک به جابه‌جایی مواد در آوند آبکشی آشکار می‌سازد. امروزه، کاملا ثابت شده است که پتاسیم در کل به ایجاد فشار اسمزی در لوله‌های غربالی و در نتیجه به جریان مواد ساخته شده در فتوسنتز از منبع به مخزن کمک زیادی می‌کند. در گیاهان لگوم وقتی که گیاهان دارای مقدار کافی پتاسیم هستند، در مقایسه با گیاهان دچار کمبود پتاسیم گره‌ها میزان زیادی قند دارند که به همراه آن، میزان تثبیت ازت در آن‌ها و نیز خروج ازت تثبیت شده افزایش می‌یابد. افزون براین، در گیاهانی که به میزان کافی پتاسیم دریافت کرده‌اند، بخش بسیار زیادی از مواد آلی ساخته شده در فتوسنتز که به وسیلهٔ کربن ۱۴ نشاندار شده‌اند، از برگ‌ها به اندام‌های ذخیره‌کننده، مانند غده‌های سیب‌زمینی و یا به بافت ذخیره ساقه نظیر نیشکر جا به جا می‌شوند. نحوه تأثیر کمبود پتاسیم در برگ‌ها بر کاهش خروج مواد آلی ساخته شده در فتوسنتز که با کربن ۱۴ نشاندار شده‌اند، ممکن است به چند عامل مربوط شود. این عوامل عبارت از نیاز بیشتر برگ‌ها به قند برای تنظیم اسمز، کمتر بودن میزان ساخت ساکارز، پایین بودن میزان بارگیری (Lading) آوند آبکشی و میزان جریان ساکارز در لوله‌های غربالی و آسیب دیدن سازوکار عبور ساکارز از درون غشای واکوئل سلول‌های ذخیره در بافت مخزن می‌باشد.

منبع

ملکوتی، جعفر؛ شهابی، علی اصغر؛ بازرگان، کامبیز.(۱۳۹۵). پتاسیم در کشاورزی: نقش پتاسیم در تولید محصولات کشاورزی سالم. تهران: انتشارات مبلّغان

PTMP/SK/R&D/A/ The role of potassium in plant physiology02 /25082022