کارایی مصرف نیتروژن در کلزا (مروری)

Nitrogen use efficiency in rapeseed (A review)

استفاده از نیتروژن معدنی در قرون گذشته تاثیر زیادی در عملکرد محصولات کشاورزی داشته است، اما استفاده بی رویه این عنصر در قالب کودهای کشاورزی باعث آلودگی آب و هوا نیز شده است. لذا مدیریت بهینه نهاده‌های حاوی نیتروژن با حفظ راندمان بالا برای ارتقا سطح کشاورزی پایدار ضروری است. تعیین میزان استفاده از نیتروژن (NUE[1]) در محصولات مختلف ضروری است. کلزا به دلیل NUE کم آن، به کود نیتروژن وابسته است. توضیح مراحل مختلف و تاثیر آنها در عملکرد دانه کلزا پیچیده است، از مراحل همپوشانی جذب نیتروژن و انتقال مجدد در طول چرخه محصول، صفات مربوط به جذب نیتروژن، مانند طول ریشه و مقدار نیتروژن جذب شده پس از گلدهی و صفات مربوط به انتقال مجدد نیتروژن به عنوان عوامل احتمالی دخیل در بهبود نحوه استفاده از نیتروژن در گیاه کلزا شناسایی شده اند. مجموعه قابل توجهی از مطالعات در مورد کنترل ژنتیکی صفات راندمان استفاده از نیتروژن قبلا منتشر شده و ژن‌های تاثیرگذار بالقوه مرتبط شناسایی شده‌اند. تنوع ژنتیکی کلزا ممکن است با بهره برداری از تنوع ژنتیکی بین جمعیتی و منابع ژنی نزدیک به *Brassica rapa* و *Brassica oleracea* غنی شود (Lassaletta et al. 2014).

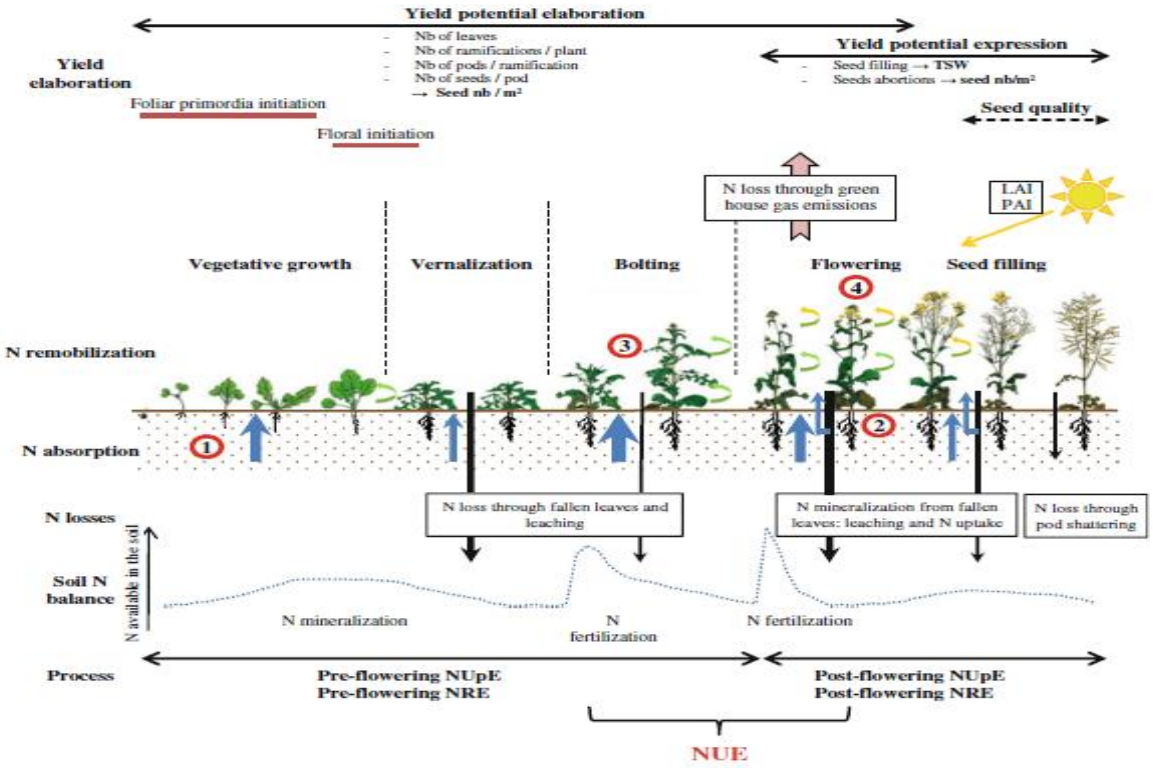
در قرن گذشته، تولید و افزایش استفاده از کودهای معدنی ازته و استفاده از این کودها در کشاورزی مدرن در دستیابی به سطوح بالای عملکردی که در تولید کشاورزی امروزی امکان پذیر است، بسیار مهم بوده است. با این حال، تأثیر کودهای نیتروژن بر محیط زیست همیشه مثبت نبوده است (Tilman et al. 2002). اگرچه پیشرفت هایی برای بهینه‌سازی کوددهی آن حاصل شده است، با این حال نیمی بیشتر از نیتروژن مورد استفاده در سراسر جهان برای محصولات، در حال حاضر در محیط باقی می ماند (Lassaletta et al. 2014). مقادیر نیتروژن در هنگام برداشت از مزارع حذف نمی‌شود و از سیستم تولید کشاورزی از طریق رواناب، شستشوی نیترات یا به عنوان اکسید نیتروژن فرار یا آمونیاک از دسترس گیاه خارج شده و باعث آسیب زیست محیطی می‌شود (Billen et al. 2013).

رشد گیاه، جذب نیتروژن و ارتباط با عملکرد، داستان پیچیده ای را در کلزای زمستانه ایجاد می کند

عملکرد دانه کلزا در واحد سطح یک صفت پیچیده است که از ترکیب چندین جزء از جمله تراکم بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در شاخه، تعداد دانه در غلاف و وزن تک دانه حاصل می شود (Diepenbrock, 2000). تعیین متوالی اجزای عملکرد به ما امکان می دهد که چرخه محصول کلزا را به دو مرحله همپوشانی تقسیم کنیم: ایجاد پتانسیل عملکرد از یک سو و بیان پتانسیل عملکرد از سوی دیگر (شکل ۱). در طول فاز رشد رویشی در پاییز و زمستان، افزایش شاخص سطح برگ عمدتاً به توانایی جذب نور و کارایی استفاده از تشعشع بستگی دارد. در دسترس بودن نیتروژن خاک نیز بسته به شرایط آب و هوایی بر شاخص سطح برگ تأثیر می‌گذارد. در آب و هوای معتدل، کانی‌سازی نیتروژن خاک ممکن است برای تامین نیاز نیتروژن گیاه در پاییز کافی باشد، اما در مناطق سردتر، ممکن است به کوددهی نیتروژن نیاز باشد. سیستم ریشه پس از ظهور گیاهچه به سرعت

[1] -Nitrogen use efficiency

توسعه می یابد و نیتروژن معدنی به طور موثر از خاک جذب و در زیست توده رویشی گنجانده می شود. به عنوان مثال، کلزا راندمان جذب نیتروژن بالایی را در مراحل اولیه نشان می دهد و می تواند تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار جذب می‌کند. این باعث می‌شود در پاییز رشد قابل توجه ای داشته باشد (Rossato et al. 2001). زیست توده گیاهی به طور چشمگیری در این دوره اول افزایش می‌یابد. به طور همزمان، نیتروژن از برگهای مسن به برگ‌های جوان منتقل می‌شود. شروع مراحل اولیه برگی در اوایل پاییز می‌شود. در نتیجه، تعداد شاخه‌ها، برگ‌های فتوسنتزی، گل‌ها و تخمک‌ها تا حدی قبل از پایان زمستان ایجاد می‌شود (شکل ۱). این مسئله در تعداد دانه نهایی (محصول مورد انتظار) در هر متر مربع تاثیر گذار است (متغیری که همبستگی زیادی با عملکرد دانه دارد). بنابراین تنش نیتروژن در طول پاییز ممکن است بر عملکرد نهایی تأثیر منفی بگذارد. در طول زمستان، بخشی از سطح برگ تولید شده در این دوره، با یخزدگی از بین می رود که منجر به تلفات مهم نیتروژن به میزان ۲ تا ۳/۵ درصد از وزن خشک برگ‌های افتاده (از بین رفته) می‌شود (Malagoli et al. 2005).



شکل ۱- پویایی (جنب و جوش) نیتروژن در چرخه محصول کلزا، روابط به هم پیوسته بین رشد گیاه، پویایی نیتروژن، و بسط عملکرد در چرخه محصول را نشان می دهد. جذب نیتروژن با فلش‌های آبی نشان داده می‌شود که عرض آنها (خطوط آبی)، مقدار نسبی نیتروژن جذب شده در یک نقطه زمانی معین را نشان می‌دهد. تلفات نیتروژن با فلش‌های سیاه نشان داده می‌شوند که عرض آنها (خطوط سیاه)، مقدار نسبی از دست رفته نیتروژن را در یک نقطه زمانی معین نشان می‌دهد. مراحل حیاتی برای استقرار نهایی کارایی مصرف نیتروژن (NUE) به شرح زیر است: راندمان جذب نیتروژن قبل از گلدهی (NUpE) و راندمان انتقال مجدد نیتروژن (NRE)- (شماره۱). راندمان جذب نیتروژن پس از گل دهی (NUpE) (شماره ۲). NRE متوالی و مونوکارپیک در طول دوره گلدهی و پر شدن بذر (شماره ۳). و تعاملات بین کارایی مصرف نیتروژن (NUE)، شاخص سطح برگ (LAI) و شاخص سطح غلاف (PAI) (شماره ۴). و وزن هزار دانه (TSW).

شاخص سطح برگ جدید در طول بهار از ابتدای رشد ساقه تا گلدهی ایجاد می شود. بنابراین، در دسترس بودن ازت خاک در طول توسعه در بهار تأثیر زیادی بر گسترش شاخص سطح برگ و مدت زمان آن دارد. در طی این دوره، نیتروژن به طور فعال از

برگ‌های پیر شده به برگ‌ها و ساقه‌های جوان‌تر (پلی کارپ) و سپس به غلاف‌ها و دانه‌ها (منوکارپ) منتقل می‌شود (شکل ۱). از مرحله گل‌دهی به بعد، برگ‌ها دیگر تولید نمی‌شوند و شروع پیری به سرعت اتفاق می‌افتد و برگ‌ها بسته به موقعیت خود روی ساقه اصلی، توانایی حرکت مجدد متفاوتی از خود نشان می‌دهند (Malagoli et al. 2005). به موازات آن، فعالیت فتوسنتزی تا حدی توسط شاخص منطقه غلاف انجام می‌شود. علاوه بر این، منبع نیتروژن نیز از طریق بازجذب نیتروژن از برگ‌هایی که در طول پاییز افتاده‌اند، با راندمان جذبی که می‌تواند به ۴۰ درصد از محتوای نیتروژن برگ‌های ریخته شده برسد، حفظ می‌شود (Dejoux et al. 2000). با این وجود، نسبت محتوای نیتروژن گیاه به نیتروژن عرضه شده معمولاً از ۵۰ تا ۶۰ درصد در کلزا تجاوز نمی کند (Malagoli et al. 2005). همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، تولیدکنندگان باید تعدادی از فرآیندهای حیاتی را به منظور شناسایی و انتخاب پویایی نیتروژن بهینه و توسعه گیاه در طول چرخه محصول بررسی کنند. این موارد شامل (۱) راندمان جذب نیتروژن قبل از گلدهی و راندمان انتقال مجدد نیتروژن، برای اطمینان از ایجاد پتانسیل عملکرد، (۲) راندمان جذب نیتروژن پس از گلدهی، برای حفظ ذخیره نیتروژن در گیاه در مرحله پر شدن دانه، (۳) راندمان انتقال مجدد نیتروژن مرتبط با فرآیندهای پیری پلی کارپیک و مونوکارپیک از گلدهی به بعد، برای توسعه پتانسیل عملکرد محصول، و (۴) برهمکنش بین تعادل نیتروژن و تعادل کربن، شامل متغیرهای فتوسنتزی مانند شاخص سطح برگ، شاخص سطح غلاف، و راندمان استفاده از تشعشع.

منابع

1. Billen, G., Garnier, J., Lassaletta, L. 2013. The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea: modelling nitrogen transfers at regional watershed and global scales. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 368(1621):20130123. doi:10.1098/rstb.2013.0123
2. Dejoux, J-F., Recous, S., Meynard J-M., Trinsoutrot و I., Leterme P. 2000. The fate of nitrogen from winter-frozen rapeseed leaves:mineralization, fluxes to the environment and uptake by rapeseed crop in spring. Plant Soil 218:257–272. doi:10.1023/A:1014934924819
3. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Field Crop Res 67:35–49. doi:10.1016/S0378- 4290(00)00082-4
4. Good, AG., Shrawat, AK., Muench, DG. 2004. Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? Trends Plant Sci 9(12):597–605. doi:10. 1016/j.tplants.2004.10.008
5. Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., Garnier, J. 2014. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. Environ Res Lett 9(10):105011. doi:10.1088/1748-9326/9/10/105011
6. Malagoli, P., Laine, P., Rossato, L., Ourry, A. 2005. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest: I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual N. Ann Bot 95(5):853–861. doi:10.1093/aob/ mci091
7. Stahl, A., Friedt, W., Wittkop, B., Snowdon, RJ. 2015. Complementary diversity for nitrogen uptake and utilisation efficiency reveals broad potential for increased sustainability of oilseed rape production. Plant Soil 400(1–2):245–262. doi:10.1007/s11104-015-2726-8
8. Tilman, D., Cassman, KG., Matson, PA., Naylor, R., Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418(6898):671–677.