تاثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی بر گیاه دانه روغنی کلزا (*Brassica napus*) صفات رشدی گیاه و عملکرد کلزا

Effects of Different Pollination Methods on canola (*Brassica napus*) Plant Growth Traits and Yield

صلاح معتمدی

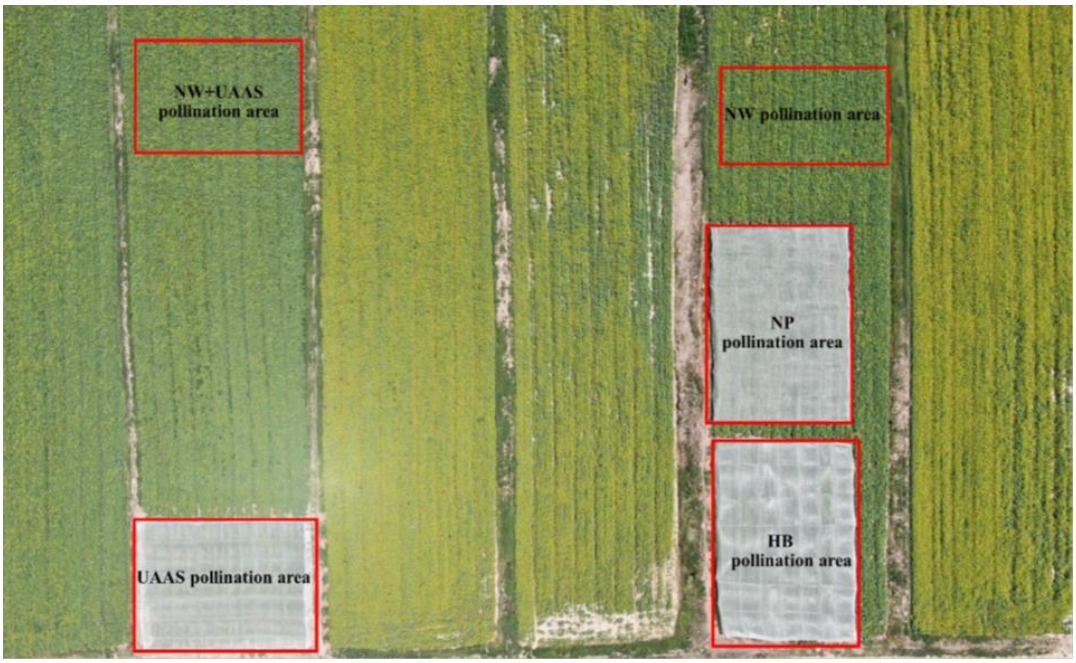
دانه روغنی کلزا سومین محصول روغنی مهم در جهان است (Zhang et al.,2021). روغن کلزا با کیفیت بالا مورد قبول متخصصان تغذیه است و از آن به عنوان یکی از بهترین روغن های خوراکی و همچنین منبع غذایی مهمی برای دام و از طرفی مورد استفاده در محصولات صنعتی خاص است (Cong et al., 2020). بنابراین، همواره توسعه کشت کلزا در دستور کار کشورها بود بویژه آنکه این توسعه از طریق گسترش هیبرید های جدید و متنوع کلزا صورت می گیرد (Cong et al., 2020). تولید بذورهیبرید با قدرت جوانه‌زنی بالا یکی از مزیت‌های این گیاهان بوده که سبب افزایش عملکرد خواهد شد. رشد سریع، یکنواخت و آسان‌تر نسبت به بذرهای محلی، تولید بذر مرغوب‌تر، مقاومت بالا در مقابل آفات و بیماری‌ها و سازگاری با شرایط آب و هوای منطقه توصیه شده از مزیت‌های بذور هیبرید با کیفیت می‌باشد (Sun et al., 2020). از عوامل اصلی ایجاد نسل جدید در مزارع کلزا، گرده افشانی گل ها می باشد. روش‌های گرده‌افشانی سنتی شامل باد (NW[1])، گرده افشانی دستی و گرده افشانی توسط حشرات است. گرده افشانی با باد اقتصادی‌ترین روش است، اما در عین حال غیر قابل پیش‌بینی‌ترین روش نیز می‌باشد، زیرا سرعت و جهت باد محیطی قابل کنترل نیست (Zhang et al.,2021). گرده افشانی دستی ناکارآمد است و برای تولید بذر کلزا در مقیاس وسیع مناسب نیست. گرده افشانی حشرات، به ویژه زنبور عسل (HB[2])، برای بازده بالای کلزا حیاتی است (Allen-Wardell et al., 1998). زنبورعسل به عنوان مهم‌ترین عامل گرده‌افشانی در بین حشرات در نظر گرفته شده است (Cordeiro et al., 2021). در سال‌های اخیر، با بهبود سطح مکانیزاسیون، ماشین آلات کشاورزی هوشمند بیشتری مورد استفاده قرار گرفته‌اند که توسعه سیستم هوایی کشاورزی بدون سرنشین (UAAS[3]) بواسطه پهبادها یک مورد رایج از آن است. پهپادها در کشاورزی برای حفاظت از محصولات (Zhang et al., 2020)، سنجش از دور (Zhang et al., 2019)، محلول‌پاشی هوایی و پخش هوایی بذر و حتی گرده افشانی تکمیلی مورد استفاده قرار گرفته است (Zhang et al.,2021). جهت انجام آزمایش ذکر شده یک توری ٦٠ مش با اندازه مش ۰,۲۵ میلی متر در ۰,۲۵ میلی متر، یک کندو حاوی حدود هزار زنبور عسل و پهپاد مدل UAAS P20 ساخت کشور چین. (همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است) در آزمون‌های گرده افشانی استفاده شد. توری‌ها برای احاطه منطقه مورد نظر جهت جلوگیری از گرده افشانی حشرات استفاده شدند و پهپاد نیز برای گرده افشانی به دو روش پهپاد مستقیم (UAAS) و پهپاد + باد طبیعی (NW+UAAS) استفاده شد. بوته‌های کلزا در مناطق گرده افشانی مورد نظر توسط آب و کود یکسان مدیریت شدند. توری‌ها اغلب در تولید محصولات زراعی استفاده شده و می‌توانند به طور موثری از ورود حشرات جلوگیری کرده و دما، رطوبت و سایر شرایط موجود را تنظیم کنند (Huang et al., 2020). در عین حال، توری‌ها می‌توانند تهویه طبیعی باد را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (Wang et al., 2020). کل مزرعه آزمایشی به پنج ناحیه گرده افشانی تقسیم شد: ناحیه گرده افشانی UAAS (پهپاد) ، ناحیه گرده افشانیNW+UAAS (پهپاد+ باد طبیعی که باد ناشی از ملخ های پهپاد در حین کار ملاک قرار داده شده است) ، ناحیه گرده افشانی با زنبورعسل، ناحیه گرده افشانی بدون هیچگونه عامل گرده افشانی (NP[4]) و ناحیه گرده افشانی با باد طبیعی (NW) (شکل ۲). قبل از اینکه بوته کلزا واردمرحله زایشی شوند، مناطق گرده افشانیUAAS، منطقه گرده افشانیHB و منطقه گرده افشانیNP توسط توری (۲۹ متر طول، ۲۰متر عرض و ۲,۵ متر ارتفاع) ایزوله و احاطه گردید.

[1] Natural Wind
[2] Honeybee
[3] Unmanned agricultural aerial system
[4] No pollinators

شکل ۱- محل انجام آزمایش و نحوه استقرار وسایل لازم جهت انجام طرح

در منطقه گرده‌افشانی NW+ UAAS، انتشار گرده توسط میدان باد پهپاد و باد طبیعی تحت تأثیر قرار گرفت. یعنی پخش گرده عمدتاً تحت تأثیر میدان باد ناشی از پرواز پهپاد بود. در طول آزمایش گرده‌افشانی، هر روز پهپاد بر فراز بوته های کلزا پرواز کرده و با پایان آزمایش، گرده‌افشانی تحت تأثیر باد طبیعی قرار می‌گرفت. در منطقه گرده افشانی زنبورعسل، گسترش گرده ها به طور عمده تحت تاثیر زنبورهای عسل بود. در منطقه گرده‌افشانی باد طبیعی، گسترش گرده عمدتاً تحت تاثیر باد طبیعی محیط قرار گرفت. در منطقه گرده افشانیNP (بدون عامل گرده افشان)، به دلیل فضای محصور جدا شده، تقریبا هیچ عاملی برای انتشار گرده وجود نداشت.

در آزمایش‌های گرده‌افشانی، پهپاد به‌طور خودکار برنامه‌ریزی شده بود تا به طور مکرر و متناوب و به صورت عمود بر ردیف‌های گیاه در مناطق گرده‌افشانی پهپاد + باد طبیعی پرواز کند. این پروازها در طول دوره آزمایشی هر روز از ساعت ۹ صبح تا ۱۱ بر فراز گیاهان انجام گردید. قبل از اینکه پهپاد بر فراز گیاهان در ناحیه گرده افشانی پرواز کند، ابتدا توری بالایی به صورت دستی باز شده و سپس برای بازیابی ناحیه گرده افشانی محصور جدا شده، پس از پایان گرده افشانی تکمیلی مجددا توسط توری پوشانده شد. پهپاد با سرعت ٤ متر بر ثانیه و در ارتفاع ۲,۵ متر پرواز کرد که طبق گفته ژانگ و همکاران، پارامترهای پرواز بهینه شده بودند (Zhang et al.,2021). زنبورهای عسل در ۱ جولای به منطقه گرده افشانی اضافه شدند. این آزمایش‌ها به مدت بیست روز از ۱ ژوئیه تا ۲۰ ژوئیه ۲۰۲۱ به طول انجامید.



شکل ۲. میدان آزمایشی و مناطق گرده افشانی مختلف (نمای بالا).

نتیجه آزمایش

با استفاده از روش‌های مختلف گرده افشانی ذکر شده شامل گرده افشانی سیستم هوایی کشاورزی بدون سرنشین ، باد طبیعی + پهپاد ، زنبور عسل، و بدون گرده افشانی در یک مزرعه کلزای هیبریدی و بررسی اثرات آنها بر صفات گیاهی و عملکرد کلزا بیان شد که در محیط بدون امکان گرده افشانی یا فضای بسته تا ۹۸ درصد میزان گرده افشانی کاهش پیدا کرد. منطقه شاهد با گرده افشانی باد طبیعی به عنوان مرجعی برای مقایسه قرار گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که صفات رشد و عملکرد کلزا تحت روش‌های مختلف گرده افشانی تفاوت‌هایی را در بین تیمارهای آزمایش نشان می‌دهد. میانگین ارتفاع بوته تحت گرده افشانی بدون عامل گرده افشانی حداکثرین مقدار خود ۲۳۱,۵۲ سانتی متر بود، در حالی که میانگین ارتفاع بوته در سایر روش‌های گرده افشانی تقریباً تفاوتی نشان نداد. به جز گرده افشانی توسط زنبورعسل، میانگین ارتفاع شاخه اول گیاهان ارزیابی شده در سایر روش‌های گرده افشانی از ۱۰۰ سانتی متر بیشتر شد. وزن هزار دانه کلزا تحت گرده افشانی با زنبور عسل ۷,۳۲ گرم بود که بالاترین میزان گرده افشانی را در بین تمام مناطق گرده افشانی داشت. از نظر عملکرد بوته کلزا، میانگین عملکرد در همه بوته‌ها بیش از ۱۰ گرم بود، به استثنای موردی که تحت گرده افشانی NP بود. بیشترین عملکرد در هکتار در گرده افشانی باد طبیعی+ پهپاد به ٤٧٤١,٢٨ کیلوگرم رسید و عملکرد در روش بدون گرده افشانی با میزان ٣٦٠,٣٩ کیلوگرم کمترین بود. عملکرد کلزا در مناطق گرده افشانی با پهپاد و باد طبیعی + پهپاد، تحت تأثیر ترکیب باد طبیعی و میدان باد ایجاد شده توسط پهپاد افزایش یافت، که نشان می‌دهد باد محیطی نقش مثبتی در گرده‌افشانی داشته است، عملکرد منطقه گرده افشانی بدون عامل گرده افشان ۹۰ درصد کمتر از منطقه شاهد بود. نتایج این آزمایش یک بار دیگر اهمیت گرده افشانی کارآمد را برای تضمین تولید بذر هیبریدی کلزا نشان داد. عملکرد بسیار کم کلزا در ناحیه گرده افشانی بدون عامل گردافشان (محیط بسته) این فرض را در آزمایش ثابت کرد که توری انتخاب شده می تواند میزان تهویه باد طبیعی را تا حد زیادی کاهش دهد.

منابع

1. Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., Cox, P.A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. Conserv. Biol. 12, 8–17.
2. Cong, R., Wang, Y., Li, X., Ren, T., Lu, J. 2020. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. Int. J. Plant Prod. 14, 77–92. [CrossRef]
3. Cong, R., Wang, Y., Li, X., Ren, T., Lu, J. 2020. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. Int. J. Plant Prod. 14, 77–92. [CrossRef]
4. Cordeiro, G.D., Liporoni, R., Caetano, C.A., Krug, C., Martínez-Martínez, C.A., Martins, H.O.J., Cardoso, R.K.O.A., Araujo, F.F., Araújo, P.C.S., Oliveira, R. 2021. Nocturnal bees as crop pollinators. Agronomy, 11, 1014. [CrossRef]
5. Huang, X., Zhang, S., Luo, C., Li,W., Liao, Y. 2020. Design and experimentation of an aerial seeding system for rapeseed based on an air-assisted centralized metering device and a multi-rotor crop protection UAV. Appl. Sci. 10, 8854. [CrossRef]
6. Sun, Z.; Guo, X.; Xu, Y.; Zhang, S.; Cheng, X.; Hu, Q.;Wang,W.; Xue, X. 2022 .Image recognition of male oilseed rape (Brassica napus) plants based on convolutional neural network for UAAS navigation applications on supplementary pollination and aerial spraying. Agriculture. 12, 62. [CrossRef]
7. Wang, M. 2020. Study on Key Parameters of Numerical Simulation of Wind Reduction Effect of Windbreak. Master's Thesis, Dalian University of Technology, Dalian, China.
8. Zhang, S., Cai, C., Li, J., Sun, T., Liu, X., Tian, Y., Xue, X. 2021. The airflow field characteristics of the unmanned agricultural aerial system on oilseed rape (Brassica napus) canopy for supplementary pollination. Agronomy, 11, 2035. [CrossRef]
9. Zhang, S., Qiu, B., Xue, X., Sun, T., Peng, B. 2020. Parameters optimization of crop protection UAS based on the first industry standard of China. Int. J. Agric. Biol. Eng. 13, 29–35. [CrossRef]
10. Zhang, S., Xue, X., Chen, C., Sun, Z., Sun, T. 2019. Development of a low-cost quadrotor UAV based on ADRC for agricultural remote sensing. Int. J. Agric. Biol. Eng. 12, 82–87. [CrossRef]