الهام شهرکی مقدم
کارشناس تحقیقات نمایندگی گلستان
شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

کاملینا یک گیاه دانه روغنی و دارویی

plant Camelina is an oily and medicinal

مقدمه :

جنس camelina به خانواده چلیپائیان تعلق دارد. از این خانواده یازده گونه کاملینا شناخته شده است که پنج گونه از جمله *C.alyssum*, *C.hispida Bioss*, *C.microcarpa*, *C.runelica velen*, *C.sativa*(L) در مخازن ژرم‌پلاسم گیاهی عمومی در دسترس هستند (Warwick et al., 2010). در حال حاضر فقط دو گونه *C.sativa* و *C.microcarpa* برای تولید روغن خوراکی کشت می‌شوند. اخیرا با توجه به محتوای بالای روغن (۲۸-٤۰ درصد)، غنای اسیدهای چرب اشباع نشده (حدود ۹۰ درصد) و طول دوره رشد بسیار کوتاه در سازگاری خوب با زمین و سیستم‌های زراعت کم نهاده، این گیاه مورد توجه قرار گرفته است (Moser et al.,2010). ۸۹٤۱۸ ژن کدکننده پروتئین در گیاه کاملینا شناسایی شده است (Kagale et al., 2014). به علت رابطه ژنتیکی نزدیکی که کاملینا با گیاه مدل آرابیدوپسیس دارد، ژن‌های آرابیدوپسیس را برای مقاومت به خشکی در گیاه کاملینا به کار برده‌اند(Vollmann and Eynck, 2015).

در آزمایش‌های مختلف نشان داده شده که احتیاجات آبی بسیار کمتر داشته و در برابر سرمای بهاره مقاومت بیشتری نسبت به سایر گیاهان دانه روغنی، به‌خصوص کلزا دارد. همچنین این گیاه از مقاومت بالایی در برابر آفات رایج در دانه‌های روغنی مانند سوسک‌های گرده خوار برخوردار است (Mcvay, 2008). کاملینا بومی اروپا و آسیای جنوبی است و سابقه کشت و کار آن به ٤۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد. در زمان روم و یونان باستان کشت این گیاه به عنوان یک گیاه روغنی توسعه یافت. مرکز رشد عمده این گیاه از اروپای شرقی تا آسیای مرکزی گسترش یافته و در زمان جنگ‌های جهانی و پس از آن کشت می‌شد (Gehringer, 2010).

گیاه دانه روغنی کاملینا دارای خواص و کاربردهای متعددی است. در تغذیه و موضوع سلامت، روغن آن دارای مقادیر بالایی از امگا ۳ است که باعث پیشگیری از سرطان و چاقی می‌شود. در صنعت به عنوان سوخت زیستی، تولید رزین، واکس‌ها و همچنین تولید لوازم آرایشی، بهداشتی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کارخانه‌های روغن‌کشی، برای جلوگیری از فساد و اکسیداسیون و افزایش ماندگاری روغن، اقدام به افزودن آنتی‌اکسیدان صنعتی می‌کنند که برای سلامت انسان بسیار خطرناک است. این در حالی است که کاملینا به دلیل داشتن آلفاتوکوفرول و ویتامین E بالا، که خود آنتی اکسیدان‌هایی قوی هستند، نیاز به هیچ گونه افزودنی برای ماندگاری ندارد (Kahrizi et al., 2011). به همین علت در بسیاری از کشورها، از جمله استرالیا، جایگزین خوبی برای روغن سویا می باشد.

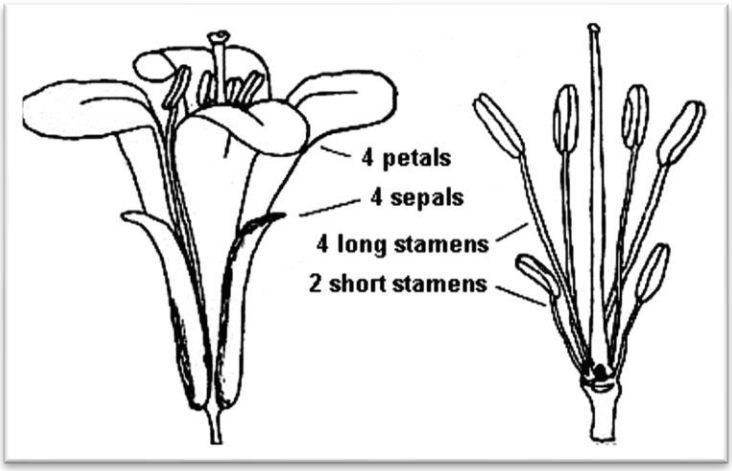
گیاه شناسی کاملینا

گیاهی یک‌ساله با تیپ رشدی زمستانه یا تابستانه است و ارتفاع آن بین ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر، متغیر است. برگ‌ها متناوب روی ساقه قرار گرفته و دارای دو تا هشت سانتی متر طول و دو تا ۱۰ میلی‌متر عرض هستند. گل‌ها دوجنسه و به رنگ زرد کم رنگ

بوده و به صورت خوشه‌ای گروه‌بندی می‌شوند. بذور کوچک، یک چهارم تا یک دوم اندازه بذر کانولا، به رنگ زرد کمرنگ یا نارنجی، مستطیلی شکل در خورجین شکوفا تشکیل می‌شوند. وزن هزار دانه آن از ۰,۸ تا ۲ گرم متغیر است. دانه این گیاه محتوی ۳٤ تا ٤۳ درصد روغن و ۲۷ تا ۳۲ درصد پروتئین است. کاملینا گیاهی با دوره رشد کوتاه (۸۵ تا ۱۰۰روز) است و به خوبی در آب و هوای معتدل و خاک سبک و متوسط رشد می‌کند (Gugel and Fak, 2006).

مشخصات گل و سیستم گرده‌افشانی کاملینا

کاملینا بر اساس ریخت‌شناسی گل به‌عنوان گیاهی خودگرده‌افشان در نظر گرفته می‌شود (Groenevehd and Klein, 2014). میزان دگرآمیزی در این گیاه بسیار پائین(۰/۲۸ الی ۰/۰۹) است و به همین دلیل کاملینا را گیاهی خودگشن معرفی نمودند. دگرآمیزی تحت تاثیر همزمانی گلدهی و نیز مسیر گرده و فاصله از منبع گرده دهنده قرار دارد (Walsh et al., 2012). تاکنون دگرآمیزی کاملینا با برخی از گیاهان خانواده براسیکا مانند *B.napus, B.rapa, B.juncea, B.nigra* موفقیت آمیز نبوده است (Salisbury, 1991). گل کاملینا دارای چهار پرچم بلند و دو پرچم کوتاه می باشد که خامه در وسط این شش پرچم قرار گرفته است (شکل۱).



شکل ۱: ساختارکاملینا

ژنتیک و به‌نژادی گیاه کاملینا

کاملینا گیاهی هگزاپلوئید است. نقشه برداری ژنتیکی بذر آن یک ساختار پلی‌پلوئیدی و دیپلوئیدی را نشان داده است و شناسایی دو ژن در مسیر بیوسنتز اسید چرب نشان می‌دهد که ژنوم این گیاه هگزاپلوئید است (Kagale et al., 2014). یکی از استراتژیهای اصلاحی کاملینا افزایش اندازه بذر است، اما هنگامی که وولمن و همکاران (۲۰۰۷) اقدام به انتخاب لاین‌های با اندازه بزرگتر بذر نمودند، مشاهده کردند که این کار تاثیر منفی بر روی بقیه صفات مهم، از جمله عملکرد بذر، میزان روغن و پروفایل اسیدهای چرب دارد. بر خلاف بسیاری از گیاهان، تا سال ۲۰۰۵ اطلاعات محدودی درباره ژنوم کاملینا و تنوع زیستی آن وجود داشته است. نقشه ژنوم گیاه کاملینا توسط گرینگر و همکاران در سال ۲۰۰٦ ترسیم گردید. وولمن و همکاران(۲۰۰۵)، آنالیز DNA به

وسیله نشانگر RAPD را برای بررسی تنوع کاملینا رشد یافته در سه میکرو محیط متفاوت در استرالیا انجام دادند و چهار گروه فنوتیپی را گزارش دادند. در این مطالعه تنها ۶۳٪ از ۳۰ نشانگر مورد بررسی پلی‌مورف بودند که نشان دهنده تنوع کم نسبت به گیاهانی است که مانند کاملینا خودگرده‌افشان هستند. ایجاد تنوع و بررسی آن برای کاملینا با توجه به برنامه‌های به‌نژادی برای ایجاد ویژگی‌های مثبت و بررسی آن‌ها در مناطق مختلف امری ضروری است. هاچئون و همکاران (۲۰۱۰) اولین بار شواهد روشنی از وضعیت ژنوم هگزاپلوئید کاملینا را با تجزیه و تحلیل دو ژن متعلق به مسیر بیوسنتز اسید چرب ارائه دادند، آن‌ها در گونه‌های مختلف کاملینا ژن یک اسید چرب دی سچوراز (FAD2) و یک اسید چرب الانگاز (FAE1) را مورد بررسی قرار دادند، با استفاده از ساترن بلات سه نسخه هر دو ژن FAE1 و FAD2 در کاملینا را کشف کردند، در حالی‌که تنها یک نسخه از هر کدام در آرابیدوپسیس یافت شده است. مطالعات بیان ژن با استفاده از روش Real time quantitative PCR تایید کرد که هر سه نسخه از هر دو ژن می‌تواند کاربردی بوده و در مراحل مختلف تظاهر داشته باشند.

فرآوری دانه کاملینا

زوبر(۱۹۹۷) در پژوهش خود پیشنهاد کرد که روغن کاملینا پس از استخراج نیاز به مراحل پالایش نظیر تصفیه و خنثی‌سازی ندارد و این مراحل پردازش می‌توند تاثیر منفی بر کیفیت روغن کاملینا داشته باشد. در حال حاضر روش‌های سنتی برای استخراج روغن مطابق جدول (۱) انجام می‌شود.

جدول۱- مراحل پالایش و تصفیه دانه کاملینا

- برداشت گیاه (رطوبت ۱۱درصد) آفتاب خشک
- دانه خشک (رطوبت ۸-۷درصد) خرمن کوبی و تمیز کردن دانه‌ها
- آسیاب کردن دانه برای بدست آوردن توده
- مخلوط کردن توده با حجم مساوی آب (به ظاهر خمیری)
- حرارت دادن خمیر (در ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد) برای تبدل به حالت شنی(Sandy)
- تحت فشار قرار دادن خمیر از طریق پرس
- فیلتر روغنی از طریق یک تور
- استخراج روغنی روشن و زرد رنگ کاملینا

پروفایل اسید چرب یک دانه روغنی تعیین کننده قابلیت استفاده مناسب به عنوان محصول تغذیه‌ای، صنعتی و یا دارویی بودن آن است. داشتن اسیدهای چرب مانند اوریک، لینولینک، لینولئیک و اولئیک در سطوح مختلف روغن‌های گیاهی می‌تواند به‌عنوان اهداف صنعتی و خوراکی استفاده شود. اسیدهای چرب دیگری از جمله استئاریک، آرراشدایک، اکوزادینوئیک، ایکواترینودیک، اروسیک و نرونیک اسید نیز به مقدار کم در روغن کاملینا شناسایی شده‌اند. اسید لینولنیک فراوان‌ترین اسید چرب در روغن کاملینا با میزان تقریبا ۲۵ تا ۳۰ درصد است(Sipalova, 2011).

اکسیداسیون به عنوان علت اصلی فساد روغن در طول ذخیره‌سازی شناخته شده است. پارامترهای اصلی تعیین ثبات روغن در

ابتدای اکسیداسیون، ترکیب تری گلیسرید وحضور ترکیبات آنتی‌اکسیدان می باشد. نتایج مطالعات گوناگون نشان داده که پایداری اکسیداتیو روغن کاملینا نسبت به روغن کتان بالاتر است. اکسیداسیون چربی نه تنها منجر به تولید بوی بد، طعم ناخوشایند و تغییر رنگ می‌شود، همچنین می‌تواند کیفیت تغذیه و ایمنی را کاهش دهد. روغن‌های گیاهی رایج مانند روغن زیتون، ذرت و آفتابگردان کمتر از ۱ درصد اسید لینولنیک دارند، در حالی‌که کلزا و یا روغن سویا تقریبا ۸ درصد و روغن برزک با ٦٠ درصد غنی‌ترین منبع اسید لینولنیک است (Ehrensing and Guy, 2008).

تنش های زیستی(علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات)

یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید کاملینا بحث کنترل علف‌های هرز آن است (Lenssen et al., 2012). مهم‌ترین راهکار در این خصوص کشت کاملینا در اراضی است که کمتر با مشکل علف هرز مواجه‌اند. علف پشمکی و چسبک دو گونه عمده علف هرز رایج در مزارع کاملینا به شمار می‌روند (Davis et al., 2013). علف‌کش Sethoxydim تنها باریک برگ‌کش ثبت شده در آمریکا برای کاملینا است که میزان مصرفی پیشنهادی آن ۰/۲۱ تا ۰/٥٤ کیلوگرم در هکتار است. علاوه بر این در کانادا نیز علف‌کش Quizalofop بادز ۰/۳۷ تا ۰/۷٤ کیلوگرم در هکتار به این منظور ثبت شده است. کاملینا تنها در برابر چند نوع پهن برگ‌کش از جمله علف‌کش‌های دی نیتروآنیلینین تحمل نسبی نشان داده است (Jha and Staugard, 2013). موتانت‌های کاملینای مقاوم به علف‌کش‌های بازدارنده استولاکتات سینتاز نیز معرفی شده‌اند این امکان وجود دارد که در سال‌های آینده کاملینای مقاوم به علف‌کش‌های ایمازاتاپیر، سولفوسولفورون و فلوکاربازون در دسترس کشاورزان قرار گیرند (Walsh et al., 2012). کاملینا به چند بیماری رایج در محصولات خانواده براسیکاسه از جمله بوته میری حاصل از قارچ‌های Rhizoctania و *Phytium debaranium* حساس است، اما خوشبختانه مقاومت بسیار بالایی در برابر دو مورد از مخرب‌ترین بیماری‌های کانولا و سایر دانه‌های روغنی خانواده براسیکاسه، یعنی بیماری‌های آلترناریا و Blackleg، از خود نشان داده است (Seguin et al., 2009). در خصوص آفات نیز این نکته قابل ذکر است که کاملینا نسبت به سه آفت مهم کانولا، از جمله سوسک کک مانند، کرک ریشه و بید پشت الماسی، حساس نیست. سایر آفات، از جمله شته‌ها، نیز روی کاملینا گزارش شده‌اند، اما میزان خسارت آن‌ها اقتصادی نبوده است با این حال، تجمع شته‌ها می‌تواند برای محصول بعدی سیکل تناوب، امری مشکل ساز باشد(Chesnais, 2015).

تنش‌های غیر زیستی

گیاه دانه روغنی کاملینا گیاهی با تحمل ذاتی قابل قبول در برابر تنش یخ زدگی است که می‌تواند در آزمایش‌های تحمل تنش یخ‌زدگی جهت شناسایی دقیق‌تر مکانیسم‌های تحمل مورد استفاده قرار گیرد. تیمار خودسرمایی یعنی سازگاری در شرایط دمای پائین قبل از اعمال تنش یخ زدگی منجر به افزایش تحمل لاین های مختلف به تنش یخ‌زدگی شد. این امر موجب شد که میزان خسارت سلولی به گیاه در شرایط تنش یخ زدگی کمتر باشد. نتایج آزمایش دای‌آلل نشان داد که اثرات اپیستازی و فوق غالبیت

نقش زیادی در کنترل صفات اندازه‌گیری شده مانند درصد بقای گیاهچه و غیره نداشتند. بررسی ترکیب‌پذیری و هتروزیس بین لاین‌ها نوید بخش این بود که می‌توان با انجام تلاقی‌های هدفمند اقدام به تولید لاین‌های با تحمل بیشتر نیز نمود (Ruclland, 2009).

منابع

1. Chesnais, Q., Verzeaux, J., Couty, A., Le Roux, V., Ameline, A. 2015. Is the oilseedcrop *Camelina sativa* a potential host for aphid pests? BioEnergy Res. 8, 91–99. 446–453.
2. Davis, P.B., Maxwell, B., Menalled, F.D. 2013. Impact of growing conditions on thecompetitive ability of *Camelina sativa* (L.) Crantz. Can. J. Plant Sci. 93, 243–247.
3. Ehrensing, D.T., Guy, S.O., 2008. Camelina. https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8953.
4. Gehringer, A. 2010. Development of camelina (Camelina sativa Crtz.) genotypes and winter rapeseed *Brassica napus*(L.) hybrids for marginal locations. Doctoral dissertation, Justus Liebig University, Giessen.
5. Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N., Francis, C. 2010. Camelina (*Camelina sativa* (L.)
6. Groeneveld, J.H. and Klein, A.M. 2014. Pollination of two oil-producing plant species: *Camelina sativa* (L.) and pennycress *Thlaspi arvense* (L.) double-cropping in Germany. GCB Bioenergy, 6(3), pp.242-251.
7. Gugel, R.K. and Falk, K.C. 2006. Agronomic and seed quality evaluation of *camelina sativa* in western Canada. Can. J. Pl. Sci. 86: 1047-1058.
8. Hutcheon, C., Ditt. RF., Beilstein, M., Comai, L., Schroeder, J.,Goldstein, E., Shewmaker, CK., Nguyen, T., De Rocher, J., Kiser, J. 2010. Polyploid genome of *Camelina sativa* revealed by isolation of fatty acid synthesis genes. BMC Plant Biol 10:233.
9. Jha, P., Stougaard, R.N. 2013. Camelina (*Camelina sativa*) tolerance to selectedpreemergence herbicides. Weed Technol. 27, 712–717.
10. Kagale S., Koh C., Nixon J., Bollina V., Clarke W.E., Tuteja R., Spillane C., Robinson S.J., Links M.G., Clarke C., Higgins E.E., Huebert T., Sharpe A.G. and Parkin I.A. 2014. The emerging biofuel crop *Camelina sativa* retains a highly undifferentiated hexaploid genome structure. Nature Communications, 5, Article ID: 3706.
11. Kagale, S., Koh, C., Nixon, J., Bollina, V. 2014. The emerging biofuel crop *Camelina sativa* retains a highly undifferentiated hexaploid genome structure. Nat. Commun. 5, 3706, doi: 10.1038/ ncomms 4706.
12. Kahrizi, D., Rostami-Ahmadvandi, H., Akbarabadi, A. 2015. Feasibility Cultivation of Camelina (*Camelina sativa*) as Medicinal-Oil Plant in Rainfed Conditions in Kermanshah-Iran's First Report. Journal of Medicinal Plants and By-products, 2: 215-218.
13. Lenssen, A.W., Iversen, W.M., Sainju, U.M., Caesar-TonThat, T.,Blodgett, S.L., Allen,B.L., Evans, R.G. 2012. Yield, pests, and water use of durum and selectedcrucifer oilseeds in two-year rotations. Agron. J.104, 1295-1304.
14. McVay, K. A. 2008. Camelina Production in Montana. Copyright © 2008 MSU Extension.
15. Moser, Bryan R., and Steven F. 2010. Evaluation of alkyl esters from *Camelina sativa* oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel. Bioresource Technology 101, no. 2: 646-653.
16. Ruelland, E., Vaultier, M. N., Zachowski, A., & Hurry, V. 2009. Cold signalling and cold acclimation in plants. Advances in botanical research, 49, 35-150.
17. Salisbury, P. A. 1991. Genetic Variability in Australian Wild Crucifers and Its Potential Utilization in Oilseed Brassica Species. PhD Thesis, La Trobe University, Victoria.
18. Séguin-Swartz, G., Eynck, C., Gugel, R., Strelkov, S., Olivier, C., Li, J., Klein-Gebbinck,H., Borhan, H., Caldwell, C., Falk, K. 2009. Diseases of *Camelina sativa* (falseflax). Can. J. Plant Pathol. 31, 375–386.
19. Sipalova, M., Losak, T., Hlusek, J., Vollmann, J., Hudec, J., Filipcik, R., Macek, M. and Kracmar, S. 2011. Fatty acid composition of *Camelina sativa* as affected by combined nitrogen and sulphur fertilisation. African Journal of Agricultural Research, 6(16), pp.3919-3923.
20. Vollmann, J., Eynck C. 2015. Camelina as a sustainable oilseed crop: Contributions of plant breeding and genetic engineering. Biotechnol. J., 10, 525-535.
21. Vollmann, J., Grausgruber, H., Stift, G., Dryzhyruk, V., Lelley, T. 2005. Genetic diversity in camelina germplasm as revealed by seed quality characteristics and RAPD polymorphism. Plant Breed. 2005, 124.
22. Vollmann, J., Moritz, T., Kargl, C., Baumgartner, S., & Wagentristl, H.2007. Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. Industrial Crops and Products, 26(3), 270-277.

23. Walsh, D.T., Babiker, E.M., Burke, I.C., Hulbert, S.H., 2012. Camelina mutantsresistant to acetolactate synthase inhibitor herbicides. Mol. Breed. 30,1053–1063.
24. Walsh, K.D., Puttick, D.M., Hills, M.J., Yang, R.C., Topinka, K.C. and Hall, L.M., 2012. Short communication: first report of outcrossing rates in *Camelina sativa* (L.) crantz, a potential platform for bioindustrial oils. Canadian Journal of Plant Science, 92(4), pp.681-685.
25. Warwick, S. I., and Al-Shehbaz, I. A. 2006. Brassicaceae: chromosome number index and database on CD-Rom. Plant Systematics and Evolution 259, no. 2-4: 237-248.
26. Zubr, J. 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. Industrial crops and products 6 (2):113-119.