بولتن ماهانه تحقیقات دانه‌های روغنی

(علمی خبری، کشاورزی - دانه‌های روغنی)

سال ششم　　شماره ۸۱　　مردادماه ۱۳۹۷

پایداری عملکرد (بخش اول)..... ۱

سجاد طلایی

مدیریت بیماری‌های بادام‌زمینی(بخش ۱۰)..... ۲

علی زمان میرآبادی

اندوفیت‌های قارچی و نقش آن‌ها در حفاظت از گیاهان..... ٤

آیدین حسن‌زاده

اصلاح کلزا(مقاله مروری)..... ۷

مهتاب صمدی

مدیریت بیماری‌های کتان..... ۲۱

رضاپور مهدی‌علمدارلو

اصلاح برای تولید کنجد مکانیکی ۲۲

یاسمین عنایتی

هیئت تحریریه این شماره:

علی زمان میرآبادی

مهتاب صمدی

آیدین حسن‌زاده

رضاپور مهدی علمدار لو

سجاد طلایی

یاسمین عنایتی

پایداری در عملکرد (بخش اول)

Stability in Yield (Part 1)

سجاد طلایی

Talaei.s@arc-ordc.ir

کارشناس ارشد اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات

کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های

روغنی

پایداری و سازگاری رقم مهم‌ترین اهداف اصلاحی به‌ویژه در مناطقی می‌باشد که تغییرات جوی و شرایط رشد از الگوی یکنواختی پیروی نمی‌کند. در کشورهای پیشرفته به علت ارزان بودن نهاده‌ها پایداری اهمیت کمتری نسبت به کشورهای درحال‌توسعه دارد. در سال‌های اخیر تغییرات بارش‌ها، تغییرات آنی دما، افزایش تنش‌های محیطی و غیر محیطی لزوم بحث و توجه به این مقوله را دوچندان کرده است. کشاورزان برای اینکه بخواهند تولید مطلوبی داشته باشند باید بتوانند بر این مشکلات فائق شوند. بنابراین باید رقمی در دسترس کشاورز قرار بگیرد که به دامنه وسیعی از شرایط نامساعد سازگار باشد و از پایداری و عملکرد بالایی نیز برخوردار باشد. این ویژگی برای ارقام زراعی در امر تولید، فروش و تجارت بذر اهمیت بالایی دارد. یک رقم پایدار، رقمی است که اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، پایینی داشته باشد. این بدین معنی است که با تغییرات شرایط عملکرد آن چندان تحت تأثیر قرار نگیرد. معمولاً به نژادگران آزمایشات پایداری و سازگاری عملکرد را در محیط‌های هدف انجام می‌دهند و داده‌های حاصل از این رشته آزمایشات را مورد بررسی آماری قرار می‌دهند. روش‌های آماری بسیاری وجود دارد که در نسخه‌های قبلی به آن اشاره‌شده است. این روش‌ها گاهی بسیار سخت بوده و تا جایی که محققین در بسیاری موارد یک روش ساده‌تر و با دقت بسیار کمتر را نسبت به یک روش پیچیده و دقیق ترجیح می‌دهند. این موضوع از دو

جهت حائز اهمیت است: اول اینکه دقت در اجرای آزمایشات باید بسیار بالا باشد و دوم اینکه روش‌های باقابلیت پیش‌بینی بالاتری جهت تجزیه‌وتحلیل نتایج به دست آمده استفاده گردد. از نکاتی که باید به آن توجه زیادی کرد این است که معمولا ارقام با عملکرد بالا سازگاری پایین‌تری دارند و برعکس. گاهی مشاهده می‌شود که کشاورزان دریک سال عملکرد بسیار مطلوبی از یک محصول گرفته و حتی رکورد تولید را افزایش داده ولی در سال‌های بعد همان رقم عملکرد بسیار پایینی داشته و کشاورز متضرر می شود. البته برخی محققین اعتقاد به اصلاح همزمان عملکرد و پایداری دارند. اما همان‌طور که گفته شد در حالت کلی یک همبستگی منفی بین عملکرد و پایداری وجود دارد.برای داشتن همزمان عملکرد و پایداری پایه ژنتیکی رقم بسیار مهم است. به‌عنوان‌مثال برخی ذرت‌های مشتق شده از بلانکوکریستالینو۱ و بلانکونتادو۲ در شرایط مساعد و نامساعد، پایداری بالایی داشتند ولی ارقام مشتق شده از جمعیت آنتیگوارپابلیک دومینکانا در محیط‌های نامساعد از پایداری مطلوبی برخوردار نبودند.ازنظر آماری رقمی مناسب می‌باشد که واریانس و تغییرات عملکرد کمتری داشته و دارای میانگین عملبکرد بالایی نیز باشد.

منبع:

. محمدی، ا. مقدم، م. رضایی، ع (۱۳۸٤) اصلاح گیاهان زراعی (صفات فیزیولوژیکی) ترجمه. انتشارات‌پریور.۳۶۰ص

مدیریت بیماریهای بادام زمینی (قسمت ۱۰)

Management of peanut diseases (Part 10)

علی زمان میرآبادی

Zaman.a@arc-ordc.ir

رئیس مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذرشرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

مقاومت گیاه میزبان

مقاومت به هر دو از عوامل ELS و LLS در گیاه بادام‌زمینی گزارش شده است (Varman 2001, Izge et al. 2007, Padi 2008, Giri et al. 2009, Tallury et al. 2009, Dolma et al. 2010, Visnuvardan et al.2011). به طور کلی ارقام با برگ‌های متناوب به صورت رونده و پخش شده بر روی زمین و دارای برگ‌های تیره، معمولا به عوامل لکه برگی مقاوم بوده، اما در مقابل اشکال دارای فرم‌های هوایی با برگ‌های روشن، نسبت به این عوامل خساتزا حساسیت داشته و باعث بروز علائم و خسارت روی آنها می‌گردد(Kolte 1984). معمولا ارقام زودرس دارای شاخه‌های پی‌درپی به دلیل بزرگ بودن اندازه روزنه‌ها در سطح بالایی برگ آن‌ها(بیشتر از ۱۳.۴ میکرومتر)، حساسیت بیشتری نسبت به بیماری لکه برگی *Cercospora* دارند، در مقابل بوته‌های دارای برگ‌های متناوب به دلیل وجود یک بافت ضخیم‌تر باعث می‌شود که میزان رشد لکه برگی بر روی آن کندتر صورت پذیرد (Hemingway 1957, Bailey 1967) Gibbons and. زمانیکه میزان آلودگی در برگ‌ها کم است، به دلیل وجود زخم‌های کوچکتر، کم بودن فراوانی آلودگی، شاخص مقدار هاگ‌زایی پایین، دوره نهفته یا کمون طولانی‌تر و نهایتا کم بودن مقدار مطلوب شاخص مقاومت به بیماری، ممکن است گفته شود که این ارقام دارای مقاومت جزئی به بیماری هستند(Hossain and Ilag 2000, Dwivedi et al. 2002, Pande et al. 2002, Cantonwine et al. 2008b). میزان مشخص بافت سبز و سالم برگ گیاه می‌تواند به عنوان شاخصی از مقاومت در برنامه‌های اصلاحی ژنوتیپ ها نسبت به بیماری مورد توجه قرار گیرد. (Dwivedi et al. 2002) در کشورهای در حال توسعه، استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی برای بهبود میزان مقاومت و افزایش عملکرد می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Waliyar et al. 1993, 1995, 1998). تعداد ارقام متحمل به بیماری لکه برگی چندان زیاد نیست هرچند کاربرد یک تا دو مرتبه از قارچکش‌های برگی در زمان مناسب می‌تواند افزایش معنی داری را در میزان راندمان محصول ایجاد کند.(Waliyar et al. 1998) . یک رقم بولیویایی تحت عنوان Bayo Grande و چندین ژنوتیپ دیگر مشتق شده از ژنوتیپ‌های بولیویایی مشخص شده است که نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، نیاز به کاربرد و سمپاشی محدودتری داشته و از این نظر، به بیماری‌های اشاره شده متحمل‌تر می‌باشد(Gremillion et al. 2011a) . برخی ارقام امید بخش مقاوم و متحمل، به یکی یا هر دو بیماری در جدول ۲.۱ آمده است. وراثت پذیری در مقاومت به بیماریهای LLS، زنگ و حتی در راندمان غلاف‌ها نقش

مهمی دارد(Venkataravana and Injeti 2008) . به عنوان مثال در خصوص دو ژنوتیپ ۸۵۰ و ۹۰۹ ، اعلام شده است به *Passalov.personata* (*Cevcospova.personatum*) مقاوم می‌باشند و در مقابل این قارچ یک واکنش فوق حساسیت HR به دلیل ژن O' -methyltransferase از خود نشان می‌دهند (Nobile et al. 2008). تحقیقات نشان داده است، تجمع میزان فیتوالکسین Stilbene و فنل نقش مهمی در مقاومت بادام زمینی به دو بیمارگر ذکر شده داشته و این مواد، از مهم‌ترین مکانیسم های بیوشیمیایی مقاومت محسوب می‌شوند (Motagi et al. 2004, Sobolev et al. 2007, Bhaskar and Parakhia 2010). تغییرات ایزوآنزیم‌ها برای مثال حضور باند فسفات و دو باند استری و فیتوالکسین استیلبن که در ارقام مقاوم بادام‌زمینی مشاهده می‌شود، می‌تواند به عنوان نشانگرهای شناسایی در لکه برگی بادام‌زمینی مورد استفاده قرار گیرند (Jyosthana et al. 2004, Sobolev et al. 2007).

منبع

Chattopadhyay, C., Kolte, S. J., & Waliyar, F. (2015). Diseases of Edible Oilseed Crops. CRC Press.

Peanut Genotypes Resistant (R) or Moderately Resistant (MR) to ELS and/or LLS as Reported from Different Countries in the World

Genotype	Country	R/MR	Reference(s)
ICGV 98369	South Africa	R	Mathews et al. (2007)
ICGV SM99529	Malawi		
ICGV 91225	Sub-Saharan Africa	R to ELS	Hamasselbe et al. (2007)
Samnut II	Sub-Saharan Africa	R to LLS	
Golden Mutant 96 C	Pakistan	R to CLS	Naeem-ud-Din et al. (2009)
INS-1-2006, AIS-2006-11	India	R to LLS	Sheela (2008)
ICGV-IS-96805		R to ELS + LLS	Iwo and Olorunju (2009)
C689-2, Georgia-01R, C12-3-114-58, C11-154-6, Tifguard, and Georganic	Southern United States	R to ELS	Li et al. (2012)
Charmwon, HyQ(CG)S-10 (*A. hypogaea* ssp. *fastigiata*)	Korea	R to ELS	Pae et al. (2008)
ICGV 05033, ICGV 03037, ICGV 05099, ICGX020063-P11, ICGV 04093, ICGV 03016, ICGV 04071, ICGV 86031, ICGV 03157, PAFRGVT60	India	R to LLS + rust	Venkataravana and Injeti (2008)
ICGV 99057, ICGV 00228, ICGV 99068, ICGV 99057, ICGV 00169	India	MR or R to LLS	Venkataravana et al. (2008)
259/88, 262/88	Bangladesh	High R to LLS + ELS	Hossain et al. (2007)
269/89	Bangladesh	MR to ELS	Hossain et al. (2007)
DP-1, Georganic	United States	R to ELS + LLS	Cantonwine et al. (2008)
Georgia-01R, Georgia-05E	United States	R to ELS + LLS + TSW	Branch and Culbreath (2008)
CV100, PI648033	United States	R to ELS + LLS + TSW	Holbrook and Culbreath (2008)
ICGV-IS-96808	Nigeria	R to ELS/LLS	Izge et al. (2007)
CV 850, CV 909		High R to LLS	Nobile et al. (2008)
PI 390590	India	R to LLS	Suryawanshi et al. (2006)
R8972	India	R to LLS + rust	Gopal et al. (2006b)
ICGV 92099, ICGV 90084	Ghana	R to ELS + LLS	Frimpong et al. (2006)
TFDRG1, TFDRG2, TFDRG3, TFDRG4, TFDRG5, VG9514	India	R to LLS + rust	Badigannavar et al. (2005)
N96076L (GP-125, PI641950)	United States	Multiple disease resistance including LLS	Isleib et al. (2006)
Nkatiesari	Ghana	R to ELS + LLS	Padi et al. (2006)
SP 8638	Korea	R to LLS	Pae et al. (2005)
Huayu 22	China	R to LLS + web blotch	Chen et al. (2005)
Kokwang	Korea	R to ELS	Park et al. (2004)
Jakwang	Korea	R to ELS	Pae et al. (2004)
FDRS-10	India	R to LLS	Jyosthna et al. (2004)
Zhonghua 9	Hubei Province of China	R to LLS + rust	Liao et al. (2004)
GPBD-4	India	R to LLS + rust	Gowda et al. (2002a)
Mutant 28-2	India	R to LLS	Gowda et al. (2002b)
C-99R	United States	R to LLS + stem rot + TSW	Gorbet and Shokes (2002a)
Florida MDR 98	United States	MR-R to LLS + stem rot + TSW	Gorbet and Shokes (2002b)
ICGV 92267	ICRISAT, India	MR to LLS + rust	Upadhyaya et al. (2002)
Georgia-01R	United States	R to ELS + LLS + rust	Branch (2002)
GP-NCWS11, GP-NCWS12, GP-NCWS-13, GP-NCWS14, GP-NCWS15	United States	R to ELS + LLS	Stalker et al. (2002)
VRI Gn 5	India	R to LLS + rust	Vindhiyavarman and Mohammed (2001)
ICGV 92080, ICGV 92093	India	R to LLS	Mohammed et al. (2001)
Huayu 17	Shandong Province, China	High R to LLS	Yu et al. (2000)

ELS, early leaf spot; LLS, late leaf spot; TSW, tomato spotted wilt.

اندوفیت‌های قارچی و نقش آنها در حفاظت از گیاهان

(بخش نخست)

Fungal Endophytes and their Role in Plant Protection (Part 1)

آیدین حسن‌زاده

Hasanzadeh.i@arc-ordc.ir

کارشناس ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

مقدمه

اندوفیت‌های قارچی و باکتریایی در طول چند سال اخیر، مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته‌اند و این توجه ناشی از مزایای حضور اندوفیت‌ها در گیاهان میزبان است. کمک به رشد و نمو گیاه میزبان، حفاظت از آن در برابر برخی آفات و بیماری‌ها و تولید متابولیت‌های ثانویه سمی برای علفخواران، از جمله مزایای اندوفیت‌ها برای میزبان‌هایشان می‌باشد. تحقیق در زمینه شناسایی این عوامل و متابولیت‌های ثانویه آنها گسترش یافته است. اندوفیت‌ها در فضای بین‌سلولی (Apoplasts) و درون‌سلولی (Symplasts)، بدون ایجاد آسیب مشهود در بافت گیاه، اجتماعات همزیست تشکیل می‌دهند که نتیجه این همزیستی، بهبود رشد و نمو و سیستم دفاعی گیاه، در برابر عوامل بیماری‌زا می‌باشد.

گسترش در گیاه میزبان

گونه‌های مختلف اندوفیت در بافت‌های متفاوت میزبان از جمله بافت پارانشیم، مجاری آوندی و پوست یافت شده‌اند. محل و میزان گسترش اندوفیت‌ها، به توانایی این میکروارگانیسم‌ها در استفاده از بسترهای غذایی متفاوت بستگی دارد. استفاده از منابع غذایی متفاوت در یک اندام گیاهی، نشان‌دهنده وجود تفاوت در شیوه زندگی بین انواع اندوفیت‌ها است که سبب کاهش رقابت بین آنها می‌شود.این تخصص در بافت و بستر غذایی از گسترش بیش از حد اندوفیت جلوگیری می‌کند. برای مثال در درختان موز، ۶۷ درصد اندوفیت‌ها در بافت ریشه، ۲۳ درصد در پوست و ۱۰ درصد در استوانه مرکزی حضور دارند. گونه‌های مختلف بلوط (*Quercus* sp.)، میزبان اندوفیت‌های دیواره سیاه (DSE) از جمله گونه‌های *Phialocephala fortinii*، *Chloridium paucisporum*، *Piriformospora indica*، *Crytosporiopsis radicicola* و *C. melanigena* می‌باشند. برخی از گونه‌های اندوفیت، دارای الگوهای ویژه برای گسترش در اندام‌های گیاهی هستند، برای مثال گونه *Neotyphodium lolii*، در بذور گیاه میزبان بصورت اندوفیت حضور دارد و بطور نامنظم در بافت‌های گلدهی گیاه، گسترش می‌یابد و فقط پس از تکمیل فرآیند رسیدگی بذر، جنین را کلنیزه می‌نماید. همچنین تنوع و فراوانی اندوفیت‌ها در بافت گیاه، به مرحله رویشی میزبان، فصول مختلف و فیزیولوژی گیاه میزبان بستگی دارد.

تولیدات اندوفیتی

متابولیت‌های ثانویه متنوعی توسط اندوفیت‌ها در طبیعت تولید می‌شود. تمرکز بسیاری از تحقیقات در این حوزه، بررسی تنوع شیمیایی متابولیت‌های اندوفیتی و فعالیت‌های بیولوژیکی آنها مانند اثرات ضد مالاریا، ضد سل، ضد

قارچی، آنتی‌بیوتیک و ضد توموری می‌باشد. **آلکالوئیدها** اغلب به عنوان یکی از ترکیبات بیولوژیک اندوفیتی، در تعاملات بین قارچ‌های اندوفیت با گیاهان علفی شناخته شده‌اند. در برخی، مانند ارگوت، **آلکالوئیدهای** تولید شده، برای انسان و دام سمی هستند. تعامل بین ژنوم‌های گیاهی و اندوفیتی و همچنین اثرات محیطی، منجر به تولید آلکالوئیدهای منحصر به فرد برای هر تعامل اندوفیت-گیاه خواهد شد. **آلکالوئیدهای** ارگوت، از قارچ‌های خانواده Clavicipitaceae به ویژه از گونه‌های سه جنس *Claviceps* ، *Neotyphodium* و *Epichloe* جداسازی و شناسایی شده‌اند (اندوفیت‌های مرتعی). در تعامل بین گیاه خورنال (*Cenchrus echinatus*) و قارچ *Balansia obtecta*، ترکیب **آلکالوئیدی** اصلی، ارگوبالانسین (Ergobalancine) است و در تعامل بین قارچ *Neotyphodium coenophyalum* و گیاه فستوکای بلند، ارگووالین (Ergovaline) **آلکالوئید** اصلی می‌باشد. **آلکالوئید** ارگونووین (Ergonovine) حاصل تعامل بین قارچ *Neotyphodium* sp. و گیاه *Achnatherum robustum*است. همچنین **آلکالوئیدهای** ارگوت توسط گونه *Aspergillus fumigatus* (راسته Eurotiales) تولید می‌شوند که در برخی موارد مانند Chanoclavine I و Chanoclavine aldehyde، مشابه ترکیبات تولیدی توسط گونه‌های جنس *Claviceps* هستند. البته ترکیباتی مانند Fumiclavine A، Fumiclavine B و Fumiclavine C، فقط توسط گونه *A. fumigatus* و ترکیبات Lysergic acid ، Ergovaline، Ergonovine، Ergocrystine و Ergocryptine، فقط در قارچ‌های خانواده Clavicipitaceae تولید می‌شوند. تمامی این ترکیبات **آلکالوئیدی**، نقش مهمی در حفاظت گیاهان در برابر علفخواران دارند. با این حال، ترکیبات **غیرآلکالوئیدی** نیز از اندوفیت‌ها جداسازی شده است. سیتوکالاسین‌ها (Cytochalasines) توسط گونه‌های قارچی مختلف از جمله *Phoma* sp.، *Helminthosporium* sp.، *Hypoxylon* sp.، *Xylaria* sp.، *Phomopsis* sp.، *Chalara* sp. و *Rhinocladiella* sp. تولید می‌شوندکه برخی از آنها اندوفیت‌های معمول مناطق گرمسیری و از خانواده Xylariaceae می‌باشند. این متابولیت‌های قارچی دارای ساختار مولکولی پیچیده و طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی هستند. بسیاری از آنها از تقسیم سلولی، انتقال گلوکز، پلیمریزاسیون اکتین و تشکیل میکروتوبول‌ها جلوگیری می‌کنند، ولی به دلیل اثرات سمی آنها بر انسان، کاربردشان محدود است.پلی‌کتیدها (Polyketids) یک گروه از ترکیبات طبیعی با فعالیت‌های دارویی هستند. برکیلیدیون (Berkeleydione) یک ترکیب از این گروه است که توسط *Penicillium* sp. تولید می‌شود و دارای فعالیت ضد توموری است. با این حال، برخی از ترکیبات **پلی‌کتیدی** از جمله Phomoxin، Phomoxin B، Phomoxin C و Eupenoxide تولید شده توسط گونه‌های جنس *Eupenicillium*، در برابر دیگر میکروارگانیسم‌ها، غیرفعال و یا فاقد فعالیت شناخته شده هستند. تعداد کمی داروی ضد قارچی برای درمان‌های بالینی وجود دارد، بنابراین کشف داروهای ضد قارچی جدید، از اهمیت بالایی برخوردار است. تنوع گسترده‌ای از ترکیبات با خواص ضد قارچی از قارچ‌های اندوفیت جداسازی شده است. سوردارین‌ها (Sordarins) یک گروه مهم از این ترکیبات هستند. سوردارین نخستین‌بار در سال

۱۹۶۶ توسط سیگ و استول از قارچ گونه *Sordaria araneosa* جداسازی گردید و ترکیبات و مشتقات مختلفی از این گروه پس از آن کشف شد. مورینیافونجین (Moriniafungin) ترکیب ضدقارچی استخراج شده از گونه *Morinia pestalozzioides* است. گروه انفومافونجین (Enfumafungin) یک تری‌ترپن گلیکوزید (Triterpene glycoside) و از ترکیبات ضدقارچی هستند که از گونه‌های اندوفیت جنس *Hormonema* بدست آمده‌اند. نفتوپیرون‌ها (Naphthopyrones) از قارچ‌ها و گیاهان مختلفی جداسازی شده‌اند. چهار ترکیب از این گروه شامل Rubrofusarin B، Fonsecinone A، Asperpyrone B و Aurasperone A در محیط کشت گونه *Aspergillus niger* یافت شده‌اند. این قارچ به عنوان اندوفیت از گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) جداسازی شده است. اوراسپرون-ای (Aurasperone A) دارای بالاترین سطح فعالیت ضدمیکروبی علیه دو گونه *Trychophyton rubrum* و *Candida albicans* و همچنین دارای یک اثر بازدارندگی مشابه کتوکونازول (Ketoconazole) است. گوآناکستپن‌ها (Guanacastepenes) گروه دیگری از ترکیبات یافت شده از قارچ‌های اندوفیت هستند که فعالیت ضدمیکروبی قابل توجهی دارند. از جمله این ترکیبات، گوآناکستپن-ای (Guanacastepene A) می‌باشد که دارای اثر ضدمیکروبی در برابر نژادهای مقاوم به دارو از دو گونه باکتری *Staphylococcus aureus* و *Enterococcus faecalis* است. Periconicin A و Periconicin B دو ترکیب بدست آمده از قارچ اندوفیت *Periconia* sp. هستند که فعالیت ضدمیکروبی علیه *S. aureus* دارند. مثال‌های دیگری از این ترکیبات وجود دارد که به ندرت در طبیعت یافت می‌شوند. نفتالن (Naphthalene) از ترکیبات بازدارنده رشد بسیاری از میکروارگانیسم‌ها است و در مواد فرار قارچ اندوفیت *Muscodor vitigenus* یافت شده است. برخی از اندوفیت‌ها مانند گونه‌های تولیدکننده تاکسول (Taxol)، ترکیبات ثانویه‌ای مشابه گیاهان میزبانشان تولید می‌کنند که این مطلب نشان‌دهنده امکان انتقال و بیان ژن بین اندوفیت و گیاه میزبان است.از دیدگاه اقتصادی، تولید مقادیر زیادی از متابولیت‌های ثانویه با بکارگیری میکروارگانیسم‌ها نسبت به تولیدات گیاهی، باصرفه‌تر است و بر این اساس، استفاده از اندوفیت‌ها برای تولید ترکیبات ارزشمند جدید، مورد توجه قرار گرفته است. تنوع کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه تولید شده در گیاهان، می‌تواند به مقدار زیادی به حضور اندوفیت‌ها در گیاهان وابسته باشد. تولید اسید ۳- نیتروپروپیونیک (3-Nitropropionic acid) تنها در گیاهان گزارش شده است، با این وجود برخی از اندوفیت‌ها می‌توانند سطوح بالایی (۱۷۸mg/l) از این ترکیب را در محیط کشت آزاد نمایند. این ترکیب به طور معمول اگر در یک گونه گیاهی تولید شود، در دیگر گونه‌های آن جنس گیاهی نیز می‌بایست تولید گردد ولی تنها در یک گونه از دو جنس گیاهی شامل *Astragalus* sp. و *Coronilla* sp. شناسایی شده است. بنابراین تولید اسید ۳- نیتروپروپیونیک در گونه *A. falcatus* و *C. viminalis* ممکن است نتیجه حضور اجتماعات اندوفیتی در این گیاهان باشد.

منبع

C. Gimenez, C., Cabrera, R., Reina, M. and Gonzalez-Coloma, A. (2007). Fungal endophytes and their role in plant protection. Current Organic Chemistry, 11, 707-720.

مهتاب صمدی
Samadi.m@arc-ordc.ir

اصلاح کلزا (مطلب مروری)

Breeding Rapeseed (review)

کارشناس ارشد بیوتکنولوژی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

مقدمه

خانواده براسیکاسه (Brassicaceae) یا کروسیفر (Cruciferae) شامل تقریبا ۳۷۵ جنس و ۳۲۰۰ گونه است. جنس براسیکا (Brassica) با تقریبا ۱۰۰ گونه، تعداد زیادی از محصولات روغنی مهم اقتصادی در جهان را شامل می شود. گونه *Brassica napus* L., spp. oleifera به نام کلزا یا کانولا از مهترین گونه اقتصادی این جنس می‌باشد. بطور کلی شش گونه از جنس براسیکا برای استفاده انسان با اهمیت هستند. خویشاوندی بوتانیکی بین این گونه‌ها بر اساس مطالعات تاکسونومیک اولین بار توسط یو در سال ۱۹۵۳ انجام گرفت. سه گونه **کلزای آرژانتینی یا کانولا** (*B. napus* (AACC,2n = 38، **خردل قهوه‌ای یا هندی** (*B. juncea* (AABB 2n = 36، و **خردل حبشی** (*B. carinata* (BBCC ،2n = 34 ، آلوتتراپلوئید بوده و از سه گونه دیپلوئید **خردل سیاه** (*B. nigra* (2n = 16 ،BB)، **کلم** (*Brassica oleracea* (CC, 2n = 18)، و **شلغم روغنی** (*Brassica rapa* (AA, 2n = 20 به وجود آمدند (یو۱۹۳۵). علاوه بر جنس براسیکا از جنس‌های مهم دیگر این خانواده، می‌توان *Raphanus* *Sinapis* اشاره نمود که به ترتیب برای ریشه‌های خوراکی و منبع ادویه کشت می‌شوند. جنس براسیکا شامل تعدادی از گونه‌های زراعی و وحشیاست که ترکیبی از سیستم های اصلاحی از دگرگرده افشانی کامل تا سطح بالایی از خودگرده افشانی در آن‌ها قابل استفاده است. بنابراین از نقطه نظر اصلاحی مواد گیاهی بسیار جالب می‌باشند. سه گونه اولیه مونوژنومیک (*B. rapa*, B. *nigra*, B. *oleracea*) بسیار دگرگرده افشان هستند، درصورتی که گونه‌های آمفی‌دیپلوئید (*B. napus*, B. *juncea*, B.*catarina*) عمدتا خودگرده‌افشان هستند.گونه‌های جنس براسیکا می‌توانند به راحتی تلاقی داده شوند و هیبریدهای حیاتی با فرزندان بارور تولید کنند که نشانه‌ای روشن از روابط نزدیک ژنتیکی آن‌ها می‌باشد. اصلاح کلاسیک با رده‌بندی موضوعات اصلاحی جهت بهبود گیاهان زراعی شروع می‌شود. موضوعات بهبود ژنتیکی از طریق اصلاح کلاسیک در هر یک از گونه‌های گیاهی متفاوت است. گونه غالب در جنس براسیکا، کلزا (*Brassica napus*) است که با دو تیپ رشدی تابستانه و زمستانه در اقلیم های مختلف تحت شرایط آب و هوایی متغیر کشت می‌شود. بدلیل شرایط رشدی متفاوت تیپ‌های تابستانه و زمستانه کلزا، موضوعات اصلاحی و اهداف مهم برای هر یک متفاوت بوده و ممکن است در طول زمان با توجه به نیازمندی‌های جدید تولید کننده (مانند نیاز برای مقاومت به بیماری خاص) و یا مصرف‌کننده (مانند ویژگی‌های کیفی بذر) تغییر کند. بنابراین جهت بهبود این محصولات نیاز به تصمیمات طولانی مدت و ارزیابی عمیق نیازهای آینده وجود دارد. وظیفه اصلاحگر ایجاد لیست اولویت برای بهبود صفات مختلف و گنجاندن فعالیت‌های اصلاحی در یک برنامه اصلاحی جامع است. این مسئله ملاحظاتی از جمله در دسترس بودن زمین، تجهیزات

کاشت و برداشت پلات‌های آزمایشی، فضای گلخانه، امکانات غربال‌گری برای مقاومت به بیماری، امکانات آزمایشگاهی و افراد متخصص را شامل می‌شود. بر اساس گزارشات منتشر شده در شبه قاره هند بهبود ژنتیکی عملکرد دانه موضوع اصلاحی اولیه است، درحالی که در جهان غرب، اصلاح برای رسیدن به کیفیت بهتر بیشتر مدنظر است بطوری که در اروپا و کانادا، اصلاح برای روغن و کنجاله جهت تغذیه انسان و دام از اولویت‌های پژوهشی اصلی نسبت به کشورهای آسیایی است. در کشورهای آسیایی قرن هاست از کشت کلزا و خردل، نژادهای محلی و بومی *B. juncea* و *B. campestris* حاصل شده است و در حال حاضر این محصولات مواد گیاهی خام اساسی برای اصلاح‌گر را تشکیل می‌دهند. در سراسر جهان اصلاح برای مقاومت به بیماری‌ها و آفات موضوع اصلاحی مهمی شده است و اصلاح برای مقاومت به بیماری بخشی از تمام پروژه‌های اصلاحی کلاسیک است. همچنین در حال حاضر ایجاد واریته‌های با کیفیت کانولا یا دو صفر (اسید اروسیک صفر و گلوکوزینولات پایین) در بخش‌های مختلف جهان صورت می‌گیرد. علاوه براین ایجاد واریته‌های زودرس برای مناطق با فصل رشد کوتاه (از جمله در بخش‌های مرکزی چین و غرب کانادا) و انتقال ژن برای تحمل به علفکش‌ها از جمله اهداف اصلاحی دیگری هستند که مدنظر اصلاح‌گران قرار دارند.

روش های اصلاحی کلاسیک

روش انتخاب دوره‌ای

روش اصلاحی کلاسیک ساده برای بهبود واریته‌های خودگرده‌افشان مانند شلغم روغنی (*B. rapa*) براساس انتخاب دوره‌ای است (Downey and Rakow 1987). در این روش مواد آزمایشی، جمعیت‌های بومی، نتاج حاصل از تلاقی یا هر جمعیت در حال تفرق دیگر می‌باشند. گیاهان خودگرده افشان در خزانه‌های ردیفی برای عملکرد زراعی و کیفیت بذر، اغلب تکراردار ارزیابی می‌شوند. بذر ذخیره شده از تک بوته‌ها که نتاج برتر تولید کردند با هم مخلوط می‌شوند و در سال بعد در بلوک مجزا کشت می‌شوند، پس مجددا تک بوته‌های برتر خودگرده افشان بطورجداگانه برداشت می‌شوند. پس نتاج حاصله برای شروع چرخه بعدی انتخاب دوره‌ای تست می‌شوند. در هر چرخه از انتخاب دوره‌ای، جمعیت جدیدی ایجاد می‌شود که می‌تواند یک واریته جدید باشد. (Falk and Woods 2002, 2003) سیکل انتخاب دوره تا دستیابی به سطح قابل قبول از بهبود صفات ادامه پیدا می‌کند. واریته‌های مختلف بهبود یافته مانند Varuna, Krishna, Kranti, Shekhar, Durgamani, RH-30, Sita از این روش ایجاد شده‌اند (Rai 1983 a, b).

روش شجره

این روش ممکن است بطور موثر برای تمرکز ژن‌های مطلوب مربوط به صفات اقتصادی مختلف جهت تولید بسیاری از واریته‌ها در *B. napus* و *B. juncea* بکار گرفته شود. در هند، واریته‌های با عملکرد بالا با روش شجره انتخاب شده‌اند. در این روش ۵ تا ۱۰ گیاه F1 برای بدست آوردن بذر نتاج F2 کشت می‌شوند و ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ گیاه F2 کشت و بطور جداگانه برداشت می‌شوند تا نتاج F3 به وجود آید. در نسل F4 نیز انتخاب انجام می‌شود. تنوع میان خانواده های F4 شاخص خوبی برای انتخاب موثرتر است. این روش برای ایجاد واریته زمستانه *B. napus* با اروسیک اسید پایین و عملکرد بالا از تلاقی بین واریته زمستانه *B. napus* با اسیداروسیک بالا Rapol و واریته بهاره *B. napus* با اروسیک اسید پایین Oro استفاده شده است.

روش بک کراس

وقتی ژن مطلوب در جمعیت ناسازگار و وحشی در دسترس باشد، استفاده از روش بک کراس انتخاب درستی خواهد بود. واریته بهاره *B. napus*, Westar به وسیله ترکیب روش‌های اصلاحی بک کراس و شجره ایجاد شده است. روش اصلاحی بک کراس جهت انتقال میزان گلوکوزینولات پایین واریته Bronowski از گونه *B. napus* به تعدادی از واریته‌های تجاری Gobhi Sarson (*B. napus*) در قسمت‌های مختلف جهان استفاده شده است. همچنین این روش برای انتقال صفات جدید مانند ترکیب اسید چرب، رنگ بذر، مقاومت به علفکش و آفات بکار گرفته شده است.

ایجاد واریته های سنتتیک و مرکب

در شبه قاره هند، ایجاد واریته های مرکب، به عنوان یک راهکار، راه برای افزایش عملکرد براسیکا در شرایط کشت دیم گزارش شده است. واریته ها در این مناطق در معرض همه نوع تنش های زنده و غیر زنده هستند(Rai 1979). اگر چه واریته های سنتتیک *B. napus* در بازار اروپا عرضه شده اند، آنها اغلب یکنواخت نبوده به همین دلیل این روش اصلاحی اغلب به مدت طولانی در *B. napus* استفاده نمی‌شود. در کانادا تلاش‌ها جهت ایجاد واریته سنتتیک در *B. napus* بهاره برای کشت تجاری موفق خیلی دلگرم کننده نبوده است. برنامه اصلاحی ایجاد واریته مرکب در *B. rapa* و گونه‌های دیگر، تولید تعدادی از هیبریدهای بین گونه‌ای و ترکیب ساختن آنها را شامل می شود (Rai) .1982

ایجاد واریته‌های هیبرید

هیبرید کلزا همانند واریته آزاد گرده افشان (OP) می‌تواند با استفاده از روش‌های اصلاحی کلاسیک و بیوتکنولوژی ایجاد شود. چالش امروز اصلاح‌گران، توسعه یک برنامه ساختاری مناسب است که طی آن لاین‌های اینبرد والدینی، از نظر میزان هتروزیس تست شده و ترکیباتی از تلاقی والدین، با بهترین عملکرد، غربال گری و شناسایی شوند. بطور کلی جهت تولید هیبرید، والد ماده، به عنوان لاین نرعقیم توانایی تولید گرده ندارد، بنابراین اطمینان حاصل می‌شود که بذر فقط از طریق دگرگرده افشانی با والد نر دیگر، تولید خواهد شد. به منظور تولید بذر هیبرید بصورت تجاری، جلوگیری از خودگرده افشانی والد بذری در تلاقی هیبرید ضروری است. این روش در ذرت ساده است چرا که اندام نر و ماده بصورت جدا و مجزا روی گیاه قرار گرفته‌اند و اندام نر گیاه می‌تواند به آسانی بطور دستی در تعداد زیادی از گیاهان برداشته شود اما در اکثر گونه‌های زراعی مانند کلزا اندام نر و ماده در یک مکان از ساختار گل قرار گرفته‌اند و حذف اندام نر (عقیم کردن) بصورت دستی تعداد زیادی از گیاهان، غیر ممکن است. بنابراین تولیدکنندگان بذر به روش‌هایی جهت کنترل سیستم گرده‌افشانی برای تولید بذر هیبرید نیاز دارند. حدود ۳۰ سال است که پژوهشگران کلزا جهت جلوگیری از خود گرده افشانی روی مکانیسم ژنتیکی تمرکز کرده‌اند. اوایل دهه ۱۹۹۰، پس از ارزیابی سیستم‌های مختلف، تنها دو سیستم قابل اعتماد با عنوان سیستم نر عقیمی ژنتیکی و نر عقیمی سیتوپلاسمی در نظر گرفته شدند. با پیشرفت علم و تکنولوژی سیستم دیگر مبتنی بر فرایند مولکولی نیز ایجاد شده است. بنابراین صرف نظر از افزایش پتانسل عملکرد بذر هیبرید کلزا، ایجاد سیستم‌های نرعقیم برای تولید بذر هیبرید بطور قطع، دستاورد بزرگی است. امروزه دو سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی (CMS تحت کنترل اثرات متقابل ژن‌های هسته ای و سیتوپلاسمی) و نرعقیمی ژنتیکی (GMS

تحت کنترل ژن‌های هسته‌ای) بطور تجاری به ویژه در اروپا استفاده می‌شوند.

سیستم نر عقیمی ژنتیکی لمبک (MSL)

سیستم نرعقیمی ژنتیکی لمبک (Male Sterility Lembke) از موتانت ژنی مغلوب خودبه خودی در خزانه شرکت اصلاحی PflanzenzuchtHG Lembke Norddeutsche (NPZ) آلمان در اوایل دهه ۱۹۸۰ انتخاب شد. این نرعقیمی ژنتیکی مغلوب، اختصاصی شرکت NPZ/Lembke است. در این سیستم نر عقیمی، تمامی واریته‌ها و لاین‌های رایج کلزا به عنوان بازگرداننده باروری شناخته می‌شوند، به عبارتی هر واریته‌ای می‌تواند به عنوان بازگرداننده باروری عمل کند. بنابراین هیچ روش اصلاحی خاصی برای ایجاد لاین گرده دهنده مورد نیاز نیست. همچنین نقصی روی کیفیت بذر تولید شده از این سیستم وجود ندارد. از معایب این سیستم این است که فرایند اصلاحی برای ایجاد لاین‌های عقیم MSL جدید بسیار کند است. این سیستم بیشترین سیستم تولید هیبرید در آلمان است به طوری که هیبریدهای تولیدی از این سیستم ۴۰ درصد سهم بازار در سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ داشتند.

سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی (CMS)

نرعقیمی سیتوپلاسمی (CMS) صفت کلاسیک غیرمندلی بوده و استفاده از این سیستم در تولید هیبریدهای تجاری متداول می‌باشد. این صفت وراثت مادری داشته و به آسانی از طریق گرده افشانی با لاین نر بارور (لاین نگهدارنده) که از نظر ژن‌های هسته‌ای مشابه لاین نرعقیم است قابل تکثیر است. سیستم نر عقیمی سیتوپلاسمی به سیستم سه لاین A، B و R معروف است و تولید بذر هیبرید کلزا در این سیستم شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱) ایجاد لاین‌های نرعقیم (A)، نگهدارنده (B)، بازگرداننده باروری (R)

۲) تلاقی بین لاین نرعقیم (A) و لاین نگهدارنده (B) به منظور نگهداری و تکثیر لاین نر عقیم

۳) تلاقی بین لاین نرعقیم (A) و لاین بازگرداننده باروری (R) به منظور تولید بذر هیبرید

به هرحال واضح است که اصلاح و تولید لاین‌های نرعقیم، نگهدارنده و بازگرداننده باروری برای شرکت‌های اصلاحی کلزا فرآیندی زمان بر و پرهزینه است، اما با بهره‌برداری از بنیه هیبرید و برگشت هزینه با درآمد بیشتر از طریق فروش هر ساله بذر هیبرید به کشاورزان جبران می‌شود. سیستم نر عقیمی سیتوپلاسمی (Cytoplasm Male Sterility) فراوان‌ترین سیستم کنترل گرده افشانی در براسیکا است. در این سیستم از اثرات متقابل سیتوپلاسم و هسته در گونه‌های مختلف، نرعقیمی کامل یا جزیی حاصل می‌شود. گاهی اوقات با اثراتی روی مورفولوژی گل همراه است بطوری که ساختار گل برای حشرات جذاب نبوده که می‌تواند اثر منفی در تولید هیبرید داشته باشد. دمای بالا و خشکی نیز در کارایی این سیستم عقیمی بسیار تاثیرگذار هستند. نر عقیمی سیتوپلاسمی می‌تواند در اثر موتاسیون‌های خودبه‌خودی به نام Autoplasmic-cms و یا از طریق تلاقی‌های بین گونه‌ای و بین جنسی با ترکیب هسته از یک گونه با سیتوپلاسم از گونه دیگر به نام Alloplasmic- cms ایجاد شود. اگرچه سیستم‌های CMS فراوانی از منابع مختلف در دسترس هستند، اما اغلب کاربردشان در برنامه‌های اصلاحی کلزا به دلیل ناپایداری عقیمی، عدم وجود لاین‌های بازگرداننده باروری و نگهدارنده و اثرات منفی سیتوپلاسم مورد استفاده در القا نرعقیمی با محدودیت

مواجهه می‌شود. توضیحات بیشتر دو نوع از این سیستم در زیر آمده است.

نرعقیمی سیتوپلاسمی پلیما (Polima)

این سیستم بطور خودبه‌خودی در کلزا به وجود آمد (Fu, 1981). تعدادی از ژن‌های بازگرداننده باروری در ارقام SOSR، Fang، McVetty و برخی از واریته‌های چینی و هندی در دسترس است. ارزش تولید هیبرید با استفاده از این روش دارای محدودیت‌هایی است از جمله این که در شرایط محیطی مختلف بیان ژن نرعقیمی در این سیستم ناپایدار است بطوری که در شرایط دمایی بالا ممکن است خاصیت عقیمی شکسته شود. در نتیجه بذر هیبرید حاصله ممکن است با بذور عقیم آلوده شود و از آنجایی که این لاین‌ها بذر تولید نمی‌کنند در نهایت عملکرد تولید هیبرید کاهش خواهد یافت. از معایب دیگر این سیستم محدودیت تعداد لاین‌های نگهدارنده آن است. سیستم پولیما فقط با غربالگری تعداد فراوان از لاین‌ها در محیط‌های مختلف به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های نگهدارنده پایدار کارایی دارد.

سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی اوگرا (Ogura)

سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمیOgu-INRN به وسیله INRN (Institute National Research Agriculture) از طریق امتزاج پروتوپلاست بین تربچه (*Raphanus sativus*) و کلزا (*Brassica napus*) در فرانسه ایجاد شد. یکی از امید بخش‌ترین روش‌های تولید هیبرید است. نتایج منتشر شده نشان می‌دهد که نرعقیمی در این سیستم بسیار پایدار است. اما ژن‌های بازگرداننده باروری با ژن‌هایی از تربچه لینکاژ دارند که باعث ایجاد کیفیت نامطلوب بذر از جمله میزان گلوکوزینولات بالا در والد پذیرنده می‌شوند. شرکت Pioneer Hi-Bred مواد آزمایشی INRN را با موافقت و اجازه دریافت کرد و توانست میزان گلوکوزینولات لاین‌های بازگرداننده باروری را از طریق روش‌های اصلاحی کلاسیک کاهش دهد.

سیستم سیدلینک این ویگور(SeedLink (InVigor

توسط متخصصین ژنتیک گیاهی شرکت CropScience Bayer ایجاد شد. در این سیستم لاین‌های نر عقیمی ژنتیکی و بازگرداننده باروری از طریق مهندسی ژنتیکی ایجاد می‌شوند. نرعقیمی و بازگرداننده باروری در این سیستم کارا و پایدار است. آسانی تولید بذر در این سیستم قابل توجه است. از جمله محدودیت‌های این سیستم این است که محصولاتی که بر پایه تغیرات ژنتیکی ایجاد می‌شوند هنوز در برخی کشورها تجاری نشده اند.

اهداف اصلاحی و دستاوردهای آن

عملکرد دانه و پایداری عملکرد

افزایش عملکرد و پایداری آن هدف معمول و مداوم در تمام برنامه‌های اصلاحی کلاسیک است. عملکرد هر گیاه حاصل کلیهٔ اجزاء آن می‌باشد. بنابراین جهت بهبود عملکرد باید مبادرت به اصلاح عوامل مؤثر در عملکرد نمود. اگرچه در ارزیابی لاین‌ها و واریته‌ها، عملکرد به عنوان یک صفت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد ولی جهت اصلاح ارقام پرمحصول می‌توان نقاط ضعف گیاه از جمله حساسیت به بیماری‌ها، خوابیدگی، طول دورهٔ رویش و غیره را رفع نمود. پنج واریته کلزا تابستانه با عملکرد بالا و حاصل انتخاب شجره‌ای از کلزای آرژانتینی، در اوایل دهه ۱۹۴۰ ایجاد شدند. تلاش‌هایی جهت بهبود در عملکرد بذر از کلزای آرژانتینی به شلغم روغنی صورت گرفت. این واریته‌ها، اسیداروسیک، در حد روغن بالا وگلوکوزینولات بالایی در کنجاله داشتند (Finlayson et al. 1973). با

روش‌های اصلاحی افزایش میزان عملکرد، کاهش اسیداروسیک و گلوکوزینولات و افزایش میزان روغن در برخی واریته‌ها بدست آمد. تمامی این بهبودها از طریق دورگ‌گیری و- اصلاح با انتخاب شجره و روش‌های اصلاحی کلاسیک حاصل شدند (Rakow 1993a, b).

خصوصیات روغن

از ابتدا ایجاد واریته‌های با میزان اسیداروسیک پایین برای استفاده از روغن کلزا به عنوان روغن گیاهی جهت مصرف انسان یک ضرورت بود. در مورد اسیداروسیک نگرانی تغذیه ای وجود داشت، بطوری که در موش‌هایی که از روغن کلزا با اروسیک اسید بالا تغذیه می‌کردند، تغییرات قلبی مشاهده شد. (Beare-Rogers 1970; Kramer and Sauer 1983). بیانیه کنفرانس رسمی بین المللی کلزا در سال ۱۹۷۰ تغییر تدریجی بیش از حد برای واریته های با اسیداروسیک پایین تهیه‌کرد، که طی چند سال بدست آمد. امروزه کل تولید کلزا در کانادا، استرالیا و اروپا و بسیاری از کشورهای دیگر شامل تیپ با اسیداروسیک پایین (کمتر از یک درصد) است که طریق کاربرد روش‌های اصلاحی کلاسیک در ترکیب با روش‌های تحلیلی مناسب از آنالیز اسید چرب بدست آمده است. همچنین به منظور افزایش کیفیت روغن کانولا اصلاح‌گران با استفاده از روش‌های اصلاحی کلاسیک و مدرن به افزایش میزان اسیداولئیک و کاهش اسیدلینولئیک (روغن مصرف انسان) و یا افزایش اروسیک اسید و لینولئیک اسید (روغن صنعتی) دست یافتند.

کیفیت کنجاله

کنجاله کلزا به عنوان مکمل غذایی با پروتئین بالا برای دام و ماکیان استفاده می‌شود. ارزش و بازاریابی کنجاله کلزا در گذشته به دلیل حضور گلوکوزینولات در بذر محدود بود. راه‌حل نهایی برای این مشکل حذف ژنتیکی گلوکوزینولات بذر از طریق اصلاح بوده که در چند سال اخیر بدست آمده است. جستجو برای کلزا با سطوح پایین گلوکوزینولات موفقیت آمیز بود زمانی که Krzymanski در سال ۱۹۶۷، میزان پایین گلوکوزینولات را در کلزای لهستانی *B. napus* واریته Bronowski با میزان گلوکوزینولات ۱۰ درصد کشف کرد (Finlayson et al. 1973; Röbbelen and Thies 1980). میزان پایین گلوکوزینولات Bronowski بطور موفقیت‌آمیز به ژرم‌پلاسم الیت با اسیداروسیک صفر کلزا تابستانه و زمستانه از طریق دورگ‌گیری- اصلاح و انتخاب شجره وارد شدند. همچنین این صفت به *B. rapa* از طریق دورگ‌گیری‌های بین گونه‌ای با Bronowski در ترکیب با بک‌کراس‌های تکراری به *B. rapa* وارد شد. امروزه تقریبا تمامی واریته‌های کلزا با اروسیک اسید پایین میزان گلوکوزینولات پایین (۱۵ میکرومول بر گرم بذر) دارند.

مقاومت‌ها

اصلاح‌گران همواره به دنبال منابع مقاومت در برابر بیماری‌ها، آفات، خشکی، شوری، سرما و غیره بوده‌اند. امروزه با عوض شدن ارقام به دوصفر(Double Low) به نظر می‌رسد آسیب‌پذیری آنها مخصوصاً به بیماری‌ها نیز بیشتر شده است. بطور کلی گزارش شده است در شبه قاره هند بیماری لکه برگی آلترناریایی، زنگ سفید و سفیدک پودری از بیماری‌های مهم هستند در حالی که در کشورهای غربی از جمله در کانادا و استرالیا بیماری ساق‌سیاه (*Leptosphaeria maculans* Desm.) مهم است. بیماری ساق‌سیاه، که به وسیله قارچ *Leptosphaeria maculans* ایجاد می‌شود یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها در

کلزا بهاری است. ژن‌های مقاومت در واریته‌ها و لاین‌های ژرم پلاسمی استرالیا و اروپا (فرانسه) وجود دارند. واریته‌های مقاوم با واریته‌های سازگار و حساس کانادایی تلاقی داده شدند و انتخاب در نسل‌های در حال تفرق بعد از تلاقی صورت می‌گیرد. بسیاری از واریته‌های جدید کانادایی و هیبریدها به ساق سیاه مقاوم هستند. خزانه‌های بیماری مزرعه‌ای و روش‌های انتخاب آلودگی در محیط کنترل شده، در انتخاب لاین‌ها و واریته‌های مقاوم بسیار موثر هستند. برخی از بیماری‌های دیگری که می‌توانند سبب خسارت اقتصادی قابل ملاحظه شوند، ریشه گرزی (*Plasmodiophora brassicae*)، پوسیدگی ریشه (*Rhizoctonia solani* Kuhn) و پوسیدگی ساقه می‌باشند. در برخی مناطق بیماری اسکلروتینیا *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) می‌تواند تهدید برابر و حتی بیشتر از بیماری ساق سیاه برای کشت براسیکا باشد. نژادهایی از زنگ سفید (*Albugo candida*) شناسایی شده‌اند که می‌توانند به *B. campestris* (نژاد ۷) و *B. juncea* (نژاد ۲) حمله کنند (Pidskalny and Rimmer 1985). واریته‌های اروپایی و کانادایی *B. napus* به تمامی نژادهای شناخته شده زنگ سفید مقاوم هستند، اما واریته‌های چینی به نژاد ۷ آن حساس می‌باشند (Fan et al. 1983a , b). واریته های *B. juncea* نسبت به *B. campestris* به بیماری لکه برگی حاصل از عامل بیماری *Alternaria brassicae* دارای تحمل مزرعه‌ای نسبتا بهتری می‌باشد (Rai et al. 1976). همچنین مشاهده شده است *B. carinata* نسبت به *B. campestris* و *B. juncea* تحمل بیشتری به بیماری لکه برگی نشان می‌دهند (Bansal et al.1990). از تلاقی‌های بین واریته‌ای و بین گونه‌ای می‌توان در جهت انتقال ژن‌های مقاومت به بیماری به ارقام مدنظر بهره گرفت. در جهت مقاومت به حشرات تنها امید، انتقال ژن‌هایی است که باعث تولید مواد دافع حشرات می‌شود. مقاومت به علف کش‌ها نیز در کلزا دارای اهمیت بوده و در این گیاه ژن‌های مقاومت به علف‌کش تریازین وگلیفوسیت (راندآپ) در دسترس می‌باشد و حتی به ارقام تجارتی نیز وارد شده است. همچنین در شرایط دیم استفاده از بارندگیهای پائیزه و زمستانه حائز اهمیت بوده و باید ارقامی تهیه گردند که زودرس‌تر باشند. منابع و لاین‌های زودرسی وجود دارند که می‌توان از آن‌ها با استفاده از روش‌های اصلاحی در جهت ایجاد واریته‌های زودرس جدید بهره گرفت.

خصوصیات زراعی مطلوب

براساس نظر مندهام و همکاران (۱۹۸۱) و تورلینگ (۱۹۹۱) تیپ ایده‌آل کلزا در جهت تولید عملکرد بالا دارای خصوصیات زیر می باشد (Mendhan et al., 1981; Thurling, 1991):

۱. دارای رشد اولیه سریع باشند (قبل از روزت)
۲. گلدهی زود هنگام پس از روزت
۳. ساقهٔ کوتاه وضخیم
۴. گل‌های بدون گلبرگ
۵. توان مطلوب حفظ بذرها از سقط شدن
۶. برخورداری از تعداد خورجین ۸۰۰۰-۵۰۰۰ عدد در مترمربع
۷. طویل بودن خورجین
۸. خورجین‌هایی که به شکل عمودی‌تر قرار گیرند
۹. افزایش تعداد غلاف درساقه اصلی و کاهش ساقهٔ فرعی از پایین
۱۰. مقاومت به ریزش

در ارزیابی ارقام و یا ایجاد یک رقم جدید هر یک از صفات ذکر شده مدنظر اصلاح‌گر می‌باشد و درصد جمع کردن اکثر این صفات در رقم مورد نظر می‌باشد.

منابع ایجاد تنوع ژنتیکی جدید در جنس براسیکا

در دانه‌های روغنی جنس براسیکا بدلیل طبیعت دگرگرده افشانی گونه‌های اولیه تنوع کافی در دسترس است، اما جهت جستجو ژن‌های جدید و ترکیب ژنی برای مقاومت به بیماری، حشرات، نرعقیمی، بازگرداننده باروری و غیره باید تنوع ژنتیکی جدید را به طور مصنوعی ایجاد کرد در این رابطه می‌توان از موتانزایی القایی و تلاقی‌های بین واریته‌ای هدفمند و تلاقی‌های دور بین گونه‌ای بهره برد. در کلزا دورگ‌گیری با خارج کردن بساک غنچه گل که روز بعد باز می‌شوند، انجام می‌شود. روز بعد کلاله گل عقیم شده با گرده تازه از پرچم گیاه انتخابی گرده پاشی می‌شود. (Chiang 1974). تلاقی‌های درون گونه‌ای بسیار موفقیت‌آمیز هستند و میزان موفقیت تلاقی اگر با دقت صورت گیرد، بیشتر از ۹۰ درصد است و عملکرد غنچه عقیم شده و گرده افشانی شده ممکن است ۲۰-۱۰ بذر در هر خورجین باشد. در هر صورت میزان موفقیت در تلاقی‌های بین گونه‌ای به خویشاوندی ژنتیکی، اساس ژنومی گونه‌های والدینی مورد استفاده و تلاقی متقابل وابسته است. برای اصلاح‌گران درک اساسی رابطه تلاقی پذیری میان گونه‌های روغنی براسیکا بدلیل امکان انتقال صفات مهم زراعی مانند مقاومت به بیماری و آفات، نر عقیمی سیتوپلاسمی، بازگرداننده باروری و ویژگی‌های کیفی مطلوب اهمیت دارد.

موتانزایی القایی برای ایجاد تنوع جدید

موتانزایی به ویژه موتانزایی مصنوعی تنوع مفید فراوانی برای اصلاح و بهبود گیاهان زراعی فراهم کرده است و فرایندهای اصلاحی را در مقایسه با برنامه‌های اصلاحی کلاسیک کوتاه کرده است. اصلاح موتاسیونی محصولات براسیکا در سال ۱۹۴۰ شروع شد. ده ها واریته با بهبود صفات از طریق موتانزایی فیزیکی و شیمیایی اصلاح شده‌اند. در ضمن پیشرفت زیادی در روش موتانزایی القایی بدست آمده است (Jambhulkar et al. 2007). موتانزایی القایی فیزیکی عمدتا به موتاسیون DNA و تنوع کروموزومی ناشی از موتاژن فیزیکی مانند اشعه ایکس، اشعه گاما، اشعه آلفا، اشعه بتا، لیزر، پرتو الکترونی، پرتو یونی، اشعه فرابنفش و غیره اشاره دارد. موتاژن‌های فیزیکی توسط اشعه ایکس، گاما و نوترون‌های سریع حرارتی بطور گسترده در اصلاح موتاسیونی براسیکا بکار گرفته شده‌اند. موتانزایی القایی شیمیایی در مقایسه با موتانزایی فیزیکی با قدرت نفوذ زیاد، تخریب قابل ملاحظه ساختار کروموزوم را سبب می‌شود، موتانزایی شیمیایی می‌تواند باعث موتاسیون‌های نقطه‌ای بیشتر و درصد پایین انحرافات کروموزومی شود. در میان تمامی موتاژن‌های شیمیایی، اتیل متیل سولفونات (EMS) و عوامل آلکالیل‌کننده متداول‌ترین موتاژن‌ها بوده و بطور گسترده در اصلاح براسیکا استفاده می‌شوند(Sega 1984; James and Dooner 1990; Henikoff et al. 2004; Wang et al. 2008; Wu et al. 2008). در حال حاضر دانه‌گرده (بساک)، جنین نابالغ، بذر و کالوس بطور گسترده به عنوان هدف برای القا و موتاسیون در براسیکا استفاده شدند (Schnurbusch and Becher 2000; Zhao et al.2000; Muangprom et al. 2005; Ferrie et al. 2008) مثال‌های زیادی از افزایش میزان روغن با استفاده از موتاسیون‌های القایی در کلزا وجود دارد. وانگ و همکاران (۲۰۰۸)، ۱۱۶۸ بذر M3 از جمعیت بزرگ موتانت EMS *B. napus* را بررسی کردند. آنها فراوانی توزیع میزان روغن را تا میزان ۴۷/۸ درصد اندازه‌گیری کردند که این مقدار از تیپ وحشی به ارزش(۳۰/۶۲) بیان کردند. یا سایر مزارع مشابه (۳۶/۳۸) بیشتر بود (Wang et al., 2008). روغن کلزا به عنوان روغن گیاهی خوبی برای مصرف انسان در نظر

گرفته شده است، چرا که ترکیب اسیدچرب آن به ویژه سطوح پایین اسیدهای چرب اشباع و سطوح بالا اسیدچرب غیر اشباع تک باند مضاعف، برای تغذیه انسان بسیار مفید است. در هر صورت هنوز نیاز است انواع دیگر اسیدهای‌چرب در روغن افزایش یا کاهش داده شوند. گزارش‌هایی از تغییر ترکیب اسیدچرب در کلزا از طریق ایجاد موتاسیون ارائه شده است. همچنین طی دهه گذشته مثال‌های زیادی از انتخاب گیاهان مقاوم به بیماری از موتانت‌های کلزا وجود دارد. در سال ۱۹۹۹ مولین و همکاران اولین بار دو جمعیت کوچک موتانت کلزا به وسیله EMS ایجاد کردند (Mullins et al. 1999). بعد از تلقیح برگ‌های جوان گیاه با *Sclerotinia sclerotiorum*، آن‌ها دریافتند جمعیت M2 تنوع بیشتری نشان می‌دهد و میزان آلودگی کمتر از جمعیت والدینی است. سپس آن‌ها برخی گیاهان با تغییر در میزان مقاومت به *Sclerotinia sclerotiorum* جدا کردند. موتانزایی القایی برای بدست آوردن لاین‌های موتانت با سه درصد لینولئیک اسید در *B. napus* (Rakow 1973 ; Robbelen and Nitsch 1974)، تغییر رنگ بذر موتانت در خردل (Verma and Rai 1980a) و تحمل به بیماری لکه برگی بکار گرفته شده است. علاوه بر این موتانزایی القایی برای ایجاد تنوع جدید برای زودرسی، تیپ گیاهی متراکم و رنگ بذر زرد در خردل در هند استفاده شده است. اکثر موتاسیون‌های القایی حتی مضر و در عمل قابل مشاهده نیستند بنابراین غربالگری و شناسایی موتانت قابل مشاهده برای موفقیت اصلاح موتاسیونی بسیار مهم است. مطالعات اولیه در شناسایی موتانت‌ها به انتخاب فنوتیپی وابسته است. برای فرد با تنوع فنوتیپی آشکار بررسی مستقیم فنوتیپ، ساده و روش موثری است. اما درصورتی که موتانت‌هایی با تنوع فنوتیپی پیچیده رخ دهد شناسایی موتانت‌ها بطور صحیح و به سرعت در جمعیت بزرگ موتانت مشکل است. امروزه با توجه به توسعه مارکرهای مولکولی، غربال‌گری و شناسایی موتانت‌ها در سطح مولکولی با مارکرهای اختصاصی متنوع در براسیکا امکان پذیر شده است(Schierholt et al. 2000; He and Yang 2004; Hou et al. 2008). اخیرا تکنولوژی جدید تیلینگ (آسیب های موضعی مورد هدف در ژنوم) برای شناسایی موتاسیون‌های نقطه ای با هزینه کم و توان بالا معرفی شده است(McCallum et al. 2000a, b).

تلاقی‌های بین گونه‌ای برای ایجاد تنوع جدید

فاکتورهای زیادی در تلاقی بین گونه‌ای تأثیرگذار هستند، اما مهم‌ترین آن‌ها نزدیکی و قرابت دو گونه است. بسیاری از گونه‌های براسیکا درجه بالایی از خوشاوندی را نشان می‌دهند، که امکان تلاقی بین گونه‌ای و بین‌جنسی را فراهم می‌کند. اصلاح‌گران با انجام درجات متفاوت از دورگ‌گیری بین گونه‌های خویشاوند براسیکا به جستجو صفات جدید مانند کیفیت روغن، مقاومت به ریزش و آفات جهت ایجاد واریته‌های جدید کمک می گیرند (Zhang et al., 2004). در براسیکا دورگ‌گیری بین گونه‌ای روش مفیدی برای انتقال صفات با ارزش بین گونه‌های تجاری است (Rahman, 2001., Seyis et al., 2003). بطور کلی اطلاعات درباره دورگ‌گیری بین گونه ای از دو منبع حاصل می‌شود: ۱) تلاقی‌های انجام‌شده توسط اصلاح‌گران و ژنتیک دانان ۲) هیبریدهای طبیعی که در مزرعه یافت می‌شوند. موفقیت در تلاقی بین *B. napus* و *B. juncea* در دهه ۱۹۷۰ گزارش شده است (Roy, 1978). منگ و همکاران (۱۹۹۸)، در تلاقی بین *B. napus* و *B. carinata* با استفاده از روش‌های اصلاحی کلاسیک هیبریدهای بارور بدست آوردند (Meng et al., 1998).

دورگ‌گیری بین گونه‌های تتراپلوئید و دیپلوئید مشکل است و عدم موفقیت در مراحل زیادی از خودناسازگاری در مرحله گرده افشانی تا موانع قبل و بعد از جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد. در اکثر تلاقی‌های بین گونه‌ای بدلیل عدم موفقیت در تشکیل آندوسپرم، بذر بالغ تولید نمی‌شود (Nishiyama et al., 1991). کشت تخمک برای غلبه خودناسازگاری بین گونه‌ای پس از تشکیل تخم استفاده می‌شود (Diederichsen and Sacristan, 1994). بطور مشابه تلاقی بین *B. napus* و *B. oleracea* بطور طبیعی ناموفق است، اما با تکنیک کشت جنین هیبرید می‌تواند تولید شود (Gowers et al., 1999). رانی و همکاران ۱۹۹۵ به منظور کاهش اسیداروسیک *B. napus* را با *B. juncea* تلاقی دادند (Raney et al., 1995). همچنین در هندوستان کاشیک و آگنیهوتری ۲۰۰۰، تغییر اولئیک اسید بالا و لینولئیک پایین را در تلاقی بین گونه‌ای از *B. napus* و *B. juncea* همراه با نجات جنین گزارش کردند (Kaushik and Agnihotri, 2000). انتقال خصوصیات کیفی کانولا از کانولا به خردل از طریق تلاقی بین گونه‌ای، روش سریع برای بهبود پارامترهای کیفی روغن ژرم پلاسم *B. juncea* است. وقوع آمفی دیپلوئید خود به خودی در دو رگ‌گیری بین گونه‌ای و بین‌جنسی از گونه براسیکا غیرعادی نیست. این پدیده به گامت‌های منحصر به فرد کاهش نیافته نسبت داده می‌شود. رشید و همکاران ۱۹۹۴، براسیکا ناپوس دانه زرد از جمعیت F2 حاصل تلاقی‌های ترکیبی بین (*B. napus*×*B. juncea*) و (*napus*×*B. carinata*) انتخاب کردند (Rashid et al., 1994). تقریبا در اغلب موارد نسل‌های اولیه حاصل از تلاقی گونه‌های وحشی با گونه‌های زراعی از لحاظ صفات مورفولوژیکی و ژنتیکی بسیار نامطلوب می‌باشند، اما بهره‌گیری از روش‌های مناسب اصلاحی مانند تلاقی برگشتی می‌تواند این گیاهان را در حد ارقام زراعی ارتقاء داد (Mujeeb-Kazi, 1993). اطلاعات اخیر روی دورگ‌گیری بین گونه‌ای در گروه کروسیفر براسیکا برای انتقال زودرسی به *B. napus* با استفاده از دورگ‌گیری با *B. compestris* ، انتقال مقاومت به ریزش به *B. napus* با تلاقی *B. compestris* و *B. juncea* است. تمامی این اطلاعات بطور واضح نشان می‌دهد که ایجاد واریته‌هایی با بهبود عملکرد و کیفیت با استفاده از دورگ‌گیری بین گونه‌ای در محصولات روغنی براسیکا امکان پذیر است.

استفاده از روش‌های اصلاحی بیوتکنولوژی در جنس براسیکا

دانه‌های روغنی در جنس براسیکا بدون شک نقش مهمی در امنیت غذایی و انرژی در آینده دارند. بنابراین نیاز است این محصولات به تنوع ژنتیکی لازم برای مقاومت در برابر چالش آب و هوا و تنش‌های زنده و غیر زنده بدون به خطرانداختن عملکرد مجهز باشند. اگر چه اصلاح کلاسیک در توسعه واریته‌های دانه روغنی براسیکا نقش مهمی داشته است. اما تکیه بر قابلیت در دسترس بودن آلل‌های سودمند در گونه‌هایی که اجازه ورود به واریته‌های تثبیت شده را می دهد، اغلب محدود شده است. همچنین انتخاب فنوتیپی اصلاح کلاسیک اغلب با دانش کم یا بدون آگاهی از تنظیم و عملکرد ژن‌های مسئول صفات انتخابی انجام می‌گیرد. در نتیجه فرایندهای اصلاحی اغلب وقت‌گیر و ناکارامد هستند. لذا نیاز است استفاده از روش‌های اصلاحی بیوتکنولوژی و ابزارهای ژنومی جهت شناسایی و جداسازی صفات و بهره‌وری استفاده از منابع و افزایش درک بیوشیمیایی و محدودیت‌های فیزیولوژیکی عملکرد

مورد توجه خاص قرار گیرد. به صورت تجاری ثابت شده است گیاهان جنس براسیکا مهم‌ترین گیاهان زراعی برای پاسخ به دستکاری‌های بیوتکنولوژی هستند. پیشرفت قابل توجهی در زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گونه‌های براسیکا در چند سال گذشته انجام شده است. باززایی گیاه از طریق اندام‌زایی و جنین‌زایی سوماتیکی به طور فزاینده‌ای با استفاده از انواع مختلف ریزنمونه و با بهبود کشت بافت با تمرکز بر عواملی مانند سن آن، ژنوتیپ و افزودنی‌های محیط کشت بهینه شده است. تولید هاپلوئید و دابل‌هاپلوئید با استفاده از میکروسپور باعث افزایش تولید لاین‌های هموزیگوت در گونه Brassica شده است. بنابراین ابزاری برای تولید سریع لاین‌های هموزیگوت در تولید بذر هیبرید فراهم می‌شود. جنین‌های سوماتیکی و گیاهچه‌ها در سال ۱۹۷۷ در *B. napus* تولید شدند و این تکنولوژی از آن زمان برای اهداف مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. بیشتر ژنوتیپ‌ها به کشت میکروسپور پاسخ می‌دهند و این ریزنمونه‌ها عملکرد بیشتری نسبت به کشت بساک دارند. میکروسپور و کشت بساک به عنوان ابزارهای اصلاحی برای بهبود Brassica سبزیجات مانند *B. oleracea* و pakchoi (*B. rapa* ssp. chinensis) بکار گرفته شده‌اند. جنین‌های حاصل از کشت میکروسپور در *B. napus* جهت بررسی مسیرهای بیوشیمیایی و انتخاب محصولات متابولیک و همچنین جهت بررسی مقدار گلوکوزینولات به منظور انتخاب لاین مطلوب در *B. napus* مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ثابت شده است که میکروسپورها برای اهداف ترانسفورماسیون در جهت تولید گیاهان تراریخته *B. napus* حیاتی هستند. همانند سایر تکنیک‌های کشت بافت، کشت میکروسپور براسیکا نیز به ژنوتیپ وابسته است. به عنوان مثال، تنها ۳۰ درصد از ژنوتیپ های *B. juncea* که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند به کشت میکروسپورها پاسخ مثبت دادند. اثرات وابسته به ژنوتیپ نیز در *B. carinata* مشاهده شد. از این رو هنوز نیاز به گسترش این تکنولوژی در ارقام غیر پاسخ‌دهنده است. امتزاج سلول سوماتیکی ایجاد هیبریدهای بین گونه‌ای و بین‌جنسی را درگونه‌های ناسازگار جنسی Brassica تسهیل کرده است. بهبود محصولات با استفاده از تنوع سوماکولونال نیز به دست آمده است. منبع با ارزش به طور بالقوه ژن‌ها برای بهبود این دانه‌های روغنی استفاده از گونه‌های اجدادی وحشی است که می‌توانند تا حد زیادی با استفاده از فناوری‌های ژنومی و ترانسژنیک بکارگرفته شوند. بهرحال امروزه استفاده از نشانگرهای مولکولی در انتخاب به کمک مارکر و اصلاح، فناوری ترانسژنیک برای معرفی صفات مطلوب و تجزیه و تحلیل آنها بخش مهمی از تحقیقات جاری در این جنس هستند.

منابع

احمدی، م و ف. جاوید فر(مترجمین). ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعهٔ کشت دانه های روغنی

Bansal, U. K., Sequin-Swartz, G., Rakow, G. F. W. and Petrie, G. A. (1990). Reaction of Brassica species to infestation by *Alternaria brassicae*. Can J Plant Sci, 70:1159–1162.

Beare-Rogers, J. L. (1970). Nutritional aspects of long-chain fatty acids. In: Proc Int Conf on the Science, Technology and Marketing of Rapeseed and Rapeseed Products. Ste-Adèle, Québec, Canada. Rapeseed Association of Canada and Department of Industry, Trade and Commerce, Ottawa, Canada, pp: 450–465.

Chiang, M.S. (1974). Cabbage pollen germination and longevity. Euphytica, 23:579–584.

Cowling, W. (2010). The challenge of breeding canola hybrids new opportunities for WA growers. Western Australian Pty Ltd, Agribusiness Crop.

Gupta, S. K. (2012). Technological innovation in major world oil crops, volume 1 breeding, Chapter3: *Brassica*. P. 52-83.

Henikoff, S. Till, B. J. and Comai, L. (2004). TILLING. Traditional mutagenesis meets functional genomics. Plant Physiol. 135: 630–636.

He, D. L. Yang, G. S. (2004). In vitro induced mutant of *Brassica napus* haploid and mutation efficencydetection by AFLP molecular markers. Chin J Oil Crop Sci., 26(2): 10–14.

Hou, S. W., Sun, L. D., Zhang, Y. C., Wu, D. L., Guan, L. P., Li, W. J., Dang, B. R., Xie, H. M., Zhou, L. B. and Gao, Q. X. (2008). Mutagenic effects of *Brassica napus* by 12C6+ ion beam. Nucl Tech 31(6):449–454.

Iqbal, M. C. M., Weerakoon, S. R. and Peiris, P. K. D. (2006). Variability of fatty acid composition in interspecific hybrids of mustard *Brassica juncea* and *Brassica napus*. Cey. J. Sci. (Bio. Sci.), 35 (1): 17-23.

Jambhulkar, S. J. (2007). Mutagenesis: Generation and Evaluation of Induced Mutations. Advances in Botanical Research, Vol. 45, pp 417–434.

James, D. W. and Dooner, H. K. (1990). Isolation of EMS-induced mutants in Arabidopsis altered in seed fatty acid composition. Theor Appl Genet, 80: 241–245.

Kaushik, N. and Agnihotri, A. (2000). GLC analysis of Indian rapeseed mustard to study the variability of fatty acid composition. Biochemical Society Transactions, *28* (6):581-583.

Mendhan, N. J., Shipway, P. A. and Scott, R. K. (1981). The effects of delayed sowing and winter on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). J.Agric. Sci. Camb., 97: 389 – 416.

Meng, J. L. and Yi, G. X. (1988). Studies on the embryology of reciprocal crosses between *Brassica napus* and *B. juncea*. Scientia Agricultura Sinica, 21, 46-50.

Meng, J., Shi, S., Gan, L., Li, Z. and Qu, X. (1998). The production of yellow-seeded *Brassica napus* (AACC) through crossing interspecific hybrids of *B. campestris* (AA) and *B. carinata* (BBCC) with *B. napus.* Euphytica, 103: 329–333.

McCallum, C. M., Comai, L., Greene, E.A. and Henikoff. S. (2000a). Targeted screening for inducedmutations. Nat Biotechnol, 18: 455–7.

Diederichsen, E. and Sacristan, M. D. (1994). The Use of Ovule Culture in Reciprocal Hybridization between *B. campestris* L. and *B. oleracea* L. Plant Breeding, 113 (1), 79–82.

Downey, R. K. and Rakow, G. F. W. (1987). Rapeseed and mustard. In: W.R. Fehr (Ed.), Principles of Cultivar Development, Vol. 2. Macmillan, New York, pp. 437–486.

Edwards, D., Batley, J., Parkin. I. and Kole, C. (2012). Genetics, Genomics and Breeding of Oilseed Brassicas, Chapter 4: Classical Genetics and Traditional Breeding. P.73-84.

Falk, K. C. Woods, D. L. (2002). Mixing effect in summer turnip rape synthetics. 13th Int Crucifer Genetics Workshop, Davis, California, USA, 23–26 March.

Falk, K. C. Woods, D. L. (2003). Seed yield of successive synthetic generations in summer turnip rape. Can J Plant Sci, 83: 271–274.

Fan, Z. Rimmer, S. R. and Stefansson, B. R. **(1983a).** Inheritance of resistance to *Albugo* candida in rapid cycling population of *Brassica campestris*. Phytopathol, 77:527–532.

Fan, Z. Rimmer, S. R. and Stefansson, B. R. (1983b). Inheritance of resistance to *Albugo candida* in rape. Can J Genet Cyotol, 25:420–424.

Ferrie, A. M. R., Taylor, D. C., MacKenzie, S. L., Rakow, G. Raney, J. P. and Keller, W. A. (2008). Microspore mutagenesis of Brassica species for fatty acid modifications: a preliminary evaluation. Plant Breed, 127: 501–506.

Finlayson, A. Krzymanski, J. Downey, R. K. (1973). Comparison of chemical and agronomic characteristics of two *Brassica napus* L. cultivars. Bronowksi and Target. J Am Oil Chem Soc. 50: 407–410.

Fu, T. D. (1981). Production and research of rapeseed in the People's Republic of China. Eucaroia Cruciferae Newsletter 6: 6-7 .

Gowers, S. and Christey, M. C. (1999). Intercrossing *Brassica napus* and *Brassica oleracea* to introgress characters from kale to rape, 10th Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia.

Gupta, S. K. (2009). Biology and breeding in crucifer (chapter 7:Wild germplasm and male sterility). Pp: 113-123.

Kramer, J. K. G. and Sauer, F. D. (1983). Cardiac lipid changes in rats, pigs, and monkeys fed high fat diets. In: JKG Kramer, FD Sauer, WJ Pigden (eds) High and Low Erucic Acid Rapeseed Oils. Production, usage, chemistry and toxicological evaluation. Academic Press Canada, Don Mills, Canada, pp 476–513.

Pidskalny, R. S. and Rimmer, S. R. (1985). Virulence of Albugo candida from turniprape (*Brassica campestris*) and mustard (*B. napus*) on various crucifers. Can J Plant Pathol, 7:283–286.

Rai, B. (1982). Breeding strategy for developing high yielding varieties of toria(*Brassica campestris* var. toria). In: Research and development strategies for oilseeds production in India. ICAR, New Delhi, pp: 131–135.

Rai, B. (1983a). Genetic improvement of seed yield and disease resistance in rapeseed and mustard
oil crops. Oil Crops J, 13:6–13.

Rai, B. (1983b). Advances in rapeseed and mustard breeding research. Ind Farm 37:16–17.

Rai. B., Kolte, S. J. and Tiwari, A. N. (1976). Evaluation of oleiferous *Brassica* germplasm for resistance to Alternaria leaf blight. Ind J Mycol Pathol, 6:76–77.

Röbbelen, G. Thies, W. (1980) .Variation in rapeseed glucosinolates and breeding for improved meal quality. In: S Tsunoda, K Hinata, C Gómez-Campo (eds) *Brassica* Crops and Wild Allies. Japan Scientifi c Societies Press, Tokyo, Japan, pp: 285–299.

Seyis, F., Friedt, W., Pons-Kuhnemann, J. and Lühs, W. (2003). *Brassica napus* resynthesis as a tool for broadening the genetic base of oilseed rape. Proc., 11th Intl. rapeseed congress,The Royal Veterinary and Agric. Univ., Copenhagen, Denmark. 6-10 July, 2003, *2*: 378-381.

Schierholt, A., Becker, H.C. and Ecke, W. (2000). Mapping a high oleic acid mutation in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Theor Appl Genet, 101: 897–901.

Schnurbusch, T. Becher, H. C. (2000). A mutant of *Brassica napus* with increased palmitic acid content. Plant Breed, 119: 141–144.

Sega, G. A. (1984). A review of the genetic effects of ethyl methanesulfonate. Mutat Res/Rev Genet Toxicol, 134: 113–142.

Thurling, N. (1991). Application of the ideotype concept in breeding for higher yield in the oilseed brassicas. Field Crop Research, 26:201-219.

McCallum, C. M., Comai. L., Greene, E. A. and Henikoff, S. (2000b). Targeting induced local lesions IN genomes (TILLING) for plant functional genomics. Plant Physiol, 123: 439–42.

Muangprom, A., Thomas, S. G., Sun, T. P. and Osborn, T. C. (2005). A novel dwarfi ng mutation in a green revolution gene from *Brassica rapa*. Plant Physiol, 137: 931–8.

Mujeeb-Kazi, A. (1993). Interspecific and intergeneric hybridisation in the triticeae for wheat improvement. p 95-102. In: Damania, A. B. (ed) *Biodiversity* and wheat improvement. John Wiley and Sons Pub.

Mullins, E. Quinlan, C. and Jones, P. (1999). Isolation of mutants exhibiting altered resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* from small M2 populations of an oilseed rape (*Brassica napus*) variety. Eur J Plant Pathol.105: 465–475.

Nishiyama, I., Sarashima, M. and Matsuzawa, Y. (1991). Critical discussion of abortive interspecific crosses in Brassica**.** Plant Breeding, 107: 288-302.

Rahman, M. H. (2001). Production of yellow-seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. Plant Breeding, 120(6): 463-472.

Rakow, G. (1973). Selection for linoleic and linolenic acids in rapeseed after mutagenic seed treatment (in German) Z Pfl anzenzüchtg, 69: 62–82.

Rakow, G. (1993a). AC Excel summer rape. Can J Plant Sci, 73: 183–184.

Rakow, G. (1993b). AC Elect summer rape. Can J Plant Sci. 73: 181–182.

Raney, P., Rakow, G. and Olson, T. (1995). Development of zero erucic, low linolenic *Brassica juncea* utilizing interspecific crossing. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, Cambridge UK, 2: 416-418.

Rashid, A., Rakow, G. and Downey, R. K. (1994). Development of yellow-seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. Plant Breeding, 112: 127–134.

Robbelen, G. Nitsch, A. (1974). Genetische und physiologische undersuchungenand polyen-fettsaure-mutanten von Raps. I auslese und beschreibung neuermutanten. Z Pflansenzuchtg, 75:93–105.

Roy, N. N. (1978). A study on disease variation in the populations of an interspecific cross of *Brassica juncea* L. x *B. napus* L. Euphytica, 27: 145-149.

U, N. (1935). Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formationof *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Jpn. J. Bot., 9: 389–452.

Verma, V. D. Rai, B. (1980a). Note on induced mutagenesis for spotting out usable sources of resistance to *Alternaria* leaf spot in Indian mustard. Ind J Agric Sci, 50:278–280.

Vollmann, J. and Rajcan, I. (2009). breeding. Oil Crops, handbook of plant, PP. 548.

www.grdc.com.au

www.bayercropscience.ca

Wang, N., Wang, Y. J., Tian, F., King, G.J., Zhang C. Y., Long, Y. Shi, L. and Meng, J. L. (2008). A functional genomics resource for *Brassica napus*: development of an EMS mutagenized population and discovery of FAE1 point mutations by TILLING. New Phytol 180: 751–765.

Wu, G. Z., Shi, Q. M., Niu, Y., Xing, M. Q. and Xue, H. W. (2008). Shanghai RAPESEED Database: a resource for functional genomics studies of seed development and fatty acid metabolism of Brassica. Nucl Acids Res, 36: D1044–D1047.

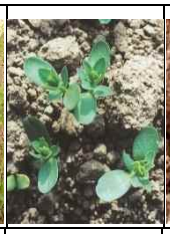
Zhao, Y., Wang, M. L., Zhang, Y. Z., Du, L. F. and Pan, T. (2000). A chlorophyll-reduced seedling mutant in oilseed rape, *Brassica napus*, for utilization in F1 hybrid production. Plant Breed, 119: 131–135.

Zhang, G. Q., Tang, G.X., Song, W. J. and Zhou, W. J. (2004). Resynthesizing *Brassica napus* from interspecific hybridization between *Brassica rapa* and *B. oleracea* through ovary culture. *Euphytica*, 140: 181–187.

مدیریت بیماری‌های کتان

Flax Diseases Management

رضاپور مهدی علمدارلو
Alamdarlou.r@arc-ordc.ir
کارشناس ارشد بیماری شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

رشدی مرحله / بیماری	کوتیلدونی	 گیاهچه	رشد رویشی	گلدهی	دانه بندی	نحوه مدیریت بیماری
مرگ گیاهچه و بوته‌میری				*Pythium* spp. ،*Phytophthora* spp. ،*Rhizoctonia* spp. ، *Fusarium* spp..		کشت به موقع، بذر سالم، رقم سازگار، زهکش مناسب، تناوب، تیمار بذر با قارچکش مناسب مثل کاربوکسین-تیرام یا متالاکسیل
زنگ			*Melampsora lini*			تیمار بذر، کشت به موقع، تناوب و مدیریت بقایا، عدم مصرف زیاد کود ازته، ارقام مقاوم
سپتوریوز (پاسمو)			*Septoria linicola*			بذر سالم، تیماربذر، کشت به موقع، تناوب و مدیریت بقایا، در صورت نیاز سمپاشی با سموم قارچکش در ابتدای دوره آلودگی
سفیدک پودری			*Oidium lini*			کشت به موقع، تناوب و مدیریت بقایا، ارقام مقاوم، در صورت نیاز سمپاشی با سموم قارچکش در ابتدای دوره آلودگی
پژمردگی فوزاریومی			*Fusarium oxysporum f.sp. lini*			تناوب، جلوگیری از تنش آبی، ارقام متحمل یا مقاوم
سوختگی آلترناریایی			*Alternaria* spp.			بذر سالم، تیمار بذر، تناوب و مدیریت بقایا، در صورت نیاز سمپاشی با قارچکش در ابتدای دوره آلودگی
پوسیدگی اسکلروتینیایی			*Sclerotinia sclerotiorum*			تناوب، ارقام مقاوم به خوابیدگی، تراکم کشت مناسب، مصرف متعادل کود
فیلودی			*Candidatus Phytoplasma asteris*			کشت به موقع، کنترل علفهای هرز، کنترل حشرات ناقل

اصلاح برای تولید کنجد مکانیکی در استرالیا

Breeding for mechanised sesame production in Australia

یاسمین عنایتی

Enayati.y@arc-ordc.ir

کارشناس آموزش، آمار و اطلاعات، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

آزمایشات ارزیابی و تنوع زراعی طی سال‌های ۱۹۸۲-۱۹۷۹ در استرالیا بر روی ارقام کنجد حاکی از نتایج رضایت بخشی بوده که نشان داد کنجد در استرالیا می‌تواند رشد قابل‌توجهی داشته باشد. در تحقیق انجام شده ژنوتیپ Burmese، Hnani 25/26 و Hnan Dun دارای بهترین عادت رشدی بودند. همچنین Hnani 25/26 دارای ماندگاری بذر بهتری نسبت به Hnan Dun بود.

متاسفانه کیفیت این نوع از دانه‌ها اساسا پایین‌تر از ارقام مکزیکی رایج در مزارع است. کوچک بودن اندازه دانه‌ها همراه رنگ نامطلوب آن نیز شایع است.

ارقام مکزیکی به دلیل رشد تک ساقه بودن، ارتفاع خیلی بلند (تا ۲/۵ متر)، عدم یکنواختی در رسیدگی و ریزش شدید دانه با شرایط تولید مکانیزه سازگاری ندارند. علاوه براین از ویژگی‌های نامطلوب ارقام مکزیکی حساسیت آن به بیماری فیلودی (ایجاد شده توسط مایکوپلاسما) می‌باشد به خصوص زمانی که ناقل حشره‌ی آن در محیط کشت کنجد از قبل حضور داشته باشد.

به نظر می‌رسد برای ایجاد انقلابی در صنعت کنجد استرالیا در نظر گرفتن مجموعه‌ای از ویژگی‌های مطلوب ارقام مکزیکی و Burmese به وسیله روش‌های اصلاحی مورد نیاز می‌باشد.در برنامه‌های اصلاحی استرالیا می‌بایست تولید ارقام مختلف برای دامنه وسیعی از عرض جغرافیایی (14°S 36°S) و از جمله عرض جغرافیایی بالاتر در نظر گرفته شود.

برنامه اصلاحی روی این محصول توسط CSIRO در استرالیا انجام می‌گیرد. همچنین مطالعات اصلاحی و بعضا تخصصی توسط NTDPIF صورت می‌گیرد در جدول زیر یک سری از ویژگی‌های مدنظر برای تولید مکانیزه کنجد آورده شده است.

گیاه	ساقه‌هایی با شاخه جانبی کمتر ـ دوره رشدی ۱۰۰ تا ۱۱۰روز- و ماندگاری دمایی ـ تحمل به خشکی- و حساسیت به طول روز- تحمل سرمایی (نیاز گرمایی کم)- نیاز به بیش از ۲۵۰۰ درجه سانتی گراد مجموع گرمایی - (عرض بالاتر) مقاومت به فیلودی- مقاومت به آفات و بیماری‌ها، یکنواختی برگ(عرض پایین‌تر)
گیاهچه	جوانه‌زنی سریع در طیف وسیع ـ سبز شدن گیاهچه‌ها ـ طول دراز تارهای کشنده برای اجتناب از تنش خشکی در مرحله استقرار گیاه
کپسول	کپسول‌های منفرد ـ کپسول‌های باریک دراز ـ رسیدگی هم‌زمان (یکنواختی در رسیدگی) ـ ماندگاری مناسب بذر
ویژگی دانه	رنگ سفید و روشن ـ وزن هزار دانه ۳/۲ گرم ـ روغن بیش از ۵۴ درصد- بدون عطر و بوی نامطلوب ـ سهولت در استخراج روغن

Monthly Bulletin of Oilseeds

No.81 August 2018

Stability in Yield (Part 1)……..……..1
Sajad Talaee

Management of peanut diseases (Part 10)……..…….2
Ali Zaman Mirabadi

Fungal Endophytes and their Role in Plant Protection (Part 1)……...…4
Aydin Hassanzadeh

Breeding Rapeseed (review)……....7
Mahtab Samadi

Flax Diseases Management…….……21
Rezapoor Mehdi Alamdarlou

Breeding for mechanised sesame production in Australia……..22
Yasamin Enayati