مجله ترویجی گیاهان دانه روغنی
جلد دوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص۸۳-۷۴
http://jop.areeo.ac.ir

خردل هندی (*Brassica juncea* L.) گیاه روغنی مناسب برای کشت در مناطق گرم و خشک ایران

مهرزاد احمدی*

استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

چکیده

با توجه به تغییرات آب و هوایی کره زمین به‌منظور کاهش شکاف موجود بین تولید و تقاضا، نیاز فوری به اصلاح و پرورش گونه‌های روغنی پرمحصول جنس براسیکا با مقاومت به این تغییرات از طریق تلاش‌های به‌زراعی و به‌نژادی ضرورت دارد. خردل هندی (*Brassica juncea*) که با نام‌های خردل چینی، خردل شرقی و نام‌های متفاوت دیگر نیز شناخته می‌شود، گونه ای از خانواده Brassicaceae و از خویشاوندان نزدیک کلزا بوده و به عنوان یک گیاه روغنی متحمل به خشکی و گرما، و همچنین گیاه جایگزین کلزا با کیفیت روغن و کنجاله مشابه در مناطق کم باران در جهان کشت می‌شود. این محصول دارای چندین مزیت از جمله رویش سریع، تحمل به بیماری ساقه سیاه و تحمل به ریزش نسبت به کلزا است و به‌عنوان یک محصول نسبتاً جدید، اصلاح و گزینش شده است. در این مقاله به اهمیت زراعی، ویژگی‌ها، تنوع ژنتیکی، تحقیقات انجام شده به‌نژادی و زراعی خردل در جهان و ایران اشاره شده است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی و گرما، توسعه کشت، تامین روغن.

* نویسنده مسوول: ahmadimehrzad@ymail.com

بیان مسئله

تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین منجر به افزایش نگرانی‌های در ایجاد امنیت غذایی جمع یت رو به رشد زمین شده است. خردل هندی (*Brassica juncea*) یکی از محصولات مهم روغنی جنس برسیکا ا ست که در هند، اروپای شرقی، روسیه، چین و کانادا کشت می‌شود. تلاش‌های گسترده در جهت توسعه ارقام براسیکا که می‌توانند در برابر تغییرات آب و هوایی مقاومت کنند، در مرا حل مخت لف پی شرفت قرار دار ند. ژرم‌پلا سم گونه‌های برسیکا و به ویژه خردل‌هندی که ذخایر ژنتیکی مهمی را تشکیل می‌دهند، در این برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

گونه‌های روغنی جنس برسیکا، مانند شلغم روغنی، خردل، کلزا و خردل ات یوپی سومین گروه م هم دا نه روغنی موجود در جهان پس از سویا و نخل روغنی محسوب می‌شوند (یو اس دی ای، ۲۰۱۸). این گیاه یک ساله، متعلق به خانواده Brassicaceae بوده و با نام‌های مانند خردل هندی، شرقی یا خردل قهوه‌ای، خردل چی نی، خردل شرقی، خردل برگی یا خردل سبز شناخته می‌شود. این محصول قبل از این که به ع نوان یک مح صول سبزی برگ رشد یابد، برای مصارف دارو یی وارد ارو پا شد. در حال حا ضر خردل ه ندی در سرا سر ج هان کاربردهای مختلفی اعم از دانه روغنی، چاشنی و سبزیجات دارد. از بین این گونه‌ها خردل، محصول مهم روغ نی در آسیا است، در حالی که کلزا، بیشتر در اروپا و کانادا پرورش می‌یابد.

در سال ۱۷-۲۰۱۶، کل تولید دانه روغنی۵۷۶/۹۶ میلیون تن بوده است، که از این مقدار۷۱/۳۳ میلیون تن متعلق به کلزا و خردل (USDA 2018) بوده است. سطح ک شت خردل در ج هان در سال ۲۰۱۸، ۹۳۰ هزار هکتار است و بیشترین سطح زیرکشت در قاره اروپا و سپس در آسیا بوده است. تولید خردل در حدود ۷۱۰ هزار تن بوده و بیشترین تولید در قاره آسیا بوده است. بیشترین کشورهای تولیدکن ندگان خردل به ترت یب کا نادا، نپال، چین و روسیه بودند.

خردل و کلزا عمدتا در دیم‌زارها کشت می‌شوند و به‌همین علت معمولاً در چرخه زندگی به‌و یژه در مرا حل گلدهی با تنش‌های خشکی، خشکسالی، سرما و یخبندان مواجه می‌شوند. بنابراین، برای کاهش شکاف مو جود بین تولید و تقاضا، نیاز فوری به اصلاح و پرورش گونه‌های روغ نی پرمح صول جنس برا سیکا با مقاو مت به تغییرات آب و هوا از طریق تلاش‌های به‌زراعی و استفاده موثر از ژرم پلاسم متنوع موجود احساس می‌شود.

خردل هندی با کیفیت روغن و کنجاله مشابه کلزا (*B. juncea* Canola) به‌ع نوان یک مح صول روغ نی جایگزین در مناطق کم باران (کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر) شناخته شده ا ست. ا ین گ یاه مع مولا در م ناطقی که عملکرد کلزا کم است (کمتر از ۱/۲ تن در هکتار) به‌علت تنش خشکی و گرما در طول دوره پرشدن دانه، ک شت

می‌شود. خردل دارای صفات مطلوب دیگری از جمله رویش سریع تحمل به بیماری ساقه سیاه (blackleg tolerance) و تحمل به ریزش در مقایسه با کلزا است (پنجابی و همکاران، ۲۰۱۹).

به‌نظر می‌رسد خردل هندی سابقه بسیار طولانی‌تری نسبت به کلزا دارد (واقان و همکاران، ۱۹۶۳). واویلوف (۱۹۴۹) چین و "افغانستان و مناطق مجاور" را به ترتیب به‌عنوان مرکز اصلی خردل هندی پیشنهاد داد و چین و هند را به‌عنوان مراکز ثانویه تنوع در نظر گرفت. خردل در هنگام اهلی شدن در مناطق مختلف جهان برای استفاده‌های مختلف سلکسیون و توسعه داده شده است. در خاورمیانه و هند، خردل به‌عنوان دانه روغنی اصلاح شده است، در حالی‌که در چین سلکسیون عمدتا در جهت اصلاح انواع سبزیجات برگی صورت گرفته است.

خردل از مهمترین گیاهان روغنی هند به‌شمار می‌رود. در حالی‌که این محصول در کانادا، استرالیا، روسیه و اوکراین از سطح کشت کمتری برخوردار بوده است و بیشتر این گیاه به‌عنوان ادویه خردل پرورش می‌یابد. دانه انواع خردل هندی معمولاً قهوه‌ای بوده و انواع اروپای شرقی زرد رنگ است. خردل قهوه‌ای ماده اصلی برای تولید سس خردل در اروپا است. ارقام خردل زرد با توجه به نیاز بازار، دارای مقادیر مختلف روغن هستند. ارقام با محتوای روغن کم برای تهیه پودر خردل اهمیت دارند (ادواردس و همکاران، ۲۰۰۷).

تاریخچه اصلاح خردل

دارا بودن صفات مطلوب، یک هدف کلی مهم در اصلاح خردل هندی است. به‌عنوان مثال، رنگ زرد دانه، مقاومت در برابر بیماری و صفات مربوط به کیفیت روغن و کنجاله برای ژنوتیپ‌های هندی از اهمیت بر خوردار است. در حالی که انتقال زودرسی، بزرگی بذر و غلاف‌های بلندتر برای ژنوتیپ‌های اروپای شرقی مهم هستند (رامچیری و همکاران،۲۰۰۷). ارقام خردل به طور سنتی حاوی مقادیر زیادی اسید اروسیک و گلوکوزینولات ها هستند. میزان اسید اروسیک به طور متوسط ۲۵ درصد روغن در ژنوتیپ‌های چینی، اروپای شرقی و کانادا و ۴۹ درصد در ژنوتیپ‌های هند و پاکستان مشاهده شده است (کریک و هورلستون، ۱۹۸۳). روغن های دارای اسید اروسیک بالا از نظر طعم تلخ هستند و اثرات منفی جدی بر سلامت قلب دارند (اسنودون و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، محتوای اسید اروسیک کم در روغن برای تجاری سازی خردل هندی به عنوان یک محصول دانه روغنی با کیفیت مشابه کلزای اصلاح شده ضروری است. نخستین ژنوتیپ‌های کم اروسیک خردل هندی در استرالیا با عنوان تجاری Zem 1 و Zem 2 معرفی شدند (کریک و اورام، ۱۹۸۱). این کشف یک نقطه عطف مهم در اصلاح کیفیت خردل هندی محسوب می‌شود. بالا بودن میزان گلوکوزینولات‌های در کنجاله دانه، خردل به دلیل اثرات مضر آنها بر روی کبد، کلیه و سایر ارگان‌های حیوانات تک معده، نامطلوب است (اسنودون و همکاران، ۲۰۰۷). سطح گلوکوزینولات‌ها در خردل هندی به طور معمول در محدوده ۸۰-۱۶۰ میکرومول در هر گرم کنجاله است گلوکوزینولات‌ها متابولیت‌های ثانویه هستند و در پاسخ به تنش های محیطی مانند کمبود آب (پریچارد و

همکاران، ۲۰۰۰) ایجاد می‌شوند. خردل هندی با کیفیت روغن و کنجاله معادل کلزای ا صلاح شده دو صفر با صرف وقت و تلاش قابل توجه به‌نژادگران کانادایی اصلاح شده است.

ویژگی‌های مورفولوژیکی و کیفی انواع خردل روغنی

گیاهان این گونه، که برای تولید دانه روغنی یا تولید چاشنی پرورش می‌یابند، معمولاً به عنوان خردل هندی بدون زیرگونه ضمیمه نام‌گذاری می‌شوند. انواع اصلاح شده این گیاه از نظر مورفولوژی برای هر دو تیپ رو غن و ادویه‌ای مشابه هستند اما از نظر درصد روغن دانه و نوع و میزان گلوکوزینولات‌های موجود در بذر متفاوت ا ست (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات کیفی بذر کلزا، خردل هندی روغنی و خردل ادویه‌ای در منطقه کم باران

صفات	کلزا	خردل هندی روغنی	خردل هندی ادویه‌ای
درصد روغن	۳۶-۴۲	۳۴-۴۰	۳۴-۴۰
درصد اولئیک اسید	۵۷-۶۳	۵۷-۶۳	متغییر
درصد لینولئیک اسید	۱۸-۲۵	۱۸-۲۵	متغییر
درصد لینولنئیک اسید	۸-۱۳	۸-۱۳	متغییر
درصد اروسیک اسید	۱	۱	۱-۲۰
مقدار گلوکوزینولات در کنجاله (میکرومول در گرم ماده خشک)	۳۰	۳۰	۱۱۰-۱۶۰
مقدار آلایل گلوکوزینولات‌ها در کنجاله (میکرومول در گرم ماده خشک)	۰	۱	۱

منبع (نورتون و همکاران، ۲۰۰۹)

خردل هندی روغنی: از نظر روغن و کیفیت غذایی شبیه به کلزا است و به همین دلیل دارای مقاصد م شابه تجاری است. ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه و سطح و انواع گلوکوزینولات‌های موجود در کنجاله، همانند کلزا است.

خردل هندی ادو یه‌ای: دارای ویژ گی کیفی تی مت فاوتی ن سبت به خردل ه ندی روغ نی ا ست. سطح گلوکوزینولات‌های موجود در کنجاله بعد از خرد کردن بسیار بالاتر از خردل روغنی است و مسئول ط عم و مزه "معطر و تند" خردل است. روغن آن دارای طعم و مزه مشخصی است، اما میزان اسید اروسیک به ا ندازه کافی کم است تا آن را برای مصرف انسان مناسب کند.

این گونه یک ساله هستند و به‌عنوان گیاه بهاره در غرب کانادا و اروپا تا حدود ۱/۲ م تر ر شد می‌کن ند. در شبه قاره هند آنها به عنوان یک محصول زمستانی در طی روزهای کوتاه، تا ارتفاع ۲/۱متر رشد می‌کنند. گیاهان

این گونه رنگ سبز و سبز مایل به زرد است. رنگ گلبرگ‌های آن زرد کمرنگ و برگ های پایین روزت نسبتاً نازک، بیضوی تا تخم مرغی شکل و دارای لوب و یا قسمت بندی بوده و کرک‌دار است. برگ های فوقانی ساقه کوچک، باریک و بدون قلاب هستند (شکل ۱). بسته به طول روز و دمای هوا، ساقه گل دهنده از گیاه خارج شده و گل‌های خوشه‌ای بدون گل انتهای ایجاد می‌کند. وزن هزار دانه ۲/۵ الی ۳ گرم است. غلاف‌ها معمولاً در زاویه ۴۵ درجه در برابر ساقه قرار می‌گیرند. در شکل‌های ذیل نحوه شناسایی خردل روغنی از کلزا نشان داده شده است. منبع: (بی‌نام، ۲۰۱۷)

	خردل هندی	کلزا
گیاهچه	شکل قلبی کوتیلدون و کرک بودن برگ و ساقه.	شکل قلبی کوتیلدون و بدون کرک بودن برگ و ساقه
برگ بالغ		
گل		

	گل‌ها به رنگ زرد کمرنگ	گل‌ها به رنگ زرد
غلاف	 غلاف‌های بلند و نوک مخروطی. غلاف‌ها معمولاً در زاویه ۴۵ درجه با ساقه قرار می‌گیرند.	 غلاف‌های باریک بلند با نوک مخروطی صاف و متوسط. غلاف‌ها معمولاً در زاویه ای بیش از ۴۵ درجه از ساقه قرار می‌گیرند.
بذر	 خردل هندی قهوه‌ای دانه‌ها به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز و یا رنگ قهوه‌ای تیره و دارای قطر ۲ میلی‌متر یا کمتر هستند. دانه‌ها به شکل کروی یا تخم‌مرغی شکل هستند.	 بذر کلزا دانه‌ها به رنگ سیاه و به شکل کروی تا بیضی شکل هستند. اندازه آنها بزرگتر از خردل قهوه‌ای هستند.

معرفی دستاورد

مزایای کشت خردل هندی روغنی بر کلزا

خردل هندی روغنی به دلایل زیر جایگزین مناسبی برای کلزا در مناطق خشک کشور است.

- خردل هندی روغنی شرایط خشکی و گرما را در طول گلدهی و پر شدن غلاف در مقایسه با کلزا بهتر تحمل می‌کند. در سال‌های بسیار خشک، خردل هندی نسبت به گیاه کلزا حداکثر ۳۰٪ بیشترمحصول داده و از این رو یک محصول قابل اطمینان‌تر از کلزا است. به عنوان مثال در استرالیا، در فصول بسیار خشک سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ در عملکردی بالغ بر ۰/۳ تن در هکتار به دست آمد، در حالی که کلزا برداشت نشد. در شرایط خشک خردل هندی روغنی به خاطر ویژگی‌های برگی آن قادر به تجمع ماده خشک بیشتر از کلزا

شده و با حفظ سطح برگ، فتوسنتز بیشتری تولید می‌کند. خردل هندی دانه‌های کوچکتر دا شته و در هر غلاف دانه کمتری وجود دارد، ولی این گیاه غلاف بیشتر نسبت به کلزا تولید می‌کند.

- برخی از ارقام خردل هندی روغنی دارای قدرت رویش بهتری نسبت به ارقام آزادگرده افشان کلزا در مراحل اولیه رشد هستند. این امر مزیتی در کاشت ردیف‌های وسیع‌تر در مناطق کم باران بوده و به محصول ا جازه می‌دهد تا زودتر رشد کرده و رقابت را با علف‌های هرز به حداقل برساند و همچنین باعث کاهش تل فات آب در اثر تبخیر خاک شود. قدرت رویش به شدت با تاریخ کا شت مح صول در ارت باط ا ست. هر چه زود تر محصول کاشته شود، رشد اولیه گیاه قوی‌تر می‌شود.
- خردل هندی روغنی نسبت به کلزا مقاومت بیشتری در برابر ریزش دارد و تحمل بهتری نسبت به خرد شدن در مقابل تگرگ خفیف و طوفان‌های بادی دارد. این امر سبب شده که در برداشت مستقیم مناسب‌تر باشد و هزینه‌های تولید را کاهش دهد.
- خردل هندی روغنی مزایای مشابهی در سیستم تناوب زراعی همانند کلزا دارد. این محصول سبب به حداقل رساندن بیماری‌های غلات از جمله پوسیدگی ریشه و رایزوکتونیا است و همچ نین با عث کاهش خ سارت نماتدهای ریشه موجود در خاک می‌شود.
- انتشار ترکیبات معینی توسط بافت‌های گیاهی سبب سرکوب قارچ‌های خاکزی عامل بیماری در غلات شود. در خردل و کلزا گرچه برای گلوکوزینولات‌های کم در دانه ا صلاح شده‌اند، ا ما حاوی گلوکوزینولات های بالایی در سیستم ریشه هستند
- خردل هندی روغنی انعطاف پذیری بیشتری به کشت تاخیری نسبت به کلزا دارد (مک کافی و هم کاران، ۲۰۰۹).
- کریکگارد و همکاران (۱۹۹۴) گزارش داد که عملکرد گندم بعد از کشت برسیکا افزایش یافته است. در بین محصولات برسیکا، خردل هندی نسبت به کلزا سبب افزایش بیشترعملکرد گندم شدند. به طور متو سط در تناوب خردل هندی- گندم نسبت به گندم-گندم بیوماس گندم در مرحله گلدهی به طور متوسط ۲۹ درصد بیشتربوده است (نورتون و همکاران، ۲۰۰۹؛ مک کافی و همکاران، ۲۰۰۹).

محدودیت‌های کشت خردل هندی روغنی نسبت به کلزا

- زنجیره تولید، ذخیره سازی، تفکیک و بازاریابی خردل هندی روغنی به اندازه ک لزا تکا مل نیافـ ته ا ست. با گسترش منطقه تولید، تعداد سایت‌های دریافتی افزایش می‌یابد.
- مقدار روغن ارقام کنونی خردل هندی روغنی در حدود ۱ تا ۲ درصد روغن کم تر از بهـ ترین عمل کرد ک لزا زودرس است. این نقطه ضعف ممکن است با عملکرد بیشتر در فصول خشک تصحیح شود.

- اندازه دانه خردل هندی روغنی معمولاً کوچکتر و وزن دانه کمتری از کلزا است اما در شرایط خشک سالی می‌تواند بسیار کوچک شود. مشکلی که در فصول خشکسالی سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ در استرالیا با آن روبرو شدند و این دانه‌های بسیار سبک به راحتی از پشت هدر دستگاه برداشت هدر می‌رفت.
- در خشکسالی سال ۲۰۰۷، ساقه‌های خردل هندی روغنی تمایل به خوابیدگی به ویژه در طوفان های بادی داشتند. که باعث ریزش و خوابیدگی ساقه و سختی برداشت می‌شود.
- تحقیقات نشان می‌دهد (۲۰۰۸) که خردل هندی روغنی ممکن است نسبت به کلزا نسبت به شرایط اسیدی خاک حساس باشد (pHCa <5.0) (نورتون و همکاران، ۲۰۰۹).

مناطق مناسب کشت خردل هندی در ایران

خردل هندی روغنی را می‌توان در حال حاضر در کلیه مناطق که کلزا کشت می‌شود، پرورش داد. با این حال به علت سازگاری خردل هندی با مناطق خشک کشور، در مناطقی که عملکرد کلزا در آن مناطق طی چندین سال حدود ۱/۴ تن در هکتار و یا کمتر است (میزان بارندگی کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر)، این گیاه می‌تواند جایگزین کلزا شود. بیش از نیمی از اراضی ایران از جمله مناطق شرقی ایران و استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل و مرکزی و قم و خوزستان بارندگی کمتر از ۳۰۰-۳۵۰ میلی متر بارندگی در سال دارند. ارقام بهاره خردل مناسب کشت در مناطق گرم و مرطوب مثل استان‌های مازندران، گلستان و مناطق گرم و خشک کشور مثل استان‌های بوشهر و کرمان و ارقام زمستانه برای مناطق سرد و معتدل سرد کشور است.

توصیه ترویجی

بررسی‌های انجام شده و مرور منابع در زمینه اصلاح و زراعت خردل‌هند بیانگر آن است که این گیاه در بسیاری از نکات شباهت فراوانی به کلزا دارد و می‌تواند از ارزش قابل توجه برای افزایش سطح کشت گیاهان روغنی در ایران برخوردار باشد. برای مثال ماشین‌آلات کاشت، داشت و برداشت کلزا قابل استفاده در این زراعت بوده و تجهیزات آزمایشگاهی لازم جهت اجرای بررسی‌های مربوط به کیفیت روغن و کنجاله کلزا قابل استفاده در خردل هندی نیز می‌باشد. بنابراین زمینه گسترش این زراعت در ایران با توجه به ساختارها و تمهیدات در نظر گرفته شده برای توسعه کشت کلزا می‌تواند شرایط مناسبی برای توسعه کشت خردل هندی به ویژه در مناطق نه چندان مناسب برای کشت کلزا فراهم آورد.

با در نظر گرفتن موارد فوق پیشنهاد می‌شود بررسی‌های لازم زراعی و نیز تحقیقات مربوط به اصلاح ارقام خردل‌هندی با درجات مختلف زودرسی برنامه‌ریزی و اجرا گردد. ضمن اجرای این برنامه‌ها احداث قطعات کوچک و بزرگ ترویجی در مناطق مناسب کشت خردل هندی در مناطق گرم و خشک کشور می‌تواند راه گشای افق‌های تازه برای توسعه کشت این زراعت سودمند باشد.

منابع

علیزاده دیزج، خ.، پورداد، س. س.، شریعتی، ع.، اسکندری، م.، اسکندری، ا.، حسن‌پور حسنی، م.، حاتمزاده، ح.، خیاوی، م. ۱۳۹۷. صادق، رقم جدید خردل روغنی برای دیمزارهای ایران. نشریه علمی -ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، ۷ (۲): ۲۰۶-۱۹۷.

فیض بخش، م.ت.، ۱۳۸۸. ارزیابی مقدماتی محصولات علوفه‌ای جدید در استان گلستان. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان. ۳۰ صفحه.

Anonymous. 2017. Mustard Production Manual. Saskatchewan Mustard Development Commission. Pp41.

Edwards, D., Salisbury, P.A., Burton, W. A., Hopkins, C. J., Batley, J. 2007. Indian mustard. In 'Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants.' (Ed. C Kole.) , 2 : 179-210. (Springer-Verlag: Berlin).

Kirk, J., Hurlstone, C. 1983. Variation and inheritance of erucic acid content in *Brassica juncea*. Journal of Plant Breeding, 90: 331-338.

Kirk, J., Oram, R. 1981. Isolation of erucic acid-free lines of *Brassica juncea*: Indian mustard now a potential oilseed crop in Australia. Journal of Australian Institute of Agricultural Sciences, 47: 51-52.

McCaffery, D., Bambach, R., Haskins, B. 2009. *Brassica juncea* in north-western NSW. Primefacts. 786. Second Edition. Pp10.

Mullan, B. P., Pluske, J. R., Allen, J., Harris, D. J. 2000. Evaluation of Western Australian canola meal for growing pigs. Australian Journal of Agricultural Research, 51: 547-553.

Norton, R., Potter, T., Haskins, B., McCaffery, D., Bambach, R. 2009. Juncea canola in the low rainfall zones of Victoria and South Australia. Juncea canola growers guide – Victoria & South Australia. Pp8.

Panjabi, P., Kumar Yadava, S., Kumar, N., Bangkim, R and Ramchiary, N. 2019. Genomic Designing of Climate-Smart Oilseed Crops, Chapter 6: Breeding *Brassica juncea* and *B. rapa* for Sustainable Oilseed Production in the Changing Climate: Progress and Prospects. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93536-2_6.

Pritchard, F. M., Eagles, H. A., Norton, R.M., Salisbury, P. A., Nicolas, M. 2000. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. Australian journal of experimental agriculture, 40: 679-685.

Ramchiary, N., Padmaja, K. L., Sharma, S., Gupta, V., Sodhi, Y. S., Mukhopadhyay, A., Arumugam, N., Pental, D., Pradhan, A. K. 2007. Mapping of yield influencing QTL in *Brassica juncea*: implications for breeding of a major oilseed crop of dryland areas. Theoretical and applied genetics, 115: 807-817.

Snowdon, R., Luhs, W., Friedt, W. 2007.Oilseed rape. In Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 2 Oliseeds. (Ed. C Kole.), 2: 55-114. (Springer- Verlag: Berlin Heidelberg).

USDA .2018. Oilseeds —World markets and trade. https:// apps.fas.usda.gov/ psdonline/ circulars/ oilseeds.

Vaughan, J., Hemingway, J., Schofield, H. 1963. Contributions to a study of variation in *Brassica juncea* Coss. & Czern. Journal of the Linnean Society of London, Botany, 58: 435-447.

Vavilov, N. I. 1949. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica, 13:1-364.