



MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ

TARIM VE DOĞA DERGİSİ

MUŞ ALPARSLAN UNIVERSITY

JOURNAL OF AGRICULTURE AND NATURE



## Kışlık yağlı tohumlu bitki olan Kanolaya (*Brassica napus* L.) genel bir bakış

Deniz Sevilmiş<sup>1</sup> • Yaşar Ahu Ölmez<sup>1</sup> • Senem Özkaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Osmaniye Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü, Osmaniye, Türkiye

✉ Corresponding Author: [deniz.sevilmis@tarimorman.gov.tr](mailto:deniz.sevilmis@tarimorman.gov.tr)

Please cite this paper as follows:

Sevilmiş, E., Ölmez, Y. A., & Özkaya, S. (2022). Kışlık yağlı tohumlu bitki olan Kanolaya (*Brassica napus* L.) genel bir bakış. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 2(2), 56-61.

### Derleme

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi: 20.05.2022

Kabul Tarihi: 28.06.2022

Online Yayınlanma: 16.08.2022



Anahtar Kelimeler:

Kanola

Kolza

*Brassica napus*

### Ö Z E T

Kanola bitkisel yağı, biyoyakıt ve hayvan yemi üretimi açısından önemli bir ekonomik değere sahiptir ve dünyada 53 ülkede yetiştirilmektedir. Kanola, düşük oranda doymuş yağ asidi, yüksek oranlarda tekli doymamış yağ asitleri ve iyi oranda omega-3 içerir. 2011 yılı hasat sezonu için Avustralya kanolasının ortalama yağ içeriği %44 olmuştur. Ham kanola yağı, kullanılabilir bir gıda ürününe dönüştürmek için istenmeyen minör bileşikleri uzaklaştırmak için rafine edilir. Ancak rafinasyon işlemi yağda arzu edilen, sağlığı geliştiren küçük bileşenlerin kaybına neden olabilmektedir. Kanola yağı ekstraksiyonunun yan ürünü olan küspesi protein açısından zengindir. Kanola, ağırlıklı olarak Avrupa'da kışlık, Asya'da ise yarı kışlık bir ürün olarak yetiştirilmektedir. İlkbahar ekimi Kanada, Avustralya ve kuzey Avrupa koşullarına daha fazla uyum sağlamıştır. Kanola, dünyanın çoğu yerinde bir kuru tarım mahsulüdür ve küresel iklim değişimi nedeniyle tür, önemli abiyotik strese maruz kalmaktadır. Buna rağmen kışlık bir tür olduğundan, yazın yetiştirilen birçok yağlı tohumlu türe kıyasla, iklim değişimi koşullarına daha dayanıklı bir tür olarak gelecekte daha da öne çıkması beklenmektedir.

## An overview of Canola (*Brassica napus* L.), a winter oilseed plant

### Review

Article History

Received: 20.05.2022

Accepted: 28.06.2022

Published online: 16.08.2022

Anahtar Kelimeler:

Canola

Rapeseed

*Brassica napus*

### A B S T R A C T

Canola has an important economic value in terms of vegetable oil, biofuel and animal feed production and is grown in 53 countries around the world. Canola contains low levels of saturated fatty acids, high levels of monounsaturated fatty acids and good levels of omega-3s. The average oil content of Australian canola for the 2011 harvest season was 44% in average. Crude canola oil is refined to remove unwanted minor compounds to convert the oil into an edible food product. But refining can cause the loss of desirable, health-promoting minor components from the oil as a side effect. The by-product of canola oil extraction is a valuable protein-rich meal. Canola is grown mainly as a winter crop in Europe and a semi-winter crop in Asia. Its cultivation in the spring is more adapted to the conditions of Canada, Australia and northern Europe. Canola is a dry-farm crop in most parts of the world, and due to global climate change, the species is subject to significant abiotic stress. However, since it is a winter species, it is expected to become more prominent in the future as a more resistant species to climate change conditions compared to many summer grown oilseed species.

## 1. GİRİŞ

Kolza (*Brassica napus* L.), tarımsal olarak eski bir kültür bitkisi türüdür ancak popülaritesi, erusik asit (C22:1) ve glukozinolat içerikleri nedeniyle 19. yüzyılın ortalarından itibaren tarımı azalmış bir yağlı tohumdur. İslahçılar, geçtiğimiz 20 yılda kolzadan kanolayı geliştirmeyi başarmışlardır (Nath ve ark., 2016). Tür, bitkisel yağ, biyoyakıt ve hayvan yemi üretimi açısından önemli ekonomik değere sahiptir. İslah amaçları; daha yüksek yağ içeriği, daha iyi yağ kalitesi, daha yüksek gıda kalitesi ve daha düşük antibesinler ile tohum kalitesini iyileştirmeye odaklanmıştır (Jiang ve ark., 2019). Kanola dünyada önemli bir yağlı tohum bitkisidir ve 53 ülkede yetiştirilmektedir (Singh ve ark., 2021). Kanola yağı, insan tüketimi ve endüstriyel uygulamalar için yüksek oranda kullanılmaktadır (Elahi ve ark., 2015). Yüksek yağ içeriği ve düşük erusik asit ve glukozinolat konsantrasyonları nedeniyle en önemli yağlı tohum bitkisidir (Manaf ve ark., 2019). Kanola, düşük seviyelerde doymuş yağ asidi, yüksek seviyelerde tekli doymamış yağ asitleri ve iyi düzeyde omega-3 içermektedir (Hannoufa ve ark., 2014).

Kanola ham yağı temel olarak trigliserollerden oluşur, ancak önemli miktarlarda diğer minör bileşenleri de içerir. Rafinasyon uygulamalarıyla, istenmeyen minör bileşikleri ortadan kaldırır ancak bu aynı zamanda yağın arzu edilen sağlığı geliştirici eser bileşenlerini de önemli ölçüde azaltabilir (Ghazani ve Marangoni, 2013). Kanola, genetiği değiştirilmiş (GM) ilk mahsuller arasındadır ve bu tip çeşitlerinin ticari üretimi çok yüksek seviyelerdedir (Maheshwari ve ark., 2011). Genetiği değiştirilmiş bitkilerin tarımının serbest bırakılmasıyla ilgili bir endişe, GM özelliklerinin hibridizasyon yoluyla yerli türlere aktarılmasıdır (Schafer ve ark., 2011).

### 1.1. Kanola yağı

2011 yılı için Avustralya kanolasının kalitesi Seberry ve ark., (2014) tarafından rapor edilmiştir. 2011 hasat sezonu için ortalama yağ içeriği %44,0 idi. Bu değer, 2010 hasat sezonundan %1.1 daha yüksekti ve rekor seviyeye (2007 yılı) eşitti. Yağ içeriği en düşük (%40,7) Premer'de (Yeni Güney Galler) ve York'ta (Batı Avustralya) ve en yüksek (%47,2) Munglinup'ta (Batı Avustralya) idi. 2011 hasadı için üretilen yağın ortalama oleik asit (C18:1) konsantrasyonu 2010'a göre %0,6 daha yüksek olan %61,8 idi. 2011 hasadında üretilen yağda ortalama linoleik asit (C18:2) konsantrasyonu %18,7 ile 2010 sezonuna göre %0,7 daha düşüktür. Linolenik asit (C18:3) konsantrasyonu, 2010 hasadına (%10,4) benzerdi. Ortalama doymuş yağ asidi konsantrasyonu %7,2 idi. Bu, 2010 hasat sezonuna göre %0,2 daha düşüktü.

Kanola ıslah programlarında ana hedef, düşük linolenik asit yağları (C18:3,  $\leq$ %) içeren genotipler geliştirmektir. Oleik asit (C18:1) içeriklerinin modifikasyonu da yağlı tohum kanolasındaki erusik asidin uzaklaştırılmasından sonra ıslah için bir başka önemli hedefdir (Yang ve ark., 2012). Bu tür bir yağ ile kolza yağının geliştirilmesi, yoğun kızartma için ve ayrıca biyodizel üretimi için ham madde olarak da kullanılabilir (Spasibionek ve ark., 2020). Alfa linolenik asit, insan sağlığını iyileştirebilen temel bir çoklu doymamış yağ asitleridir, ancak tohum yağ asitlerindeki Alfa linolenik asit içeriği sadece %10'dur (Zhang ve ark., 2021).

### 1.2. Yağ ekstraksiyonu

Ham kanola yağı, ısıyla ön koşullandırılmış kanola tohumlarının ekspeller preslenmesiyle endüstriyel olarak ekstrakte edilir. Preslenmiş "kanola küspesi" içindeki artık yağ, heksan kullanılarak solvent ekstraksiyonu ile geri kazanılır (Gaber ve ark., 2018). Ham kanola yağı esas olarak triaçilgliserollerden oluşur ancak önemli miktarlarda arzu edilen ve istenmeyen minör bileşenler içerir. Ham kanola yağı, yağ kullanılabılır bir gıda ürününe dönüştürmek için istenmeyen minör bileşikleri uzaklaştırmak için rafine edilir. Ancak rafine etme, yan etki olarak yağdan arzu edilen, sağlığı geliştiren küçük bileşenlerin kaybına neden olabilir (Ghazani ve Marangoni, 2013). Soğuk sıkım yağın kalitesine etki eden temel parametre preste kullanılan tohumların kalitesidir. Kanola tohumlarının olumsuz nem içeriği ve depolama sıcaklığı, elde edilen yağın kalitesini etkileyebilir.

### 1.3. Kanola küspesi

Kanola yağı ekstraksiyonunun yan ürünü, protein açısından zengin değerli bir küspedir. Tohum depolama proteinleri (cruciferin ve napin) kanolanın başlıca proteinleridir. Ark. lipid transfer proteinleri, oleozinler ve diğer minör proteinlerdir. Yağsız kanola küspesinin protein içeriği kuru ağırlık üzerinden %36-40'tır. Küspe ayrıca lif, fitatlar, polimerik fenolikler ve sinapin içerir. Proteinlerin bu protein olmayan bileşenlerden ayrılması zordur ancak tam besleyici ve fonksiyonel proteinler için gereklidir (Wanasundara ve ark., 2016). Kanola küspesi, soya küspesinin yerini alabilecek süt rasyonlarında kullanılan bir protein kaynağıdır (Maxin ve ark., 2013). Kanola protein izolatu amino asit profili iyi dengelenmiştir ve köpürme, emülsifiye etme ve jelleşme gibi fonksiyonel özelliklere sahiptir ve insan gıdası için kullanılabilir (Tan ve ark., 2011). Kanolanın depo proteinleri, yenilenebilir bir biyopolimer olarak yenilebilir kullanımın ötesinde birçok besinsel ve fonksiyonel özelliğe sahiptir (Wanasundara ve ark., 2016).

#### 1.4. Kanola Tarımı

Kanola, ağırlıklı olarak Avrupa'da kışlık ve Asya'da yarı kışlık bir ürün olarak yetiştirilmektedir. İlkbaharda ekimi Kanada, Avustralya ve kuzey Avrupa koşullarına daha fazla uyum sağlamıştır (Beszterda ve Nogala-Katucka, 2019). Kışlık kanola tarımı Kanada'da yaygın değildir, ancak Avrupa'da yaygındır. Kanada kanola üretimi batı Kanada'da yazlık şekilde hakimdir (Page ve ark., 2021).

Kanada, Çin ve Hindistan, 2019 yılında dünyada en yüksek kanola üretimine (sırasıyla 18,6; 13,5 ve 9,3 milyon ton) ve yüzölçümüne (sırasıyla 8,3; 6,6 ve 6,1 milyon ha) sahiptir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Dünyada 2019 yılında ilk 10 kanola üreticisi ülkenin kanola üretimi, alanları ve verimleri (FAOSTAT, 2021)

**Table 1.** Canola production, areas and yields of the top 10 canola producing countries in the world in 2019 (FAOSTAT, 2021)

No	Ülke	Üretim (milyon ton)	Ekim alanı (milyon ha)	Tohum verimi (t/ha)
1	Kanada	18,6	8,3	2,2
2	Çin	13,5	6,6	2,1
3	Hindistan	9,3	6,1	1,5
4	Fransa	3,5	1,1	3,2
5	Ukrayna	3,3	1,3	2,6
6	Almanya	2,8	0,9	3,3
7	Australya	2,4	2,1	1,1
8	Polonya	2,3	0,9	2,6
9	Rusya	2,1	1,4	1,4
10	İngiltere	1,8	0,5	3,3

Kanola, dünyanın çoğu yerinde bir kuru tarım mahsulüdür (Teshamariam ve ark., 2010). İklim değişikliğinin etkileri sıcaklık artışları, sel, kuraklık ve diğer olaylar mahsul üretimi için zorluklardır. Kanolanın toplam yağlı tohum endüstrisine, tarım ekonomisine ve ticaretine katkısı önemli düzeydedir. Kanola mahsulü üzerindeki çoklu abiyotik stresler, dünya çapında tarımsal ekonomik kayıplarla sonuçlanmaktadır (Lohani ve ark., 2020).

Yetiştiricilikteki ilerlemeler ve çok çeşitli ortamlara uygun yeni çeşitlerin piyasaya sürülmesi, kanola tarımının yeni alanlara genişlemesini teşvik etmiştir (Lilley ve ark., 2019). Ancak küresel ısınma, muhtemelen dünyanın birçok bölgesinde toprak nemini azaltacak ve koşulları değiştirecektir (Qaderi ve ark., 2012). Su kıtlığı koşullarında sulama takviyesinin doğru zamanlaması, kuraklık stresini azaltmak, su verimliliğini ve kurak alanlarda kanola verimini artırmak için uygun bir yaklaşımdır (Mohtashami ve ark., 2020). Kuraklık stresi kanolada fide oluşumunu doğrudan engeller ve daha düşük bitki yoğunlukları ve düşük verimler

ile sonuçlanır (Zhang ve ark., 2015). Kanada, dünyadaki en yüksek kanola üretimine ve yüzölçümüne sahiptir, ancak batı Kanada'da, Lahana Kök Uru (*Plasmodiophora brassicae*), orada kanola üretimi için önemli bir tehdittir (Peng ve ark., 2011).

İklim değişikliği ile artan sıcaklıkların, mahsul üretimini ve gıda güvenliğini etkilemesi beklenmektedir. Bitkilerin yatması, kanolada verim kaybı ve kalite kaybının önemli bir nedenidir ve iklim değişimi nedeniyle kanolada etkisinin artması beklenmektedir (Wu ve Ma, 2018). *Brassica napus*'da tohum doldurma sırasındaki ısı stresi, verimi ve yağ içeriğini ciddi şekilde bozmaktadır (Huang ve ark., 2019).

Hem kuraklıktan hem de yüksek sıcaklık koşullarından kurtulmak için kışlık ürün yetiştirmek iyi bir seçenek olabilir. Kış mahsulleri şu anda birçok ülke için tarımın bel kemiğidir. Avustralya, kanola üreten ilk 10 ülke arasında yer alan bir örnektir (Dreccer ve ark., 2018).

Yüksek sıcaklıklar, kuraklık ve tuzluluk genellikle birbiriyle bağlantılıdır. Üst toprak ve toprak altı tuzluluğu, mahsul üretimi için başlıca çevresel streslerdir (Grewal, 2010). Kanola orta derecede tuza toleranslıdır ancak tuz stresi büyümesini, tohum verimini ve yağ içeriğini azaltır (Bandehagh ve ark., 2011). Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPR), kanoladaki tuzluluk stresinin olumsuz etkilerini azaltabilir (Banaei-Asl ve ark., 2015). Tuz stresi hasarını hafifletmek için halotolerant PGPR kullanmak etkili bir yöntemdir (Li ve ark., 2017). PGPR, konukçu bitkinin ve rizosferik bakteri topluluk yapısının büyümesini uyarır (Farina ve ark., 2012).

Toprağın ağır metallerle kirlenmesi, dünyada son yıllarda önemli bir çevre sorunudur. Bu ortamlarda bazı bitkiler iyi büyüme yeteneğine sahiptir. *Brassica* bitkilerinin ağır metal fitoremediasyon kapasitesi yoğun rapor edilmiştir. Kanola, çinko (Zn) kirliliğine oldukça toleranslıdır ve fazla Zn altında yüksek biyokütle değerleri üretir (Belouchrani ve ark., 2016).

Su eksikliği stresi, bitki büyümesini ve verim üretimini olumsuz yönde etkileyen başlıca sınırlayıcı faktörlerden biridir. Bazı rizosfer bakterilerinin, bu tür stresli koşullarda bitki büyümesini desteklediği bilinmektedir. Keshavarz, (2020), iki farklı mikorizal mantar türü (*G. mosseae* ve *G. intraradices*) uygulamasının kanolanın büyümesine, verime, kalitesine ve kök kolonizasyonuna etkisini incelemiştir. Su eksikliği stresinden bağımsız olarak, kolonize bitkiler aşılınmamış bitkilerden daha fazla biyokütle, tohum ve yağ verimi üretmiştir. Su eksikliği stresi tohumların yağ yüzdesini azaltmış, ancak mikorizal bu özellikleri iyileştirmiştir. Kanola tohumlarında artan stearik, oleik, arasidik ve linolenik asitlerin aksine, su eksikliği tohumlardaki linoleik asit içeriğini azaltmıştır.

## 2. SONUÇ

Kanola, ağırlıklı olarak Avrupa'da kışlık ve Asya'da yarı kışlık bir ürün olarak yetiştirilmektedir. İlkbaharda ekimi Kanada, Avustralya ve Kuzey Avrupa koşullarına daha fazla uyum sağlamıştır. Kanola, dünyanın çoğu yerinde bir kuru tarım mahsulüdür ve küresel iklim değişimi nedeniyle tür, önemli abiyotik strese maruz kalmaktadır. Buna rağmen kışlık bir tür olduğundan, yazın yetiştirilen birçok yağlı tohumlu türe kıyasla, iklim değişimi koşullarına daha dayanıklı bir tür olarak gelecekte daha da öne çıkması beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Banaei-Asl, F., Bandehagh, A., Uliaei, E. D., Farajzadeh, D., Sakata, K., Mustafa, G., & Komatsu, S. (2015). Proteomic analysis of canola root inoculated with bacteria under salt stress. *Journal of Proteomics*, 124, 88-111. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.04.009>
- Bandehagh, A., Salekdeh, G. H., Toorchi, M., Mohammadi, A., & Komatsu, S. (2011). Comparative proteomic analysis of canola leaves under salinity stress. *Proteomics*, 11(10), 1965-1975. <https://doi.org/10.1002/pmic.201000564>
- Beszterda, M., & Nogala-Kałucka, M. (2019). Current research developments on the processing and improvement of the nutritional quality of rapeseed (*Brassica napus* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(5), 1800045. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800045>
- Dreccer, M. F., Fainges, J., Whish, J., Ogonnaya, F. C., & Sadras, V. O. (2018). Comparison of sensitive stages of wheat, barley, canola, chickpea and field pea to temperature and water stress across Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 248, 275-294. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.10.006>
- Elahi, N., Duncan, R. W., & Stasolla, C. (2015). Decreased seed oil production in FUSCA3 *Brassica napus* mutant plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 96, 222-230. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.08.002>
- FAOSTAT. (2021). Retrieved on May 20, 2022, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Farina, R., Beneduzi, A., Ambrosini, A., de Campos, S. B., Lisboa, B. B., Wendisch, V., & Passaglia, L. M. (2012). Diversity of plant growth-promoting rhizobacteria communities associated with the stages of canola growth. *Applied Soil Ecology*, 55, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.12.011>

## Etik Standartlar İle Uyum

### Yazarların Katkı Oranı

Tüm yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

- Gaber, M. A. F. M., Tujillo, F. J., Mansour, M. P., & Juliano, P. (2018). Improving oil extraction from canola seeds by conventional and advanced methods. *Food Engineering Reviews*, 10(4), 198-210. <https://doi.org/10.1007/s12393-018-9182-1>
- Ghazani, S. M., & Marangoni, A. G. (2013). Minor components in canola oil and effects of refining on these constituents: A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(7), 923-932. <https://doi.org/10.1007/s11746-013-2254-8>
- Grewal, H. S. (2010). Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on a sodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity. *Agricultural Water Management*, 97(1), 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.09.002>
- Hannoufa, A., Pillai, B. V., & Chellamma, S. (2014). Genetic enhancement of *Brassica napus* seed quality. *Transgenic Research*, 23(1), 39-52. <https://doi.org/10.1007/s11248-013-9742-3>
- Huang, R., Liu, Z., Xing, M., Yang, Y., Wu, X., Liu, H., & Liang, W. (2019). Heat stress suppresses *Brassica napus* seed oil accumulation by inhibition of photosynthesis and BnWRI1 pathway. *Plant and Cell Physiology*, 60(7), 1457-1470. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcz052>
- Jiang, J., Zhu, S., Yuan, Y., Wang, Y., Zeng, L., Batley, J., & Wang, Y. P. (2019). Transcriptomic comparison between developing seeds of yellow-and black-seeded *Brassica napus* reveals that genes influence seed quality. *BMC Plant Biology*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1821-z>
- Keshavarz, H. (2020). Study of water deficit conditions and beneficial microbes on the oil quality and agronomic traits of canola (*Brassica napus* L.). *Grasas Y Aceites*, 71(3), 373. <https://doi.org/10.3989/gya.0572191>

- Li, H., Lei, P., Pang, X., Li, S., Xu, H., Xu, Z., & Feng, X. (2017). Enhanced tolerance to salt stress in canola (*Brassica napus* L.) seedlings inoculated with the halotolerant *Enterobacter cloacae* HSNJ4. *Applied Soil Ecology*, 119, 26-34. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.033>
- Lilley, J. M., Flohr, B. M., Whish, J. P., Farre, I., & Kirkegaard, J. A. (2019). Defining optimal sowing and flowering periods for canola in Australia. *Field Crops Research*, 235, 118-128. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.03.002>
- Lohani, N., Jain, D., Singh, M. B., & Bhalla, P. L. (2020). Engineering multiple abiotic stress tolerance in canola, *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 3. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00003>
- Maheshwari, P., Selvaraj, G., & Kovalchuk, I. (2011). Optimization of *Brassica napus* (canola) explant regeneration for genetic transformation. *New Biotechnology*, 29(1), 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2011.06.014>
- Manaf, A., Kashif, M., Sher, A., Qayyum, A., Sattar, A., & Hussain, S. (2019). Boron nutrition for improving the quality of diverse canola cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 42(17), 2114-2120. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1648674>
- Maxin, G., Ouellet, D. R., & Lapierre, H. (2013). Ruminal degradability of dry matter, crude protein, and amino acids in soybean meal, canola meal, corn, and wheat dried distillers grains. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5151-5160. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6392>
- Mohtashami, R., Dehnavi, M. M., Balouchi, H., & Faraji, H. (2020). Improving yield, oil content and water productivity of dryland canola by supplementary irrigation and selenium spraying. *Agricultural Water Management*, 232, 106046. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106046>
- Nath, U. K., Kim, H. T., Khatun, K., Park, J. I., Kang, K. K., & Nou, I. S. (2016). Modification of fatty acid profiles of rapeseed (*Brassica napus* L.) oil for using as food, industrial feed-stock and biodiesel. *Plant Breeding and Biotechnology*, 4(2), 123-134. <https://doi.org/10.9787/PBB.2016.4.2.123>
- Page, E. R., Meloche, S., Moran, M., Caldbeck, B., & Barthelet, V. (2021). Effect of seeding date on winter canola (*Brassica napus* L.) yield and oil quality in southern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 101(4), 490-499. <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0220>
- Peng, G., McGregor, L., Lahlali, R., Gossen, B. D., Hwang, S. F., Adhikari, K. K., ... & McDonald, M. R. (2011). Potential biological control of clubroot on canola and crucifer vegetable crops. *Plant Pathology*, 60(3), 566-574. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02400.x>
- Qaderi, M. M., Kurepin, L. V., & Reid, D. M. (2012). Effects of temperature and watering regime on growth, gas exchange and abscisic acid content of canola (*Brassica napus*) seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 75, 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.09.003>
- Schafer, M. G., Ross, A. A., Londo, J. P., Burdick, C. A., Lee, E. H., Travers, S. E., Van de Water, P. K., & Sagers, C. L. (2011). The establishment of genetically engineered canola populations in the US. *PLoS One*, 6(10), e25736. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025736>
- Seberry, D. E., McCaffery, D., & Kingham, T. M. (2014). Quality of Australian canola 2011-12. Australian Oilseed Federation, 18, 1, 34.
- Singh, L., Sharma, R., & Singh, N. (2021). Effect of Foliar Application of Sulphur and Integrated Nutrient Management on Yield, Quality and Economics of Bed Transplanted Canola (*Brassica napus* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 55(2), 192-196.
- Spasibionek, S., Mikołajczyk, K., Ćwiek-Kupczyńska, H., Piętko, T., Krótka, K., Matuszczak, M., Nowakowska, J., Michalski, K., & Bartkowiak-Broda, I. (2020). Marker assisted selection of new high oleic and low linolenic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) inbred lines revealing good agricultural value. *PLoS one*, 15(6), e0233959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233959>
- Tan, S. H., Mailer, R. J., Blanchard, C. L., & Agboola, S. O. (2011). Canola proteins for human consumption: extraction, profile, and functional properties. *Journal of Food Science*, 76(1), R16-R28. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01930.x>
- Tesfamariam, E. H., Annandale, J. G., & Steyn, J. M. (2010). Water stress effects on winter canola growth and yield. *Agronomy Journal*, 102(2), 658-666. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0043>
- Wanasundara, J. P., McIntosh, T. C., Perera, S. P., Withanagamage, T. S., & Mitra, P. (2016). Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. *OCL*, 23(4), D407. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016028>
- Wu, W., & Ma, B. L. (2018). Assessment of canola crop lodging under elevated temperatures for adaptation to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 248, 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.09.017>
- Yang, Q., Fan, C., Guo, Z., Qin, J., Wu, J., Li, Q., Fu, T., & Zhou, Y. (2012). Identification of FAD2 and FAD3 genes in *Brassica napus* genome and development of allele-specific markers for high oleic and low linolenic acid contents. *Theoretical and Applied Genetics*, 125(4), 715-729. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1863-1>

Zhang, J., Mason, A. S., Wu, J., Liu, S., Zhang, X., Luo, T., Redden, R., Batley, J., Hu, L., & Yan, G. (2015). Identification of putative candidate genes for water stress tolerance in canola (*Brassica napus*). *Frontiers in Plant Science*, 6, 1058. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01058>

Zhang, X., Lian, J., Dai, C., Wang, X., Zhang, M., Su, X., ... & Yu, C. (2021). Genetic segregation analysis of unsaturated fatty acids content in the filial generations of high-linolenic-acid rapeseed (*Brassica napus*). *Oil Crop Science*, 6(4), 169-174. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2021.10.001>