

A lombtrágyázás hatása a káposztarepce (*Brassica Napus* L.) antioxidáns státuszára

Kulcsszavak: káposztarepce, polifenoltartalom, antioxidáns kapacitás, funkcionális élelmiszerek, egészséges táplálkozás

1. Összefoglalás

A káposztarepce (*Brassica napus* L.) sokoldalú felhasználása miatt kiemelkedő szerepet játszik a mezőgazdasági termelésben. DK Exstrom repcehibriddel végzett lombtrágyázási kísérlet beállítására Regölyben került sor, 1 ha-os parcellákon, sávos elhelyezésben, a kezeléseket a virágzás kezdeti állapotában végeztük. A lombtrágyaként alkalmazott kezelések az adott elemre számítva a következők voltak: Ca=3kg/ha (CaCO_3); Zn=1kg/ha (ZnCO_3); Zn+Ca=1kg/ha+3kg/ha ($\text{ZnCO}_3 + \text{CaCO}_3$); C-komplex (réz+cink komplex)=0,5 kg/ha réz és 0,8 kg/ha cinktartalommal. A betakarítást hozam térképpel ellátott kombájnnal végeztük. A magvak metanolos kivonatából spektrofotometriás úton az összes polifenoltartalmat (TPC) és az antioxidáns/redukáló kapacitást (FRAP) határoztuk meg. A kontrollhoz viszonyítva mindegyik kezelés növekedést eredményezett az összes polifenoltartalomban és az antioxidáns kapacitásban is. A legjobb eredményeket a C-komplex-el (réz+cink komplex) érték el.

¹ Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék, Mosonmagyaróvár

² Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszerkémia és Analitika Tanszék, Budapest

SZAKÁL Tamás

szakal.tamas@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0002-7319-1018>

PÉNTEK Attila

pantektools88@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6321-7766>

VASAS Dávid

vasas.david@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0002-9251-8493>

STEFANOVITS-BÁNYAI Éva

banyaieva51@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9772-9188>

VARGA Zoltán

varga.zoltan@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0001-6226-099X>

KALOCSAI Renátó

kalocsai.renato@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0002-5971-9939>

2. Bevezetés - Irodalmi áttekintés

A káposztarepce (*Brassica napus* L.) a keresztesvirágúak családjába (*Cruciferae*) tartozik, melyben a *Brassica* nemzetség igen sok és jelentős fajt ölel fel a haszonnövények közül, melyeknek igen széles a felhasználási területük. Ehhez a nemzetséghez tartoznak az értékes olajnövények, mint a káposztarepce, takarmánynövények, mint a réparepce, karórépa és tarlórépa, illetve fűszernövények, mint a feketemustárfélék. Hazánkban termesztett fajták, és hibridek őszi káposztarepce alakok (*Brassica napus* L. ssp. *olifera* forma *biennis*). Európában nagyrészt az őszi káposztarepcét használják, míg a világ számos pontján a tavaszi repce (canola) termesztése az elfogadott (Aufhammer, 1994; Radics, 2012).

Az olajosnövények közül, a repce a harmadik helyet foglalja el a termesztési rangsorban a pálmaolaj és a szójaolaj után (Lääniste et al, 2004), emellett az egyike a legfontosabb ehető olajos magvú növényeknek a világon, valamint potenciális biodízelforrás is Európában (Wang, 2005).

Ennek eredményeként mind világviszonylatban, mind a hazai termesztési adatok alapján egyre növekszik a repce termőterülete, melyben nem csak a hibrid repcék elterjedése az ok, ami biztonságosabbá tette a repcetermesztést (Miller, 1999; Fu, 2000; Központi Statisztikai Hivatal 2017), hanem azon ismeretek növekvő mennyisége, amelyek a repcében előforduló endogén komponensek kutatásának köszönhető.

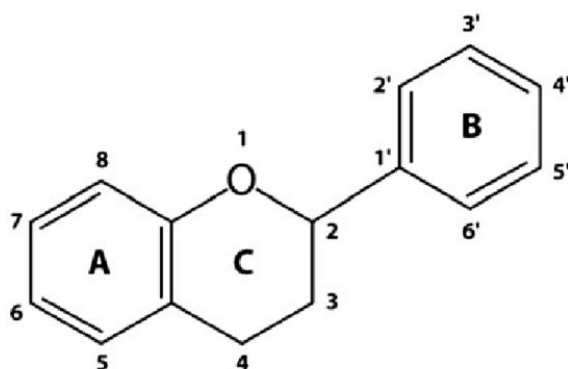
A sejtek citoplazmájában az oxidációs folyamatok során szabad gyökök kelezhetnek. A szabadgyökök olyan reaktív, magas redoxi potenciállal rendelkező molekulák, illetve molekularészletek, amelyek párosítatlan elektronnal rendelkeznek, kémiai reakciójuk folytán rendkívül agresszív oxidáló tulajdonságúak. A szabad gyökök bizonyos részének fontos szerepe van a redoxi folyamatokban, többek között a sejtciklus szabályozásában, illetve a sejt metabolikus folyamataiban (Davies, 2000; Kehrer és Klotz, 2015).

A biokémiai folyamatokban nagy mennyiségben jelenlévő szabad gyökök túlsúlya okozhatja magát az oxidatív stresszt és fejti ki káros hatását (Cornelli, 2009). A szabadgyökök külső biotikus, és abiotikus hatások következményeként is képződhetnek (Benzie, 2000; Ayala et al, 2014). A keletkező szabadgyökök a lipideket alkotó zsírsavmolekulákat, a szénhidrátokat, fehérjéket és nukleinsavakat is károsíthatják, gyökös mechanizmusú láncreakcióval (Mylonas és Kouretas, 1999; Pacifici és Davides, 1991).

Az antioxidánsok az élő rendszerekben a szabadgyök által képzett köztes anyagokat, vagy magukat a szabad gyököket oxidálják. Csekély mennyiségben vannak jelen az oxidálандó szubsztráthoz képest, és jelentős mértékben csökkenteni, vagy akár gátolni is képesek annak oxidációját, így stabilizálják, vagy kikapcsolják a nem kívánatos hatásukat (Cornelli, 2009; Aluyor és Ori-Jesu).

A repcében a jelentős olaj és fehérjetartalom mellett fontos a vitaminok, ásványi anyagok mennyisége és azon egyéb értékes komponenseknek a jelenléte, amelyek bizonyítottan egészségvédő funkcióval rendelkeznek. Ebbe a csoportba tartoznak a növények másodlagos anyagcserefolyamatai révén képződő polifenolos komponensek, flavonoidok, glükozinolatok is, melyeknek a kedvező élettani hatás tudható be (Kushad et al, 1999; Jahangir et al, 2009; Traka és Mithen, 2009; Velasco, 2011; Cartea et al, 2011; Gavrilin et al, 2012). A repcemag olaj antioxidáns tulajdonságát főként a benne található zsírsavaknak, tokoferoloknak, polifenoloknak, és karotinoidoknak köszönheti (Nalda et al, 2007; Koski et al, 2002; Singer et al, 2013; Wang et al, 2018).

A természetben több mint 8000 fenolos vegyület ismert (Nagendran et al, 2006). Ezek a vegyületek kémiai felépítésüket tekintve tartalmaznak legalább egy aromás gyűrűt, illetve egy vagy több –OH csoportot, és egyéb szubsztituenseket. A fenolos vegyületeket további 15 strukturális osztályba csoportosítják, legnagyobb számú csoportja a flavonoidok (1. ábra).



1. ábra: A flavonoidok alapstruktúrája (Pal és Saha, 2013)

A kedvező endogén komponensek mennyisége nagymértékben függ a növény kellő tápanyagellátottságától, ill. az esetleges stresszhatásra megváltozó védelmi rendszertől. A nagyobb hozam elérésének egyik legfontosabb

feltétele a megfelelő termesztéstechnológia mellett, hogy az ásványi tápelemeket az adott faj ill. fajta számára kielégítő mennyiségben biztosítsuk (Sahrawat et al, 2008; Fageria, 1992). A makroelemek körül a repce elsősorban a nitrogénre érzékeny (Rathke et al, 2005), de megfelelő mikroelem ellátottságra is szüksége van, mint pl. a cinkre és a rézre, főleg a hazai talajokban mutatkozó hiányok miatt (Kalocsai et al, 2022; Szakál et al, 2003). A Zn és a Cu részben a termésmennyiség, részben a termék minőség kialakításában fontos a szántóföldi növényeknél (Győri és Jávör, 2002; Schmidt et al, 2002, Szakál et al, 2022). A Zn, Fe és Mn lombtrágyaként való alkalmazása esetén bizonyítottan hozambeli növekedés érhető el (Wissuwa et al, 2008). A Zn növény számára történő biztosítása közvetetten optimalizálja más felhasznált N, P és K műtrágyák hatását, és így közvetve javítja a gazdasági hasznosulást (Rashid és Fox, 1992; Rashid, 2006; Rashid et al, 2008). Vizsgálati eredmények kimutatták, hogy a Zn lombtrágyázás serkenti a növény növekedését és fejlődését (Sohail et al, 2022).

Munkánk célja, hogy a cink és réz lombtrágyázás miként hat a repce néhány endogén paraméterére, különös tekintettel az antioxidáns/redukáló kapacitást nagymértékben befolyásoló összes polifenoltartalomra.

3. Anyag és módszer

A káposztarepce (*Brassica napus* L.) lombtrágyázási kísérletét Regölyön állítottuk be, sávos elhelyezésben, 1 ha-os parcellákon, DK Exstorm hibriddel. A lombkezelés a virágzás kezdeti állapotában, Damman típusú permetezővel, a betakarítás pedig hozamterképpel ellátott kombájnnal történt. Vizsgálati célból parcellánként hatszor 1 kg mintát vettünk. Az alkalmazott szereket és azok dózisait az 1. táblázat tartalmazza. A bázisos cink karbonát cink-hidroxidból és cink-karbonátból épült fel. C-komplex (réz és cink komplex). A táblázatban szereplő dózisok minden esetben az adott elemre értendők.

1. táblázat: A kezelések és az alkalmazott dózisok

Minta jelölése	Alkalmazott szer	Dózis
1.	Kontroll	-
2.	CaCO ₃ (Kalcium-karbonát)	3 kg/ha (kalciumra számított)
3.	ZnCO ₃ (Bázisos cink-karbonát)	1 kg/ha (cinkre számított)
4.	ZnCO ₃ + CaCO ₃ (Bázisos cink karbonát) + (Kalcium-karbonát)	1 kg/ha (cinkre számított) + 3 kg/ha (kalciumra számított)
5.	C-komplex (Réz és cink komplex)	0,5 kg/ha (réz tartalom) + 0,8 kg/ha (cink tartalom)

3.1 Vizsgálati módszerek

A nagyüzemi körülmények között betakarított mintáknak mértük a hozamát és a beltartalmi értékeit. A betakarított hozamot kezelésként mértük az üzem területén elhelyezett hitelesített mérlegen. A Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék levő Perten Inframatic 9200 típusú gyors analízátorral, roncsolásmentes **körülmények között** vizsgáltuk meg a betakarított minták nyers fehérje-, sükér-, és keményítő %-ot. Mintánként 6 párhuzamos mérést végeztünk. A mérés során alkalmazott analízátor (NIR) közeli infravörös tartományban, 1100-1400 nm között transzmisszió elvén végzi a mérést.

3.2 Analitikai módszerek

A magvak mintaelőkészítése: A kezelésekből 3-3 párhuzamos mintaelőkészítés történt. A magvakból lisztet készítettünk, konyhai darológép segítségével. A repcemag lisztből 2g/10 ml-es oldatot készítettünk metanollal, majd 1 órán keresztül UH-os vízfürdőben feltártuk a mintákat. Ezután 13000 ford /min 15 percig 10 °C-on centrifugáltuk (Hettich Mikro 22 R típusú centrifuga), majd a tiszta felülúszót a mérésekig jól zárható falkon csövekben (15 ml) mélyhűtőben (-32 °C) tároltuk. Az összes polifenoltartalom (Total Phenolic Content-TPC) meghatározása Singleton és Rossi (1965) (Singleton és Rossi, 1965) módszerével történt. A mérést galluszsavból készült kalibrációs görbe segítségével végeztük, spektrofotometriás úton =760 nm-en, Folin-Ciocalteu reagens (Merck 109001), segítségével. Az eredményeket μmol/dm³ galluszsav (GS)/g -ban adtuk meg (Singleton és Rossi, 1965). Összes antioxidáns kapacitás meghatározása FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) módszerrel Benzie és Strain (1966) módszere alapján, spektrofotometriás úton (=593 nm) történt. Az eredmények aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével μmol/dm³ aszkorbinsav (AS)/g-ben kerültek kiértékelésre (Benzie és Strain, 1966).

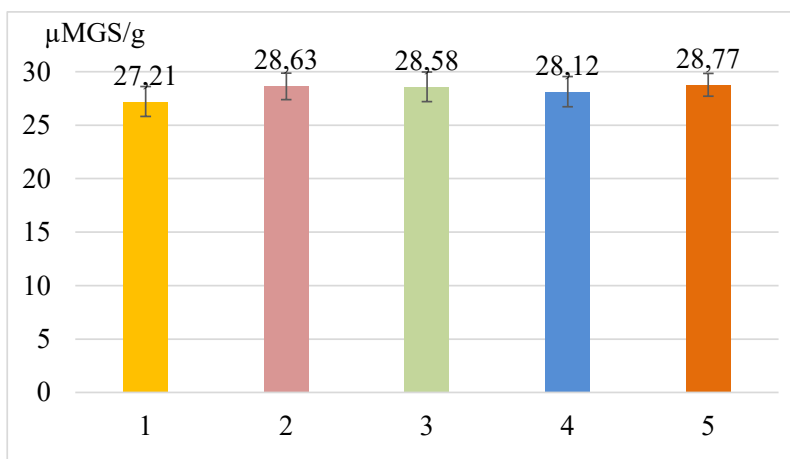
4. Eredmények és értékelésük

A nagyüzemi parcellák kombájnnal történő betakarításakor, mintaterenként 6 db mintát vettünk. A betakarított mintáknak vizsgáltuk a nedvesség és olajtartalmát, amelyet a 2. táblázatban foglaltunk össze. A kontrolhoz képest a kezelésekre minden esetben olajtartalom növekedést értünk el. A legjelentősebb olajtartalomnövekedést a CaCO_3 estében kaptuk, melynek értéke 46% volt.

2. táblázat: a repce nedvesség és olajtartalma

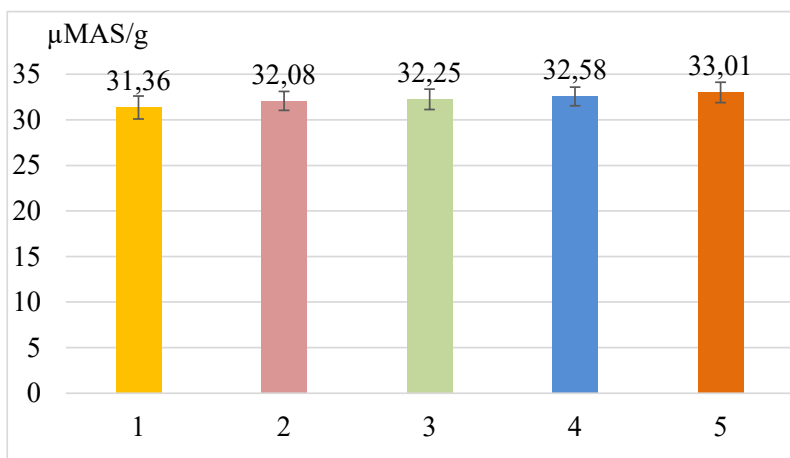
Minta	Kezelés	Nedvesség %	Olaj %
1	Kontroll	9,98	44,08
2	CaCO_3	9,70	46,00
3	ZnCO_3	9,86	45,00
4	$\text{ZnCO}_3 + \text{CaCO}_3$	9,70	45,14
5	C-komplex (réz és cink komplex)	9,70	45,00

A betakarított mintákból megvizsgáltuk a polifenoltartalmat és antioxidáns kapacitást. A mért polifenoltartalmat a 2. ábra, a mért antioxidáns kapacitást a 3. ábra mutatja ($\mu\text{M} = \mu\text{mol}/\text{dm}^3$). A mért adatok 1 g repcemag mintára vonatkoznak.



2. ábra. A lombtrágyázás hatására megváltozó összes polifenoltartalom

A polifenoltartalmat vizsgálva megállapítható, hogy a kezelésekre hatására annak növekedése volt kimutatható. A legjelentősebb növekedést a C-komplex levéltrágya kezelés biztosította, mely a réz-tartalom mellett (Cu 200 g/ha + Zn 500 g/ha) kaptuk.



3. ábra. A lombtrágyázás hatására megváltozó antioxidáns kapacitás.

Az antioxidáns kapacitás vizsgálata során megállapítható volt, hogy a kezelésekre hatására kedvezően emelkedett annak értéke. A legmagasabb értéket ez esetben is a C-komplex kezelés biztosította.

5. Statisztikai értékelés

A repcemagvak összes polifenoltartalmát vizsgálva megállapítható, hogy a kezelések nem mutattak szignifikáns különbséget a kontrollhoz képest. A FRAP módszerrel vizsgált antioxidáns/redukáló kapacitás a kontrollhoz képes 5%-os szignifikáns különbséget mutatott ZnCO₃ és CaCO₃ kezelések során. Erős szignifikáns eltérést (0,1%) a cink mellett rezet is tartalmazó C-komplex kezelések mellett kaptunk a kontrollhoz képest.

6. Következtetések

Munkánkban a káposztarepce (*Brassica napus* L.) néhány endogén paraméterét (pl: antioxidáns kapacitás/összes polifenol tartalom) vizsgáltuk. Kísérleteink során, lombtrágyán 4 féle kezelést végeztünk. Az alkalmazott kezelések közül, a kontrollhoz képest, a C-komplex (réz és cink komplex) hozta a legjelentősebb összes ponifenol (28,77 µmol/dm³GS/g) és antioxidáns kapacitás (33,01 µmol/dm³AS/g) értéket. Következtetésként tehát elmondható, hogy a C-komplex bizonyult a legkiválóbb kezelésnek az alkalmazott növény (káposztarepce) antioxidáns hatásának növelése céljából.

7. Irodalom

- Aluyor E.O., Ori-Jesu M. (2008): The use of antioxidants in vegetable oils – A review. *African Journal of Biotechnology*, 7(25): 4836-4842. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59677>
- Ayala A., Muñoz M.F., Argüelles S. (2014): Review Article - Lipid Peroxidation: Production, Metabolism, and Signaling Mechanisms of Malondialdehyde and 4-Hydroxy-2-Nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Article ID 360438, 31 p. DOI: 10.1155/2014/360438
- Aufhammer W. (1994): Skriptum zur Vorlesung spezieller Pflanzenbau. E. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Benzie I. and Strain J. (1996) The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power: The FRAP Assay". *Analytical Biochemistry*. 239. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Benzie I.F.F. (2000): Evolution of antioxidant defence mechanisms. *European Journal of biological-systems. Free Radical Biology and Medicine*, 18: 125-126. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003940070030>
- Cartea M.E., Francisco M., Soengas P., Velesco P. (2011): Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecules*, 16. 251-280. DOI: 10.3390/molecules16010251
- Cornelli U. (2009): Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in Dermatology*, 27: 175-194. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2008.01.010
- Davies K.J.A. (2000): Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. *lubmb Life*, 50: 279-289. DOI: 10.1080/713803728
- Fageria N.K. (1992): Nutrient Use Efficiency in Crop Production. In: Maximizing Crop Yields. Marcel Dekker Inc. New York. Chapter 5. 125-163.
- Fu T.D. (2000): Breeding and Utilization of Rapeseed Hybrid (second edition). Wuhan: *Hubei Science and Technology Press*.
- Gavrilin M.V., Sedin A.V., Senchenko S.P. (2012): Medicinal plants quantitative determination of anticancer compounds in aerial parts of some plants from the family brassicaceae. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 46, (6) 360 – 362. DOI: 10.1007/s11094-012-0798-9
- Győri Z., Jávora A. (Szerk.) (2002): Az Agrokémia időszerű kérdései (Current Issues in Agrochemistry). A Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaság – Tudományi Kar, valamint a MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága által rendezett tudományos ülés. [In: Buzás I.: A trágyázási szaktanácsadás és a trágyázási kísérletek.] Debrecen. 78.-80. 129.-130. o. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2008.00065.x>
- Jahangir M., Kim H.K., Choi Y.H., Verpoorte R. (2009): Health-Affecting Compounds in 381 Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 8:31-43. DOI:
- Kalocsai R., Szalka É., Svétliková A., Kukurová K., Szakál T., Giczi Z., Vona V. (2022): The principles of sustainable agricultural cultivation and the supply of nutrients to our cultivated plants, *Acta Agronomica Óváriensis* 63 : Különszám pp. 51-65., 15 p.
- Kehrer J.P., Klotz L.O. (2015): Free radicals and related reactive species as mediators of tissue injury and disease: implications for Health. *Critical Reviews in Toxicology*. DOI: 10.3109/10408444.2015.1074159
- Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M. (2002): Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil. *European Food Research and Technology*, 214(4): 294-298. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-001-0479-5>

- Központi Statisztikai Hivatal 2017: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/vet/vet1606.pdf>
- Kushad M.M., Brown A.F., Kurilich A.C., Juvik J.A., Klein B.P., Wallig M.A., Jeffery E.H. (1999): Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica oleracea. *J. Agric. Food Chem.* 47:1541-1548. DOI: 10.1021/jf980985s
- Lääniste P., Jõudu J., Ereemeev V. (2004): Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilisation. *Agronomy research*, 2(1): 83-86.
- Miller J.F. (1999): Oilseeds and heterosis. In J.G. Coors and S. Pandey (ed.) The genetics and exploitation of heterosis in crops. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, WI. 399-404.
- Mylonas C., Kouretas D. (1999): Lipid peroxidation and tissue damage. *In Vivo*, 13(3): 295-309.
- Nagendran B., Kalyana S., Samir S. (2006): Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 99 (1): 191-203. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.07.042
- Nalda R., Paz R., Masson L., Ortiz J., González K., Tapia K., Dobaganes C. (2007): Effect of α -tocopherol, α -tocotrienol and Rosa mosqueta shell extract on the performance of antioxidant-stripped canola oil (Brassica sp.) at high temperature. *Food Chemistry* 104: 383–389. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.052>
- Pal S., Saha C. (2013): A review on structure–affinity relationship of dietary flavonoids with serum albumins. *Journal of biomolecular Structure & Dynamics*. 32(7). 1132-1147. DOI: 10.1080/07391102.2013.811700
- Pacifici R.E., Davides K. (1991): Protein, lipid, and DNA repair systems in oxidative stress: the free radical theory of ageing revisited. *Gerontology*, 37: 166–180. DOI: 10.1159/000213257
- Radics L. (szerk.) (2012): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 2. (Sustainable field crop production 2.) *Agroinform Kiadó* Budapest.
- Rashid A., Fox R.L. (1992): Evaluating the internal zinc requirements of grain crops by seed analysis. *Agronomy Journal*. 84:469–474. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400030022x>
- Rashid A. (2006): Incidence, Diagnosis and Management of Micronutrient Deficiencies in Crops: Success Stories and Limitations in Pakistan. IFA Agriculture conference, Kunming, China. 15.
- Rashid A., Bughio N., Rafique E. (2008): Diagnosis zinc deficiency in rapeseed and mustard by seed analysis. *Communications Soil Science Plant Analysis*, 25: 3405–3412. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103629409369273>
- Rathke G.W., Christen O., Diepenbrock W. (2005): Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crop Research*, 94: 103–113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.11.010>
- Sahrawat K.L., Rego T.J., Wani S.P., Pardhasaradhi G. (2008): Sulfur, Boron, and Zinc Fertilization Effects on Grain and Straw Quality of Maize and Sorghum Grown in Semi-Arid Tropical Region of India. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 1578-1584. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160802244712>
- Schmidt R., Barkóczi M., Szakál P., Kalocsai R. (2002): The Impact of Copper Tetramine Hydroxide Treatments on Wheat Yield, *Agrokémia és Talajtan* 51 : 1-2 pp. 193-201.
- Singer A., Czubinski J., Dwiecki K., Kachlincki P., Nogala-Kalucka M. (2013): Identification and antioxidant activity of sinapic acid derivatives in Brassica napus L. seed meal extracts. *European Journal of Lipid Science Technology* 115. 10. 1130-1138. DOI: 10.1002/ejlt.201300077
- Singleton V.L., Rossi J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16. 144-158. DOI: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>
- Sohail, Laraib S., Elenora F., York-Dieter S., Birgit K., Zia-ur-Rehman M. (2022): Molecular Effects of Biogenic Zinc Nanoparticles on the Growth and Development of *Brassica napus* L. Revealed by Proteomics and Transcriptomics. *Frontiers in Plant Science*, 13. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.798751>
- Szakál P., Schmidt R., Kalocsai R. (2003): The effect of N solution and copper and zinc treatments on the yield and quality of winter wheat, In: Gyuricza, Cs (szerk.) Proceedings of the II. Alps-Adria Scientific Workshop, Akadémiai Kiadó, 236 p. pp. 164-168.
- Szakál T., Szalka É., Giczi Zs., Vasas D., Svétliková A., Kukurová K. (2022): Effect of the copper-sucrose complex from copper-containing waste on yield and quality of winter wheat, *Acta Agronomica Óváriensis* 63 : Különszám pp. 22-35.
- Traka M., Mithen R. (2009): Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochem.* 436.Rev. 8:269-282. DOI: 10.1007/s11101-008-9103-7

- Velasco P., Francisco M., Moreni A.D., Ferreres F., Garcia-Viguera C., Cartea M.E. (2011): Phytochemical fingerprinting of vegetable *Brassica oleracea* and *Brassica napus* by simultaneous identification of glucosinolates and phenolics. *Phytochemical Analysis*, 22. 2. 144-152. DOI: 10.1002/pca.1259
- Wang H. (2005): The potential, problems and strategy for the development of biodiesel using oilseed rape. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 27(2): 74. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.10.004
- Wang J., Meng G., Chen S., Chen Y., Jiang J., Wang J.P. (2018): Correlation analysis of phenolic contents and antioxidant in yellow- and black-seeded *Brassica napus*. *Molecules* 23. 1815 15p. DOI: 10.3390/molecules23071815
- Wissuwa M., Ismail A.M., Graham R.D. (2008): Rice grain zinc concentrations as affected by genotype native soil-zinc availability, and zinc fertilization. *Plant Soil*, 306: 37-48. DOI: 10.1007/s11104-007-9368-4

Effect of Foliar Fertilization on the Antioxidant Status of Brassica Napus L.

Keywords: rapeseed, polyphenol content, antioxidant capacity, functional foods, healthy diet

1. Summary

Brassica napus L. is of outstanding importance in agricultural production due to its versatile uses. A foliar fertilization experiment with DK Exstrom rapeseed hybrid was set up in Regöly, in 1 ha plots, in a banded arrangement. Treatments were carried out at the initial flowering stage. The treatments applied as foliar fertilizers were as follows, calculated per element: Ca=3kg/ha (CaCO₃); Zn=1kg/ha (ZnCO₃); Zn+Ca=1kg/ha+3kg/ha (ZnCO₃ + CaCO₃); C-complex (copper+zinc complex)=0.5 kg/ha copper and 0.8 kg/ha zinc. Harvesting was carried out with a combine with a yield map. Total polyphenol content (TPC) and antioxidant/reducing capacity (FRAP) were determined spectrophotometrically from the methanolic extract of the seeds. Compared to the control, all treatments resulted in an increase in both total polyphenol content and antioxidant capacity. The best results were obtained with C-complex (copper+zinc complex).

¹ University of Győr

² MATE Faculty of Food Sciences

Tamás SZAKÁL

Attila PÉNTEK

Dávid VASAS

Éva STEFANOVITS-BÁNYAI

Zoltán VARGA

Renátó KALOCSAI

szakal.tamas@sze.hu

pantektools88@gmail.com

vasas.david@sze.hu

banyaieva51@gmail.com

varga.zoltan@sze.hu

kalocsai.renato@sze.hu

<https://orcid.org/0000-0002-7319-1018>

<https://orcid.org/0000-0001-6321-7766>

<https://orcid.org/0000-0002-9251-8493>

<https://orcid.org/0000-0001-9772-9188>

<https://orcid.org/0000-0001-6226-099X>

<https://orcid.org/0000-0002-5971-9939>