

Növényfiziológiai vizsgálatok őszi káposztarepce (*Brassica napus* var. *napus* f. *biennis* L.) állományokban csernozjom talajon

Vincze Éva–Pepó Péter

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen
vincze.eva@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Arkaso őszi káposztarepce hibrid állományban végeztünk növényfiziológiai vizsgálatokat: relatív klorofill-tartalom (SPAD) és levélterület-index (LAI) méréseket. A kísérlet a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Látóképi Kísérleti Telepén lett beállítva négy ismétlésben, két különböző vetésidőben (I. vetésidő: 2014. 08. 22. és II. vetésidő: 2014. 09. 09. a hiányos kelés miatt a második állományban újra vetés történt 2014. 10. 01-én), három különböző tőszámmal 200, 350 és 500 ezer/ha, azonos tápanyagellátással 45 cm-es sortávolság mellett. A kísérlet előveteménye őszi búza volt. A relatív klorofill-tartalom (SPAD) és levélterület-index (LAI) méréseket hét különböző időpontban végeztük el. A legnagyobb klorofill-tartalom értéket az első vetésidő esetében az 500 000, míg a második vetésidőben a 350 000 ezer/ha tőszámmal vetett repce esetében kaptuk. A mérési eredményeink azt bizonyították, hogy a növényszám és a LAI közötti lineáris kapcsolat volt. A legnagyobb levélterület-index értékeket mind a két vetésidő esetében az 500 000 ezer/ha tőszámnál érte el.

Kulcsszavak: őszi káposztarepce, LAI, SPAD, vetés, tőtávolság

SUMMARY

We made plant physiology examinations in Arkaso winter oilseed rape hybrid substance: relative chlorophyll content (SPAD) and leaf area index (LAI) measurements. The experiment was set in University of Debrecen Agricultural Sciences Center at Látóképi Experimental Station in four replications, in two different sowing times (I. sowing date on 08/22/2014 and II. sowing date on 09/09/2014 sowing again happened because of the incomplete germination in the second substance 01/10/2014) Three different plant density 200, 350 and 500 thousand ha^{-1} , under the same nutrient supply, 45 cm row spacing. The experiment was green crop of winter wheat. The relative chlorophyll content (SPAD) and leaf area index (LAI) measurements were made in seven different times. We measured the maximum value of chlorophyll content in the first sowing time at 500, and the second sowing time at 350 thousand ha^{-1} plant density. The measurement results proved that there was a linear relationship between the number of plants and the LAI. The maximum leaf area index values we measured in both the sowing time at 500 thousand ha^{-1} reached.

Keywords: winter oil seed rape, LAI, SPAD, sowing date, plant density

BEVEZETÉS

A repce a világon a 3., hazánkban pedig – a napraforgót követően – a 2. legfontosabb termesztett olajnövényünk. Területe az 1990-es évek végétől folyamatosan nőtt, napjainkban a vetésterülete 200–250 ezer hektár között változik. Az elmúlt években a repce termesztése olyan területeken, üzemekben, gazdaságokban is megjelent, amelyek korábban nem foglalkoztak a növény termesztésével. A hazai fajta/hibrid portfólió is jelentősen átalakult, napjainkban új típusú (pl. semi-dwarf, IMI stb.) hibridek jelentek meg, amelyek termesztéstechnológiai igénye jelentősen eltér a korábbi genotípusok agrotechnikai igényétől. A technológiai elemek közül különösen fontos szerepet játszik a repce megfelelő tápanyagellátása és az optimális vetésidő megválasztása (Pepó 2013).

Páll (2009) által leírtak szerint sok minden függvénye, hogy a fajták vagy a hibridek termesztése kerüljön előtérbe. Nyilvánvaló, hogy mind a kettőnek megvan az előnyei és a hátrányai is. A hibrideket kevesebb tőszámmal vethetjük, mint a fajtákat, viszont ez utóbbiak sokkal jobb alkalmazkodóképességűnek bizonyultak. Kiss (2008) megállapította, hogy nagy eltérés figyelhető meg az egyes fajták és hibridek tápanyagreakcióiban, véleménye szerint vannak, kifejezetten igényes és kifejezetten gazdaságos típusú fajták, és hib-

ridek, ezért azok ismerete hasznos a megfelelő technológia kiválasztásában. A repce télállósága, a termesztéstechnológia elemeivel (vetésidő, tőszám, fajta stb.) bizonyos mértékben befolyásolható, azonban megbízhatóan csak alkalmas regulátorral vagy regulátorhatású anyaggal lehet a repce télállóságát javítani.

A repce vetésidőjének optimális megválasztása a kelés, a homogén állományok kialakulása, az áttelelés miatt igen fontos. Rîşnoveanu és Buzdugan (2011) kísérleteiben a szeptember 5–10. közötti intervallumot jelölték meg optimális vetésidőnek (Északkelet Baragan, Románia). Sharafizadeh et al. (2012) vizsgálataiban a vetésidő szignifikánsan befolyásolta a repce termésmennyiségét.

Eőri (2001) szerint a repcetermesztés sikere nagyrészt a növényállomány őszi állapotától függ, amelyet a talaj-előkészítés és a vetés határoz meg elsősorban. A vetés időben és jó minőségben történő elvégzése döntően befolyásolja mind a termés mennyiségét, mind a minőséget. A nagy termések eléréséhez az őszi folyamán jól beállt rozettaállapotú állományokra van szükség. A fejlettségi állapotot az optimális vetésidőn kívül a növény-sűrűséggel tudjuk szabályozni. Pétiné és Tihanyi (1978) a vetésidő és a tőszám között $r=0,3-0,45$ korrelációt talált.

A levelek klorofill-tartalma információt szolgáltat a növények fiziológiai állapotáról, mivel a különböző

természetes és antropogén stressz-tényezők hatással vannak a klorofill mennyiségére (Carter 1994). A klorofill mennyisége a látható és az ultraibolya tartományban jól mérhető gyors, nem destruktív optikai módszerekkel (Markwell et al. 1995, Sims et al. 1995, Cartelat et al. 2005). A Minolta SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) mérőkészülék a levelek relatív klorofill-tartalmát a 650 nm hullámhosszú fénysugarak abszorpciója alapján határozza meg, amihez referenciaként infravörös fényt használ a 940 nanométeres hullámhossztartományban. A készülék a relatív klorofill-tartalmat SPAD értékben (SPAD-index) fejezi ki, amit a levélen áthaladt vörös és infravörös fény intenzitásából kalkulál (Minolta Camera Co. Ltd. 1989).

A levélterület-index fogalmát elsőként Watson (1947) definiálta, aki a levél teljes felületét mérte egy-egy talaj felületre vetítve. Varella et al. (2012) szerint a LAI érték egy jó indikátor a termés várható mennyiségének megállapításában.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet beállítása

A szántóföldi kisparcellás kísérlet négy ismétlésben a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Látóképi Kísérleti Telepén lett beállítva, hajdúsági löszháton, Debrecentől kb. 15 km-re a 33. számú közlekedési útvonal mellett. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik.

A kísérlet beállítását megelőzően elvégeztük a kísérleti terület talajának vizsgálatát, mely adatok azt mutatják, hogy a terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható, kémhatása közel semleges. Foszfor-ellátottsága közepesnek, kálium-ellátottsága közepes-jónak tekinthető. A humusztartalma 2,6–2,8%, a humuszréteg vastagsága 80 cm körüli.

A kísérlet talajának vízgazdálkodási tulajdonságait jellemző adatok a Várallyay által közölt adatok alapján a IV. vízgazdálkodási csoportba sorolhatóak, ami közepes vízbefogadó képességet jelent.

A kísérletben az Arkaso hibrid vizsgálatát végeztük a 2014/2015 tenyészévben. A kísérlet két különböző vetésidőben került elvetésre (I. vetésidő: 2014. 08. 22. és II. vetésidő: 2014. 09. 09., amit a hiányos kelés miatt újrajavítottak 2014. 10. 01.-én). Három különböző tőszámmal lett beállítva 200, 350 és 500 ezer/ha, azonos tápanyag-ellátással (N: 140 kg/ha, P: 90 kg/ha, K: 102 kg/ha),

45 cm-es sortávolság alkalmazásával. A kísérlet előveteménye őszi búza volt.

A 2014/2015 évi tenyészévben összesen 491,4 mm csapadék hullott a repce tenyészidejében (2014. augusztus 1.–2015. június 30.), amely csapadékmennyiség közel azonos értéket mutat a sokéves átlaggal (1. táblázat). Az augusztusban lehullott csapadék (44,8 mm) elmaradt a sokévi átlagtól (60,7 mm), ezt követően a szeptember és az október hónapok kifejezetten csapadékosak váltak. Ez egyrészt kedvező volt a repce kelése, kezdeti fejlődése szempontjából, másrészt pedig jelentős mértékben elősegítette a kísérleti talaj vízkészletének feltöltődését, amely a későbbi, száraz hónapokban részben biztosítani tudta a repce állományok vegetatív növekedéséhez és termésképződéséhez szükséges vízfelvételt. A havi középhőmérséklet április hónap kivételével meghaladta a sokéves átlagot.

A kísérlet statisztikai elemzéséhez az SPSS for Windows 13.0 és Microsoft office 2013 Excel programot használtuk. A kéttényezős variancia-analízist és a korreláció-analízist Sváb (1981) szerint végeztük. A korreláció-analízisnél, ha az r értéke $<0,4$ – laza, $0,4–0,7$ – közepes, $0,7–0,9$ – szoros, $>0,9$ – erős összefüggést állapítottunk meg.

EREDMÉNYEK

A 2014/2015 tenyészévben az Arkaso repcehibrid esetében vizsgáltuk a három különböző tőszám, illetve a két különböző vetésidő hatását a növényállományok LAI és SPAD értékeire.

A repce első vetésidejében mért SPAD adatok között nem mutatkoztak nagy különbségek a három különböző tőszám esetében, kivéve az április 28-án végzett mérési időpontban, amikor a 200 ezer/ha tőszámmal vetett repce alacsonyabb (51,62) klorofill-tartalom értékeket mutatott, mint a 350 és 500 ezer/ha tőszámmal (57,42; 57,15) vetett. Miután mindhárom tőszám esetében a klorofill-tartalom értékeinek maximumát április 17-én elérte (64,65; 63,80; 66,13), fokozatos csökkenés volt megfigyelhető.

A második vetésidőben mért adatok között sem állapítottunk meg szignifikáns különbségeket a három tőszám esetében, kivéve egy kisebb eltérést, melyet ez esetben is a legalacsonyabb tőszámmal vetett parcellában mértünk (54,21). Kiseb mértékben, de a második vetésidőben is megfigyelhető, hogy április 28-i mérés után fokozatos a csökkenés (1. ábra).

1. táblázat

A csapadék (mm) és a hőmérséklet (°C) értékek a repce vegetációs periódusában (Debrecen)

	Hónapok(1)											Összesen/Átlag(7)
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
2014/2015 évi csapadék (mm)(2)	44,8	95,7	88,6	20,8	37,9	40,0	18,6	10,2	21,9	52,9	60,5	491,4
Csapadék 30 éves átlag (mm)(3)	60,7	38,0	30,8	45,2	43,5	37,0	30,2	33,5	42,4	58,8	79,5	499,6
Eltérés(4)	-15,9	57,7	57,8	-24,4	-5,6	2,5	-11,6	-23,3	-20,5	-5,9	-19,0	-8,2
2014/2015 évi hőmérséklet (°C)(5)	19,8	16,7	11,2	6,4	2,4	1,0	1,5	6,2	10,1	15,8	19,9	10,1
Hőmérséklet 30 éves átlag (°C)(6)	19,6	15,8	10,3	4,5	-0,2	-3,0	0,2	5,0	10,7	15,8	18,7	8,9
Eltérés(4)	0,2	0,9	0,9	1,9	2,6	3,6	1,3	1,2	-0,6	0,0	1,2	1,2

Table 1: Precipitation (mm) and temperature (°C) values in winter oilseed rape growing season (Debrecen)

Month(1), Monthly precipitation (2014/2015, mm)(2), 30 year's average precipitation (mm)(3), Differences(4), Monthly average temperature (2014/2015, °C)(5), 30 year's average temperature (°C)(6), Average(7)

1. ábra: A vetésidő és a tőszám hatása az őszi káposztarepce relatív klorofill-tartalmának dinamikájára (Debrecen, 2015)

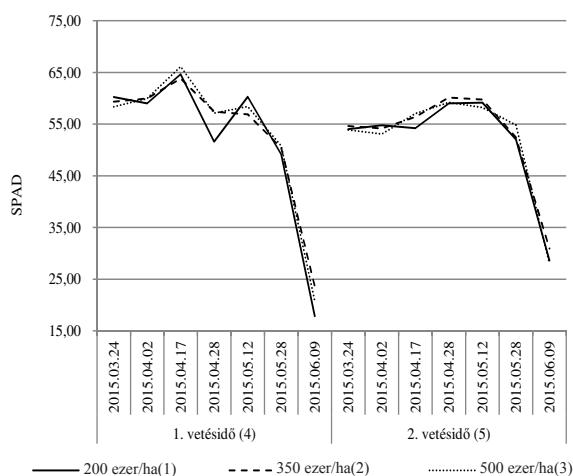


Figure 1: The effects of sowing time and the plant density on the winter oilseed rape's chlorophyll content dynamics (Debrecen, 2015) 200 000 plant ha⁻¹(1), 350 000 plant ha⁻¹(2), 500 000 plant ha⁻¹(3), First sowing time(4), Second sowing time(5)

Az első vetésidőben mért adatok alapján megállapítható (2. ábra), hogy a növényesség és a LAI közötti lineáris kapcsolat van, minél nagyobb tőszámmal vetettük a repcét, annál nagyobb LAI értékeket figyelhetünk meg.

2. ábra: A vetésidő és a tőszám hatása az őszi káposztarepce LAI dinamikájára (Debrecen, 2015)

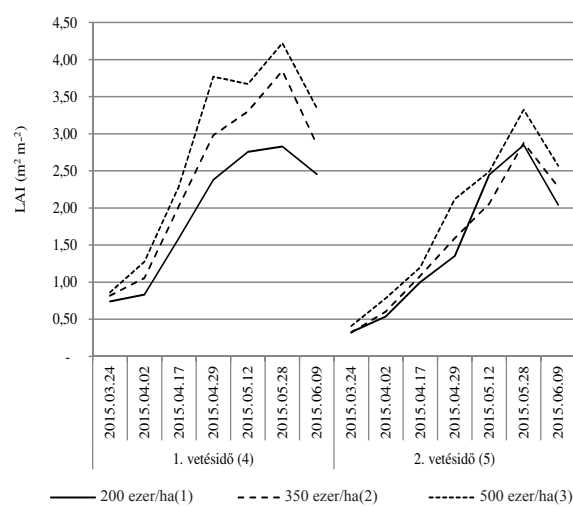


Figure 2: The effects of sowing time and the plant density on the winter oilseed rape's LAI dynamics (Debrecen, 2015) 200 000 plant ha⁻¹(1), 350 000 plant ha⁻¹(2), 500 000 plant ha⁻¹(3), First sowing time(4), Second sowing time(5)

A második vetésidő esetében ez a kapcsolat a hiányos kelésnek köszönhetően nem minden esetben figyelhető meg a kapott eredmények alapján, de a legmagasabb levélterület-index értéket mind a két vetésidő esetében az 500 000 ezer/ha tőszámnál érte el (4,22 m² m⁻²; 3,33 m² m⁻²). Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy május 28-án az első és második

vetésidő esetében is a LAI értékeinek maximumát elérve fokozatosan csökkenő értékeket kaptunk.

A Pearson-féle korrelációanalízis (3. táblázat) alapján szoros negatív korreláció ($r=-0,884$) volt a hibrid vetésidője és a termés mennyisége (2. táblázat) között. A vetésidő és a klorofill-tartalom kapott értékei között szoros negatív korreláció ($r=-0,824$; $-0,784$; $-0,828$) figyelhető meg a március 24., április 02. és április 17., pozitív közepes korreláció ($r=0,529$; $0,735$) az április 29. és a május 28., valamint pozitív szoros korreláció ($r=0,735$) a június 09-i mérési időpontokban. A tőszám és a kapott klorofill-tartalom értékek között három mérési időpont esetén negatív laza, négy mérési időpont esetén pozitív laza kapcsolat figyelhető meg. A termés mennyisége és a kapott klorofill-tartalom értékek között a március 24-i és az április 02-i mérési időpontban pozitív közepes korreláció ($r=0,604$; $0,613$), az április 17-i mérés során szoros pozitív korreláció ($r=0,844$), a június 09-i utolsó mérés során negatív közepes korreláció ($r=-0,679$) figyelhető meg.

2. táblázat

A vizsgált őszi káposztarepce terméseredményei (Debrecen, 2015)

Tőszám(1)	Termés (kg/ha)(5)	
	1. vetésidő(6)	2. vetésidő(7)
200 ezer/ha(2)	3849	2690
350 ezer/ha(3)	4207	2850
500 ezer/ha(4)	4344	3060

Table 2: Yields of the analysed winter oilseed rape (Debrecen, 2015)

Plant density(1), 200 000 plant ha⁻¹(2), 350 000 plant ha⁻¹(3), 500 000 plant ha⁻¹(4), Yield(5), First sowing time(6), Second sowing time(7)

Megállapítottuk, hogy a vetésidő és a kapott levélterület-index értékei között az első négy mérés alkalmával szoros negatív korreláció ($r=-0,859$; $-0,725$; $-0,822$; $-0,751$), az utolsó három mérési időpontban negatív közepes korreláció ($r=-0,662$; $-0,436$; $-0,471$) volt (4. táblázat). A tőszám és a levélterület-index értékek között az április 02., április 29., május 28. és június 09. időpontokban pozitív közepes kapcsolat állt fenn. A termés és a mért levélterület-index értékek között az első négy mérés során pozitív szoros ($r=0,819$; $0,725$; $0,834$; $0,795$), míg az utolsó három mérés alkalmával csak pozitív közepes korreláció ($r=0,560$; $0,686$; $0,496$) volt megfigyelhető.

KÖVETKEZTETÉSEK

A 2014/2015 tenyészévben az Arkaso repcehibrid esetében vizsgáltuk a három különböző tőszám, illetve a két különböző vetésidő alkalmazásának hatását a vizsgált hibrid LAI és SPAD értékeire.

A repce első és második vetésidőjében mért SPAD adatok között nem mutatkoztak nagy különbségek a három különböző tőszám esetében, kivéve az április 28-án végzett mérési időpontokban, ahol is a 200 ezer/ha tőszámmal vetett repce alacsonyabb klorofill-tartalom értékeket mutatott, mint a 350 és 500 ezer/ha tőszámmal vetett.

3. táblázat

**A vetésidő, tőszám, termés és klorofill-tartalom vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel
(Debrecen, 2015)**

Paraméter(1)	Termés(3)	Klorofill-tartalom mérési időpontok(5)						
		2015. 03. 24.	2015. 04. 02.	2015. 04. 17.	2015. 04. 29.	2015. 05. 12.	2015. 05. 28.	2015. 06. 09.
Vetésidő(2)	-,884(**)	-,824(**)	-,784(**)	-,829(**)	,529(**)	0,088	0,401	,735(**)
Tőszám(3)	0,246	-0,129	-0,042	0,163	0,306	-0,188	0,242	0,084
Termés(4)	1	,604(**)	,613(**)	,844(**)	-0,318	-0,172	-0,210	-,679(**)

Megjegyzés: ** – a korreláció szignifikáns SzD_{1%}-os szinten, * – a korreláció szignifikáns SzD_{5%}-os szinten

Table 3: Pearson correlation between the sowing time, plant density yield and SPAD (Debrecen, 2015)

Parameters(1), Sowing time(2), Plant density(3), Yield(4), SPAD measurement dates(5), Note: ** – Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), * – Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

4. táblázat

**A vetésidő, tőszám, termés és levélterület-index vizsgálata Pearson-féle korrelációanalízissel
(Debrecen, 2015)**

Paraméter(1)	Termés(3)	Levélterület-index mérési időpontok(5)						
		2015. 03. 24.	2015. 04. 02.	2015. 04. 17.	2015. 04. 29.	2015. 05. 12.	2015. 05. 28.	2015. 06. 09.
Vetésidő(2)	-,884(**)	-,859(**)	-,725(**)	-,822(**)	-,751(**)	-,662(**)	-,436(*)	-,471(*)
Tőszám(3)	0,246	0,158	,492(*)	0,346	,489(*)	0,284	,541(**)	,467(*)
Termés(4)	1	,819(**)	,725(**)	,834(**)	,795(**)	,560(**)	,686(**)	,496(*)

Megjegyzés: ** – a korreláció szignifikáns SzD_{1%}-os szinten, * – a korreláció szignifikáns SzD_{5%}-os szinten

Table 4: Pearson correlation between the sowing time, plant density yield and LAI (Debrecen, 2015)

Parameters(1), Sowing time(2), Plant density(3), Yield(4), LAI measurement dates(5), Note: ** – Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), * – Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Miután mindhárom tőszám esetében klorofill-tartalom értékeinek maximumát az első vetésidőben április 17-én, a második vetésidőben április 28-án elérte fokozatos csökkenés volt megfigyelhető.

Az első vetésidőben mért adatok alapján megállapítható, hogy a növényszám és a LAI közötti lineáris kapcsolat van, minél nagyobb tőszámmal vetettük a repcét, annál nagyobb LAI értékeket figyelhettünk meg.

A második vetésidő esetében ez a kapcsolat a hiányos kelésnek köszönhetően nem minden esetben figyelhető meg a kapott eredmények alapján, de a legmagasabb levélterület-index értéket mind a két vetésidő esetében az 500 000 ezer/ha tőszámnál érte el (4,22 m² m⁻²; 3,33 m² m⁻²). Megállapítható, hogy a május 28-án az első és második vetésidő esetében is a LAI értékeinek maximumát elérve fokozatosan csökkenő értékeket kaptunk.

Az első és a második vetésidőben sem figyelhettünk meg szignifikáns különbségeket a különböző tőszámmal vetett parcellák klorofill-tartalom értékei között, melyet a korrelációanalízis során kapott laza korreláció is igazol.

A Pearson-féle korrelációanalízis alapján szoros negatív korreláció (r=-0,884) volt a hibrid vetésideje és termésmennyisége között.

Szoros negatív korreláció figyelhető meg az első három mérés során, majd a mérések folytatásával pozitív közepes korreláció és végül az utolsó mérési időpontban pozitív szoros korreláció a vetésidő és a klorofill-tartalom kapott értékei között.

A tőszám és a kapott klorofill-tartalom értékek között három mérés időpont esetén negatív laza, négy mérés időpont esetén pozitív laza kapcsolat volt.

A termés mennyisége és a kapott klorofill-tartalom értékek között a március 24-i és az április 02-i mérési időpontban pozitív közepes korreláció, a április 17-i mérés során szoros pozitív korreláció, és a június 09-i utolsó mérés során negatív közepes korreláció figyelhető meg.

A vetésidő és a kapott levélterület-index értékek között az első négy mérési alkalmával szoros negatív korreláció és az utolsó három mérési időpontban negatív közepes korrelációt mutattunk ki.

A tőszám és a levélterület-index értékek között az április 02., április 29., május 28. és június 09. időpontokban pozitív közepes kapcsolat volt.

A termés és a mért levélterület-index értékek között az első négy mérés során pozitív, míg az utolsó három mérés alkalmával csak pozitív közepes korreláció figyelhető meg.

IRODALOM

Cartelat, A.–Cerovic, Z. G.–Goulas, Y.–Meyer, S.–Lelarge, C.–Prioul, J. L.–Barbottin, A.–Jeuffroy, M. H.–Gate, P.–Agati, G.–Moya, I. (2005): Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*. 91. 1: 35–49.

Carter, G. A. (1994): Ratios of leaf reflectances in narrow wavebands as indicators of plant stress. *International Journal of Remote Sensing*. 15. 3: 697–703.

Eöri T. (2001): A repce termesztése. Budapest. 127–130.

- Kiss E. (2008): A Monsanto ajánlásai a fejlesztési kísérletek eredményei tükrében. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. 23: 42–43.
- Markwell, J.–Osterman, J. C.–Mitchell, J. L. (1995): Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*. 46. 3: 467–472.
- Páll L. (2009): Őszi káposztarepce termesztéstechnológiája Mezőhegyesen (2006–2008). *Agrofórum Extra* 29: 28–32.
- Pepó, P. (2013): Effect of nutrient supply and sowing time on the yield and pathological traits of winter oilseed rape. *Acta Agronomica Hungarica*. 61. 3: 195–205.
- Péti L.-né–Tihanyi F. (1978): A repce termésátlagát befolyásoló tényezők vizsgálata regressziószámításokkal. *Gazdálkodás*. 22. 12: 25–28.
- Rişnoveanu, L.–Buzdugan, L. (2011): Some aspects the influence of sowing time of winter oilseed rape production in the conditions north-east Baragan. *Lucrari Stiintifice, Universitatea de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara „Ion Ionescu de la Brad” Iasi, Seria Agronomie*. 54. 1: 163–169.
- Sharafizadeh, M.–Gholizadeh, M. R. E.–Aryannia, N.–Razaz, M. (2012): Effect of planting date and planting pattern on quality and quantity of canola hybrid seed (Hayola 401). *Advances in Environmental Biology*. 6. 7: 2184–2189.
- Sims, J. T.–Vasilas, B. L.–Gartley, K. L.–Milliken, B.–Green, V. (1995): Evaluation of soil and plant nitrogen tests for maize on manured soils of the Atlantic coastal plain. *Agronomy Journal*. 87. 2: 213–222.
- Sváb J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 171–179.
- Varella, S.–Buis, M.–Guérif, B.–De Solan, F. B. (2012): Evaluation of the impact of model and LAI uncertainties and comparison with an empirical approach. *European Journal of Agronomy*. 37. 1: 1–10.
- Watson, D. J. (1947): Comparative physiological studies in the growth of field crops I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*. 11: 41–76.

