

HEGYES ERŐS PAPRIKAFAJTÁK BIOMASSZA NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

STUDY OF BIOMASS GROWTH IN HOT POINTED PEPPER CULTIVARS

Tóthné Taskovics Zs. ^{0000-0003-4857-7987 1*} - Osztyényiné Krauczai É. ^{0009-0003-4382-4018 2 _}
Váradi Gy. ^{0000-0002-7918-5524 1} - Kovács A. ^{0009-0001-7861-2643 1}

¹Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Kecskemét

²Neumann János Egyetem GAMF Kar, Kecskemét

<https://doi.org/10.47833/2025.1.AGR.008>

Kulcsszavak:

paprika,
fotoszintézis,
biomassza,

Keywords:

pepper,
photosynthesis,
biomass,

Cikktörténet:

Beérkezett 2025. február 13.
Átdolgozva 2025. április 5.
Elfogadva 2025. április 10.

Összefoglalás

Nyolc hegyes erős paprikafajtát vizsgáltunk üvegházi hajtatási körülmények között. Regisztráltuk a növények biomassza növekedését februártól június végéig. Ezen időszak alatt mértük a fajták termésmennyiségét, valamint fényválaszgörbék felvételével a nettófotoszintézis maximumukat is. A kapott eredmények alapján a 8 fajtát 3 csoportba tudtuk osztani. A legjobb termőképességű fajtánál mértük a legnagyobb nettó fotoszintézis intenzitást és a legnagyobb biomassza hatékonyságot is. Ez utóbbi érték nagyon hasonló volt a korábbi években mért fehér töltenivaló és a kápia típusú paprikáknál kapott adatokhoz.

Abstract

Eight strong pointed pepper varieties were tested under greenhouse growing conditions. We recorded the biomass growth of the plants from February to the end of June. During this period, we also measured the yield of the varieties and their net photosynthetic maximum by recording light response curves. Based on the results obtained, the 8 varieties could be divided into 3 groups. We measured both the net photosynthetic intensity and the maximum biomass efficiency of the cultivar with the best yield. The latter value was very similar to the data obtained in previous years for white bell peppers and capia type peppers.

1. Bevezetés

Magyarországon a paprika a legnagyobb felületen hajtattott zöldségfaj. A hajtatóberendezésekben termesztett fajtátípusok, fajták termesztésénél a cél, a minél nagyobb termőképesség, emellett a kiváló minőségi paraméterek elérése. Mivel a hajtatási időszak egy része gyengébb fényviszonyok mellett történik, így azok a fajták lehetnek sikeresek a termesztésben, amelyek fényszegény körülmények között is megfelelő termésátlagot produkálnak. Ezért a nemesítés egyik iránya a minél jobb biomassza produkcióval rendelkező fajták előállítására [9,11].

A növények termőképességét legjobban a biomassza képzés hatékonyságával, valamint a fotoszintetikus teljesítményük meghatározásával jellemezhetjük, a terméseredmények értékelése mellett [2,5,8,10,12]. A termőképességet nagyrészt a fotoszintetikus teljesítmény határozza meg, amelyet a nettó fotoszintézis (fényválaszgörbék felvétele) meghatározásával tudják mérni [3,6,7].

Az infravörös gázanalizátorok használata a fotoszintetikus teljesítmény mérésében ma már rutinszerű. Ennek segítségével nyomon követhetjük a nettó fotoszintézis és a párologtatás

sebességének alakulását, valamint a gázcsere folyamatok szabályozásában kulcsszerepet játszó levél légzőnyílások (sztómák) működését, szabályozott növénykörnyezetben [1,4].

Vizsgálataink célja volt 8 hegyes erős paprikafajta biomassa termelésének összehasonlítása üvegházi körülmények között mérleg módszerrel és a nettó fotoszintézis mérésével.

Arra kívántunk választ kapni, hogy milyen összefüggés állapítható meg a nettó fotoszintézis intenzitás és a biomassa termelés hatékonysága között.

2. Anyag és módszer

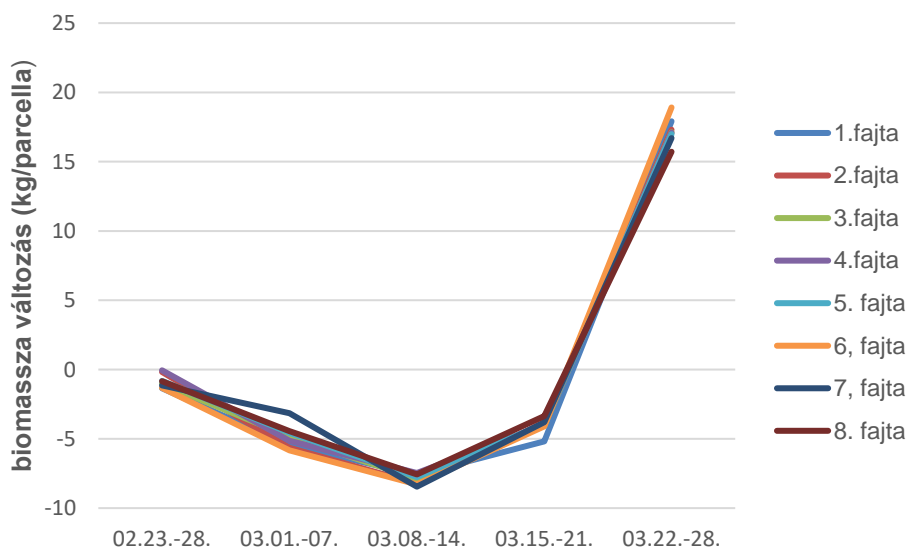
A kísérleti növények ültetésére 2022. február 14.-19. közötti időszakban került sor a Zöldségtermesztési Kutatóintézet Zrt. üvegházában. A fejlett palántákat kókuszrost paplanokra helyeztük, ikersoros elrendezésben, 120+50x25 cm-es térállásra. Így az állománysűrűséget 4,71 db/m² -re alakítottuk ki. A növényeket a tenyészidőszakban két szálasra neveltük. Nyolc hegyes erős paprikafajtát vontunk be a vizsgálatba. A biomassa gyarapodást TRUTINA típusú, függesztett mérleg segítségével vizsgáltuk, amely folyamatosan mérte és regisztrálta a növények tömegváltozását. A mérési egységet 8 db növényt tartalmazó parcellák alkották. A vizsgált állományban a paprikabogyók szedése májusban kezdődött.

A méréseket február 22-től június 27-ig folytattuk. A biomassa gyarapodást heti összesítésben kg/parcella mértékegységben adtuk meg.

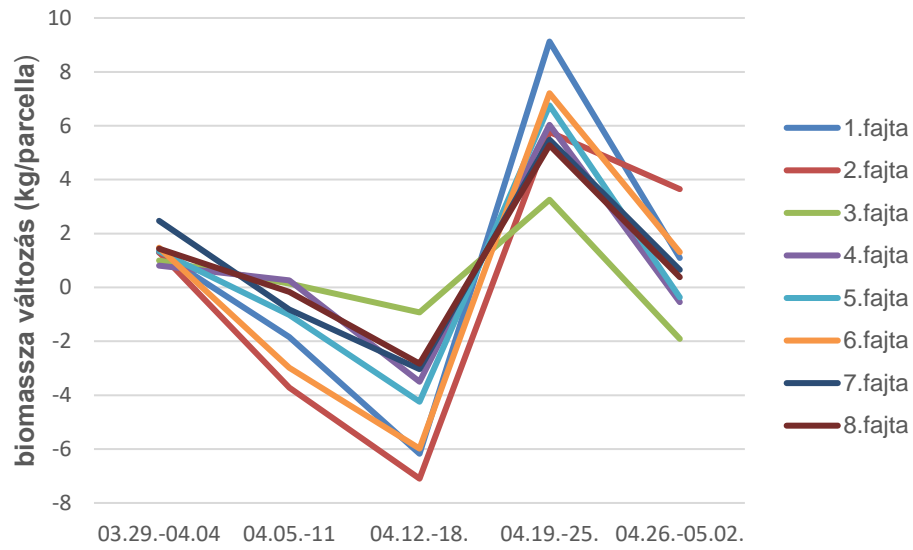
A nettó fotoszintézis intenzitást Walz gyártmányú, GFS-3000 típusú műszerrel mértük fényválasz görbe felvételével, ahol CO₂ μmol m⁻² s⁻¹ mértékegységben adtuk meg a kapott adatokat. Napi menet méréséhez a PTM-50 automata 4 csatornás műszert használtuk, ahol CO₂ μmol m⁻² s⁻¹ mértékegységben adtuk meg a kapott adatokat.

3. Eredmények

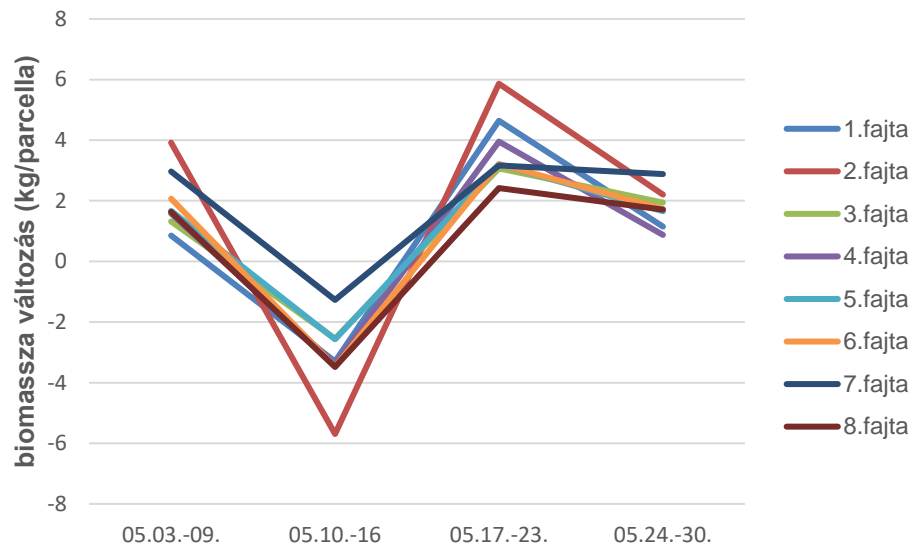
Az 1.-4. ábrán a nyolc fajta biomassa változása látható havi bontásban, 4-5 hetes időtartamokban.



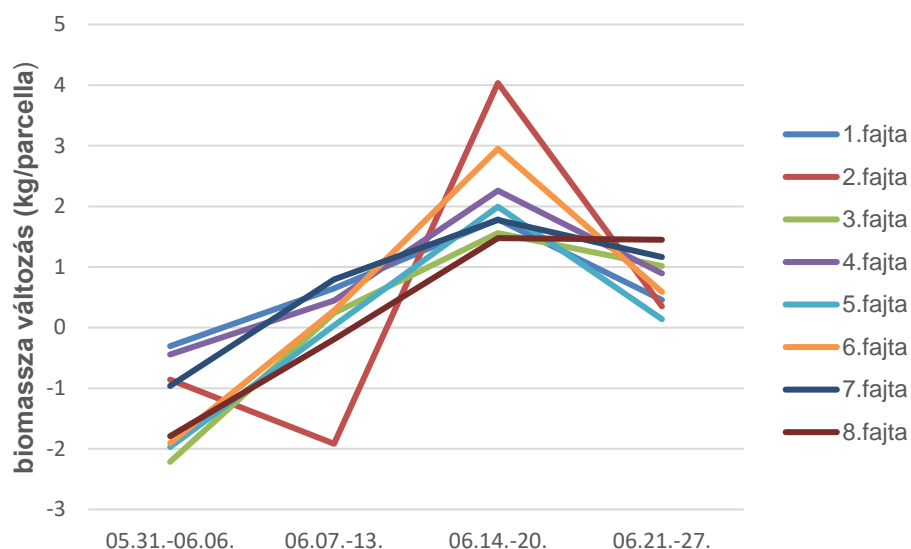
1. ábra. A fajták biomassa változása március hónapban (Kecskemét, 2022.)



2. ábra. A fajták biomassza változása április hónapban (Kecskemét, 2022.)



3. ábra. A fajták biomassza változása május hónapban (Kecskemét, 2022.)



4. ábra. A fajták biomassza változása június hónapban (Kecskemét, 2022.)

A nyolc fajta biomassza tendenciájának változása nagyon hasonló (1.táblázat).

1.táblázat Nyolc paprikafajta biomassza alakulása (kg/ parcella)

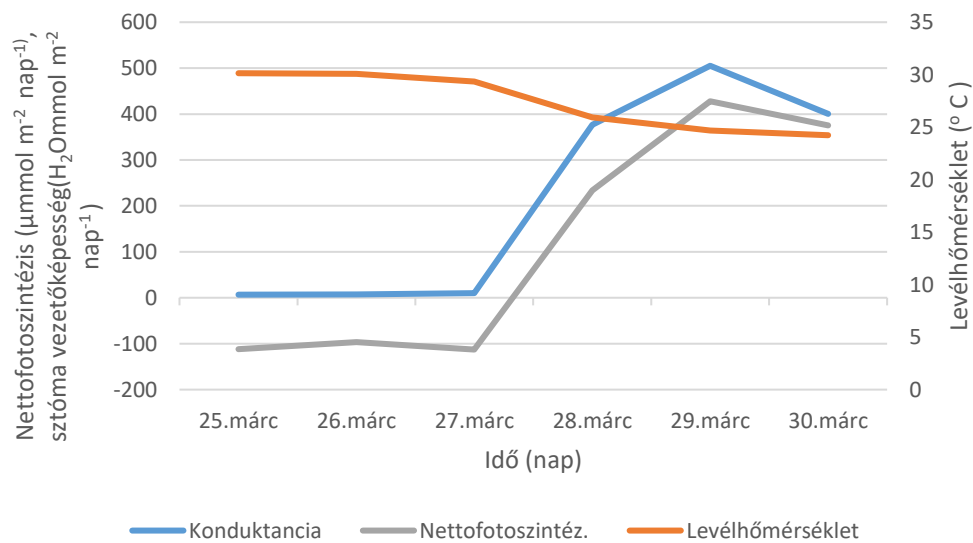
mérési időszak	1.fajta	2.fajta	3.fajta	4.fajta	5.fajta	6.fajta	7.fajta	8.fajta
02.23.-28.	-1,35	-0,17	-1,02	-0,05	-0,82	-1,32	-1,15	-0,83
03.01.-07.	-5,46	-5,65	-4,84	-5,14	-4,55	-5,82	-3,16	-4,44
03.08.-14.	-7,59	-8,23	-7,88	-7,47	-7,76	-8,29	-8,45	-7,57
03.15.-21.	-5,19	-3,85	-4,05	-4,02	-3,94	-4,09	-3,79	-3,36
03.22.-28.	17,92	17,31	17,12	17,10	16,99	18,91	16,70	15,72
03.29.-04.04	1,29	1,31	0,99	0,81	1,35	1,47	2,47	1,43
04.05.-11	-1,85	-3,72	0,14	0,27	-1,02	-2,98	-0,82	-0,17
04.12.-18.	-6,17	-7,10	-0,93	-3,50	-4,24	-5,98	-3,03	-2,83
04.19.-25.	9,13	5,77	3,25	6,03	6,76	7,21	5,48	5,28
04.26.-05.02.	1,09	3,64	-1,91	-0,54	-0,37	1,30	0,66	0,38
05.03.-09.	0,86	3,92	1,32	1,59	1,66	2,07	2,96	1,64
05.10.-16	-3,30	-5,69	-2,55	-3,39	-2,57	-3,47	-1,27	-3,48
05.17.-23.	4,64	5,86	3,07	3,95	3,21	3,21	3,17	2,42
05.24.-30.	1,15	2,21	1,94	0,87	1,65	1,73	2,89	1,71
05.31.-06.06.	-0,31	-0,86	-2,21	-0,44	-1,97	-1,91	-0,96	-1,79
06.07.-13.	0,65	-1,92	0,24	0,44	0,04	0,28	0,80	-0,19
06.14.-20.	1,79	4,03	1,56	2,26	1,99	2,95	1,78	1,48
06.21.-27.	0,46	0,35	1,02	0,90	0,14	0,59	1,17	1,45
Összes biomassza	7,75	7,21	5,27	9,67	6,54	5,87	15,43	6,84

Érdekes az első két hét adatainak alakulása, amikor a kötődés jobb elősegítése érdekében egy száraz periódussal stresszelték a növényeket, ami azonban túl erős volt. Látható jele nem volt a növényeken, de a fotoszintézis mérés mutatta, hogy az erős vízhiány miatt a sztómák záródtak, a levél hőmérséklete 28°C felett volt és a fotoszintézis is leállt, sőt negatív tartományba süllyedt. Ilyen folyamatot mutat az 5.ábra.

Amikor a vízellátottság egyensúlyba került, a konduktancia emelkedett, azaz a sztómák kinyíltak. Megindult a párolgás, felerősödött a nettó fotoszintézis intenzitás is és megindult a biomassza növekedés is (5.ábra és 2.táblázat). Március végén egy kisebb szárazság stresszt alkalmaztak, ami nem volt kihatással a növények produkciójára.

2.táblázat Növényi paraméterek változása a vízellátottság hatására
(induló tömeg:41,1 kg)

	márc. 25.	márc. 26.	márc.27.	márc.28.	márc. 29.	márc.30.
sztóma vezetőképesség	6,7	7,6	10,2	376,8	505,1	400,7
Sugárzásintenzitás ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	27140	25801	26808	26921	21566	16294
Transzspiráció ($\text{H}_2\text{O } \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	8,9	9,4	10,4	173,1	192,9	122,5
Nettó fotoszintézis ($\text{CO}_2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	-112,2	-96,5	-112,8	283,8	427,8	375,4
Biomassza tömege (kg)	35,6	39,3	40,5	40,6	41,4	41,8
Levélhőmérséklet (°C)	30,1	30,8	29,4	25,9	24,7	24,2



5. ábra A levélhőmérséklet, a sztóma vezetőképesség és a nettófotoszintézis alakulása vízhiányos stressz hatására

Május 10.-i héten kezdődött a szedés, ami természetesen a biomassza csökkenését eredményezte a mérleg adataiban. A későbbi szedések már nem okoztak ilyen erőteljes visszaesést a tömeggyarapodásban. A fajtánként leszedett termésmennyiségek a 3.táblázatban láthatók.

3. táblázat A nyolc fajta összes leszedett termésmennyisége 05.11. és 06.20. között (kg/parcella)

Fajta	Termésmennyiség
1.	1,85
2.	5,13
3.	3,78
4.	2,87
5.	3,99
6.	3,27
7.	2,63
8.	3,24

A termésmennyiségek alapján 3 csoportba osztottuk a fajtákat: az első csoportba a 3,5 kg-nál többet termőket soroltuk (2.,3.,5.fajta). A második csoportba a 2,5-3,5 kg között termő fajták kerültek (4.,6.,7.,8.fajta). A harmadik csoportba az 1.fajtát soroltuk, 2 kg-nál kevesebb termésmennyisége miatt.

A fényválaszgörbék maximumát vizsgálva (4.táblázat) a következő eredményt kaptuk.

4. táblázat A fajták fényválaszgörbéinek maximumai (CO₂ μmol m⁻² s⁻¹)

Fajta	Fényválaszgörbe maximum
1.	17,8
2.	22,8
3.	18,6
4.	17,8
5.	20,6
6.	18,1
7.	17,4
8.	18,4

A termésmennyiség és a fényválaszgörbék maximumait vizsgálva azt láthatjuk, hogy a kapcsolatuk elég erős, a korrelációs együttható nagysága 0,89 (p-érték=0,003). A lineáris kapcsolatot leíró egyenes egyenlete $y = 0,6636x + 13,373$ (a tengelymetszet és a meredekség értéke szignifikáns $p < 0,01$).

Ha a mérleg adatokat összesítjük, megkapjuk a nettó biomassza gyarapodást, amely értékhez a leszedett termést hozzáadva megkapjuk a bruttó biomassza képződést (5. táblázat).

5. táblázat A 8 fajta nettó és bruttó biomassza mennyisége(kg/parcella)

Fajta	Nettó biomassza	Bruttó biomassza
1.	7,75	9,60
2.	7,21	12,34
3.	5,27	9,05
4.	9,67	12,54
5.	6,54	10,53
6.	5,87	9,14
7.	15,43	18,06
8.	6,84	10,08

A biomassza mennyiségi adatai közül nagyon magas értéket mutat a 7. fajta az alacsony termésmennyiség mellett (3. és 5.táblázat). Ha megvizsgáljuk a bruttó biomassza termelés hatékonyságát a termésmennyiség alapján (6.táblázat), akkor a következő eredményt kaptuk: Négy fajta hatékonysági mutatója 0,35 fölötti értéket adott (2., 3., 5., 6. fajta). Két fajta (8., 4) pedig 0,35 és 0,2 közötti értéket mutatott. Az 1.és 7. fajta pedig 0,2 alatti értéket produkált.

A két legjobb fajta (2., 3.) értéke nagyon hasonló volt az előző években mért fehér tölteni való (0,46), valamint a legjobb kápia típusú fajtáknál (0,48) kapott értékhez.

6. táblázat 1 kg nettó, illetve bruttó biomasszára eső termés mennyisége (kg)

Fajta	1 kg nettó biomasszára eső termésmennyiség	1 kg bruttó biomasszára eső termésmennyiség
1.	0.24	0,19
2.	0.71	0,42
3.	0,72	0,42
4.	0,3	0,23
5.	0,61	0,38
6.	0,56	0,36
7.	0,17	0,15
8.	0,47	0,32

A termésmennyiség és az 1 kg bruttó biomasszára eső termésmennyiség közötti kapcsolatot is megvizsgáltuk. Mivel a korrelációs együttható nagysága 0,85 (p-érték=0,008), ami erős pozitív irányú kapcsolatra utal, feltételezhető ebben az intervallumban a lineáris kapcsolat a két mennyiség között. A lineáris kapcsolatot leíró egyenes egyenlete $y=0,0909x$ (a tengelymetszet értéke szignifikánsan nem különbözött a nullától, a meredekség viszont szignifikáns $p=0,008$).

4. Következtetések

A nyolc hegyes erős fajta között nagy különbségeket tapasztaltunk termés mennyiségben a fényválaszgörbék maximumait és a biomassa mennyiségét tekintve.

A termésmennyiség és a bruttó biomásszára eső termésmennyiség között szoros lineáris kapcsolatot állapítottunk meg.

A termésmennyiség és a fényválaszgörbe maximuma között is erős pozitív kapcsolatot találtunk, ahol a korrelációs együttható értéke 0,89 (p-érték =0,003) volt.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a 2018-1.3.1.-VKE-2018-00044. számú, „Stressztoleráns zöldségfajták nemesítése növényfiziológiai mérések segítségével” című pályázati támogatásért a kísérletek megvalósítása során.

Irodalomjegyzék

- [1] Avola G., Cavallaro V., Patané C., Riggi E.: Gas exchange and photosynthetic water use efficiency in response to light, CO₂ concentration and temperature in Vicia faba. *Journal of Plant Physiology* 2008, 165 (8): 796-804
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.09.004>
- [2] Bhatt R.M and Srinivasa Rao N.K :Growth and photosynthesis in bell-pepper as affected by sink manipulation. *Biol. Plant., Short Communication* 1997, 39, 437-439 p.
<https://doi.org/10.1023/A:1001096614139>
- [3] deMelo HF, de Souza ER, Duarte HHF, Cunha JC, and Santos HRB : Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2017, 21, 38-43.
<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p38-43>
- [4] del Amor F.M., Cuadra-Crespo P., Walker D.J., Cámara J.M., Madrid R.: Effect of foliar application of antitranspirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different levels of CO₂ and water stress. *Journal of Plant Physiology* 2010, 167. 1232–1238 p.
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.04.010>
- [5] Erwin J, Hussein T, and Baumler DJ : Pepper Photosynthesis, Stomatal Conductance, Transpiration, and Water Use Efficiency Differ with Variety, Indigenous Habitat, and Species of Origin. *HortSci* 2019,54,1662–1666 p.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI113871-19>
- [6] Espinosa-Calderon A, Torres-Pacheco I, Padilla-Medina JA, Chavaro-Ortiz RM, Xoconostle-Cazares B, Gomez-Silva L, Ruiz-Medrano R, Guevara-Gonzalez RG : Relationship between leaf temperature and photosynthetic carbon in *Capsicum annum* L. in controlled climates. *J. Sci. Ind. Res.* 2012,71, 528-533 p
- [7] Jiao, XC., Song, XM., Zhang, DL. *et al.* : Coordination between vapor pressure deficit and CO₂ on the regulation of photosynthesis and productivity in greenhouse tomato production. 2019, *Sci Rep* 9, 8700
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-45232-w>
- [8] Kim. et. al.: : Ray-Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.) Canopy Photosynthesis Modeling Using 3D Plant Architecture and Light Ray-Tracing. *Plant Science* 2017.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01321>
- [9] Nabeshima S, Yasutake D, and Kitano M : Hybrid Vigor Induced by Cross-breeding Enhances Canopy Photosynthesis and Fruit Yield of Japanese Sweet Pepper. *Environ. Control Biol.*2019, 57, 29-38 p.
<https://doi.org/10.2525/ecb.57.29>
- [10] Nederhoff EM and Vegter JG : Canopy Photosynthesis of Tomato, Cucumber and Sweet Pepper in Greenhouses: Measurements Compared to Models. *Ann. Bot* 1994,.73, 421-427 p. <https://doi.org/10.1006/anbo.1994.1052>
- [11] Rosado-Souza, L., Scossa, F., Chaves, I.S. et al.: Exploring natural variation of photosynthetic, primary metabolism and growth parameters in a large panel of *Capsicum chinense* accessions. 2015, *Planta* 242, 677–691
<https://doi.org/10.1007/s00425-015-2332-2>
- [12] Tóthné T.Zs., Váradi Gy. ,Palkovics A. ,Kovács A.: Hajtatott paprikafajták biomassa növekedésének összehasonlítása. *GRADUS (2064-8014): 10 1 Paper 2023.1.AGR.009.* 7 p. (2023).
<https://doi.org/10.47833/2023.1.AGR.009>