

# AZ ÜVEGHÁZI PAPRIKATERMESZTÉS SZEZONALITÁSA ÉS A VÍRUSFERTŐZÉS HATÁSA

Hüvely A.<sup>1\*</sup> - Pető J.<sup>1</sup> - Váradi Gy.<sup>2</sup> - Kovács A.<sup>1</sup> - Palkovics A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Kecskemét

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Budapest

<https://doi.org/10.47833/2021.2.AGR.006>

## **Kulcsszavak:**

Növényházi termesztés  
Fotoszintézis  
Sztómaszabályozás  
Kápia és TV paprika  
Vírusfertőzés

## **Keywords:**

Greenhouse cultivation  
Photosynthesis  
Stoma regulation  
Capia and sweet pepper  
Viral infection

## **Cikktörténet:**

Beérkezett 2021. július 25  
Átdolgozva 2021. szeptember 5.  
Elfogadva 2021. szeptember 10

## **Összefoglalás**

A 2020 májusa óta rendelkezésünkre álló új mérés technika alkalmazásával előzetes levél gázcsere méréseket végeztünk természetes megvilágítású üvegházi paprika állományokban, egyrészt a tavaszi telepítés végső szakaszában, másrészt az őszi anyagban. A szezonaritást kápia fajtatípuson mutatjuk be, melynél jól látszik az őszi rövidülő nappalok és a csökkenő hőmérsékletek levélöregedést elősegítő, s így a fotoszintetikus teljesítményt lerontó hatása.

A TV fajtatípuson az őszi szakaszban megfigyelt tünetes vírusfertőzés novemberre már gyakorlatilag semmivé tette a nettó fotoszintézis mértékét, felhívva a figyelmet a vírusfertőzés okozta lehetséges gazdasági kárra, s a vírusmentes magtermesztés, illetve vetőmag megválasztás alapvető fontosságára.

## **Abstract**

Using a new measurement technology, available since May 2020, we performed preliminary leaf gas exchange measurements in naturally lit greenhouse pepper plants. Measurements were made, on the one hand in the final stage of spring planting, and on the other hand in the autumn season. Seasonality is presented on the type of capia variety. We clearly showed the effect of shortening days and decreasing temperatures in autumn, on the leaf aging and thus on the photosynthetic intensity.

In November, the symptomatic viral infection observed on the sweet pepper variety had virtually nullified the rate of net photosynthesis, drawing attention to the potential economic danger, caused by the viral infection and the fundamental importance of virus-free seed production and seed selection.

## **1. Bevezetés**

A zöld növények produktivitását alapvetően az elsődleges anyagcsere folyamatok, ezen belül is nagyban a fotoszintézis teljesítménye határozza meg [1,2,3,4]. A haszonnövények esetében a

\* Kapcsolattartó szerző. Tel.: +3676517-661  
E-mail cím: huvely.attila@kvk.uni-neumann.hu

nemesítés során a szelekció a nagyobb produktivitásra, továbbá a jobb minőségre és a nagyobb környezeti ellenálló képességre történik. A produktivitás jól mérhető a több termesztési ciklust átfogó, több éves termésmérések kiértékelésével, ám szükség van olyan korszerűbb mérési technikákra is, amelyek hatékonyabban, rövidebb idő alatt és a különféle környezeti tényezők hatásának hatékony vizsgálatával is segíthetik és így felgyorsíthatják, s ráadásul egzaktabbá, tudományosan megalapozottabbá, s részletgazdagabbá tehetik a nemesítői munkát [5,6]. Mindezek mellett, az elvégzett növényélettani mérések látványos bemutatásával – ad absurdum –, akár újszerű marketing eszközzel is szolgálhatunk a fajtanemesítőknek és az elkötelezett termesztőknek.

Fentiek alapján joggal feltételezzük, hogy az egyes fajtajelöltek fotoszintetikus teljesítménye kellő korrelációt mutat az adott genotípus gazdasági hatékonyságával. Ezen túlmenően, a fotoszintetikus folyamatok hatékonyságának mérésén keresztül a különféle stresszhatásokkal szembeni tűrőképesség is jó hatékonysággal vizsgálható és bemutatható modellkísérletekben [7,8,9].

Az egyik legelterjedtebben alkalmazott mérés technika, amellyel a fotoszintetikus teljesítmény és stressztűrés vizsgálható, az infravörös gázelemzőkre alapozott levél gázcsere mérés, amelynek segítségével nyomon követhetjük a nettó fotoszintézis és a párologtatás sebességének alakulását, valamint a gázcsere folyamatok szabályozásában kulcsszerepet játszó levél légzőnyílások (sztómák) működését, szabályozott növénykörnyezetben, vagy szabadföldi körülmények között, biotikus vagy abiotikus stresszhatások jelenlétében egyaránt.

Méréseink célja, hogy eredményeink segítséget nyújtsanak a nemesítői munkában, a fajtajelöltek szabatos és hatékony összehasonlítása terén, továbbá alapvető megállapítások legyenek tehetők az egyes paprika fajtatípusok fő tulajdonságait illetően.

Objektív okokból, jelenleg még csak a 2020 késő tavaszi és őszi időszakban lezajlott mérések alapján adhatunk egy előzetes képet, igyekezve fölkelteni az olvasó érdeklődését és felhívva a leendő lehetséges felhasználók figyelmét. Az itt tárgyalt megfigyelések a paprika levél gázcsere folyamatainak mérésein alapulva, a levelek fotoszintézis intenzitásának és sztómaregulációjának alakulását érintik.

## 2. Anyag és módszer

A szezonális bemutatására kápia paprikán kapott mérési eredményeket választottunk, a tavaszi telepítésből egy késő májusi, az őszi menetből pedig szeptemberi, novemberi és december eleji időpontban végzett mérésorozattól vett adatokkal.

A vírusfertőzés hatásának előzetes bemutatására a TV fajtatípus adódott, amelyet az őszi állománybeli mérésekkel igyekeztünk jellemezni.

A mérőrendszer a hordozható, GFS-3000 típusú infravörös gázelemző műszer volt (Walz, Effeltrich, Germany), amelynél a változtatható intenzitású fotoszintetikusan aktív fény (PAR, 400-700 nm) intenzitást vörös és kék LED-ekből álló ernyő révén egy finom szabályozó elektronika biztosítja. A méréseket 400 ppm széndioxid koncentráció és az üvegházbelihez közeli, de szabályozott páratartalom mellett folytattuk le, a 0-1600  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PAR tartományban. Az indulási sötét légzést 15 perc sötétadaptációt követően mértük meg, s az első fényfokozatban (50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PAR) 5 perc megvilágítás után történt a mérés, hogy a széndioxid-asszimilációhoz szükséges enzimek aktiválása és szubsztrát-készletek feltöltése kellőképpen megtörténhessen. A további fényintenzitások esetében az egyensúlyi állapotok beállítását vártuk meg (1 perctől akár 15 percnél is hosszabban, a növény válaszképességétől függően), amelynek nyomon követéséhez nagy segítséget nyújtott a műszer grafikus képernyője.

A mérések nagy légtérű, természetes megvilágítású üvegházi viszonyok között zajlottak, ilyenformán megállapításaink ehhez hasonló körülményekre lehetnek érvényesek.

Hangsúlyoznunk kell, hogy a gázcsere mérések egy-egy kiválasztott, kifejlett fiatal levélen történtek, miközben a növények egésze az adott időszakban lévő hőmérséklet és fényviszonyoknak volt kitéve. A méréskor alkalmazott ún. levélkamrában a levél egy jól meghatározott méretű felületrészén, szabályozott hőmérséklet, széndioxid- és páratartalom mellett, állandó légáramlásnál mértük az anyagátadási folyamatokat, nevezetesen a széndioxid és víz gázcsere intenzitását, a fotoszintetikusan aktív fény (PAR, 400-700 nm) fotonfluxus-sűrűségének (PPFD) függvényében.

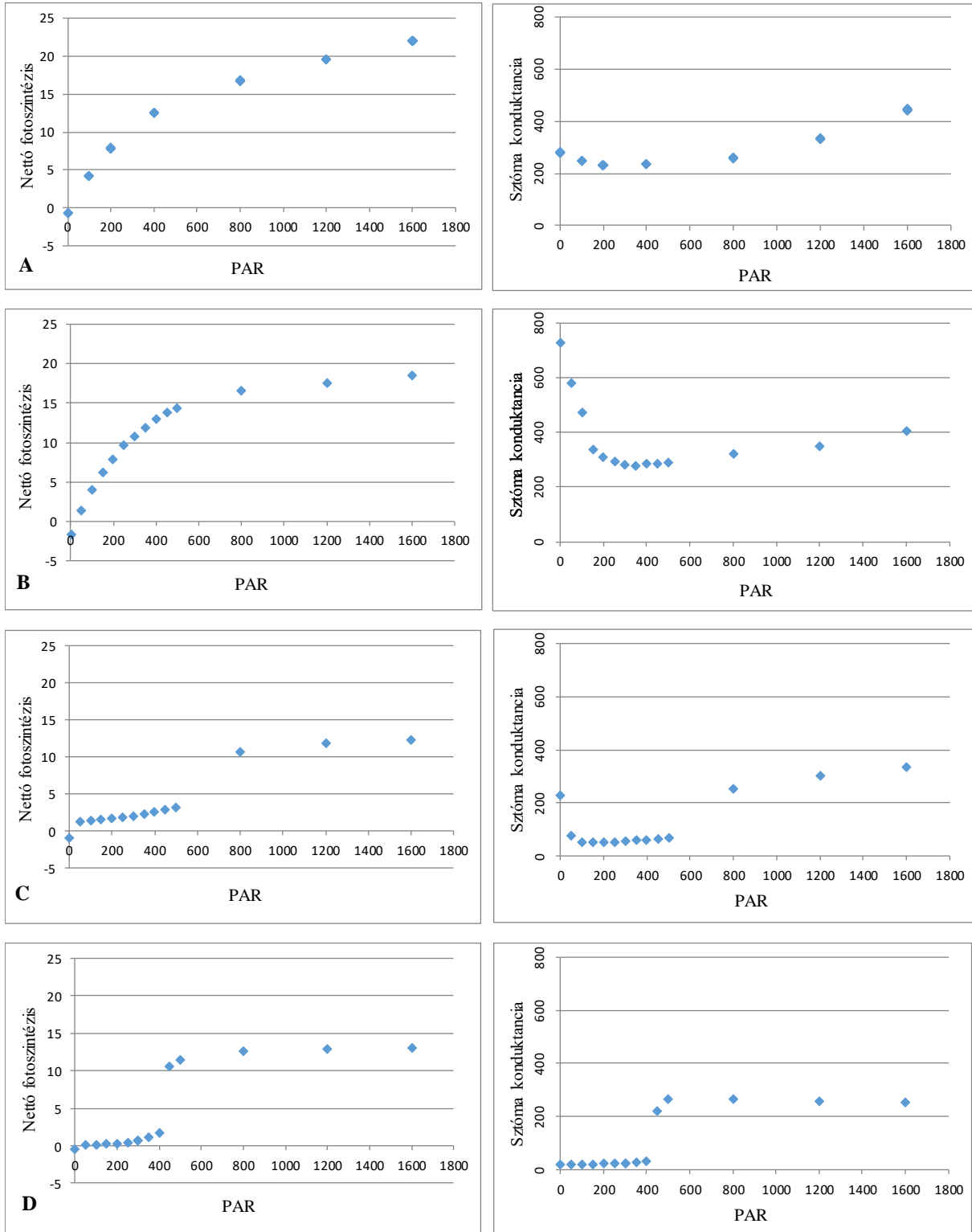
### 3. Eredmények

A kápia fajtatípuson mért fényintenzitás válaszgörbék (1. ábra) felvételezése során láthatóan más fénylépcső kiosztást alkalmaztunk a tavaszi és az őszi időszakban, a még folyamatban lévő módszertani fejlesztés jeleként és következményeként. Az egységesebb áttekinthetőség érdekében, az 1A diagramról le is hagytuk a nagyobb PAR értékeknél (pl.  $2400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) kapott akár  $25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$  nettó fotoszintézis és  $728 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  sztóma konduktancia értékeket.

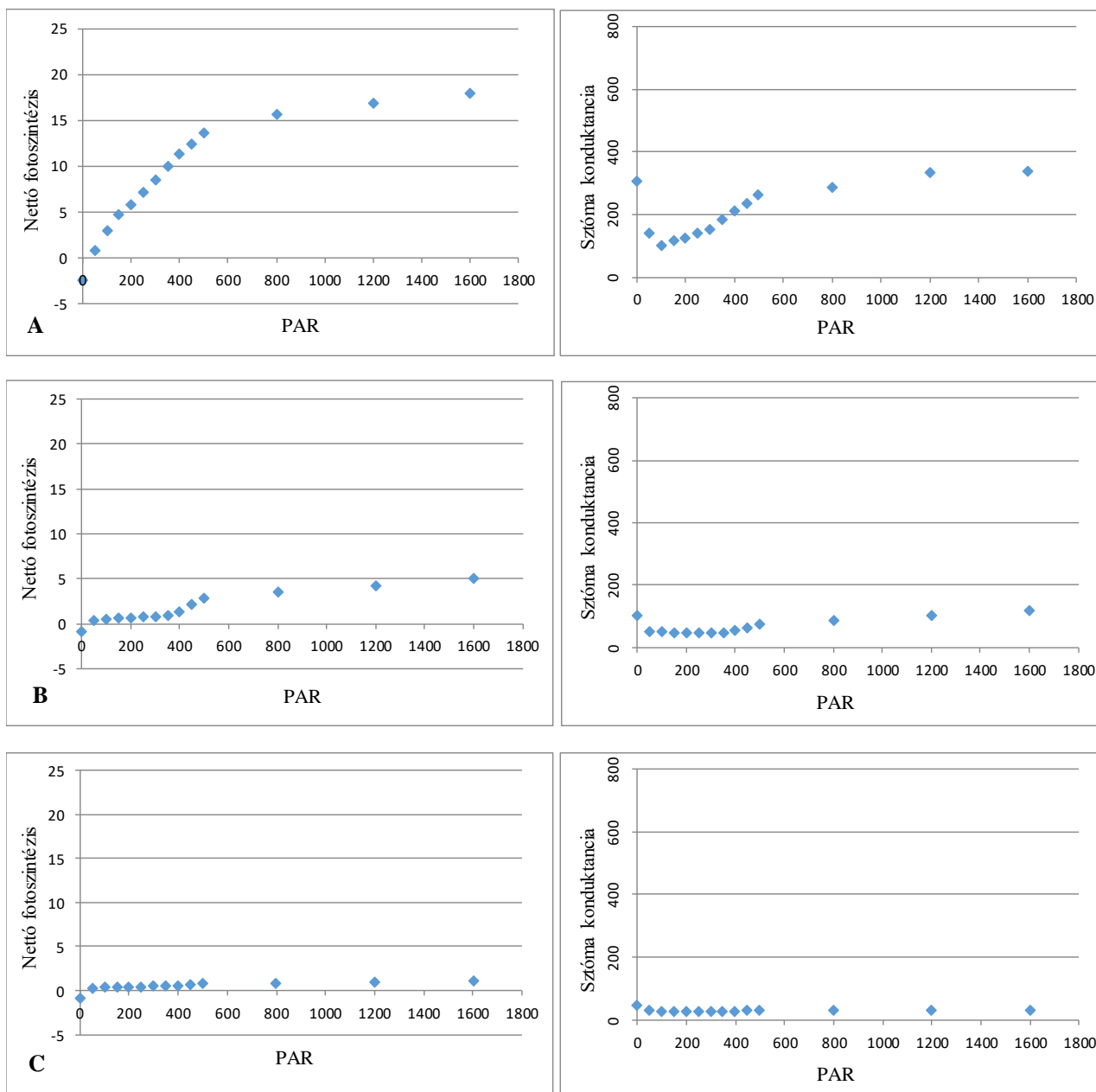
A fotoszintézis fényválasz görbék a májusi és a szeptemberi mérések során teljesen szabályos felfutásúak, mely utóbbi esetében feltehetően az idei szokatlanul meleg és fénygazdag szeptemberi környezet is segített, de az elérhető maximális teljesítmény szeptemberben így is határozottan kisebbnek mutatkozott. A novemberi és decemberi mérések már teljesen "rendellenes" alakú válaszgörbéket adtak, melyekben az  $500$ , ill. a  $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PAR értéknél rendre határozott töréspont figyelhető meg, a levelek ez alatt szinte válaszképtelenek voltak. A fotoszintetikus rendszer csökkent válaszképességét az is erősen jelezte, hogy a nagyobb PAR értékeknél nagyon lassú volt az újabb fénylépcsőre lépéskor szükséges beállási idő, mely a szokásos 1-2 perc helyett olykor a 15 percet is meghaladta. Természetesen az elérhető maximális teljesítmény is jelentősen visszaesett, jelezvén a rövidülő nappalok és csökkenő hőmérsékletek öregedést siettető hatását.

Mindezek a folyamatok és tendenciák a sztómaműködés szabályozásában is jellegzetesen megnyilvánultak, nevezetesen, a sötétből a nagyobb fényintenzitások felé lépegetve megfigyelhető a tavaszi és az őszi időszak összehasonlításában, utóbbi rovására, a sztómanyitódás késése és a maximális nyitódás mértékének visszaesése.

A vírusfertőzés korai élettani funkcionális következményeinek egyike lehet a sztómaszabályozás megváltozása, mely, a levél gázcsere folyamatokat befolyásolva, a fotoszintetikus teljesítményt és a párologtatási intenzitást egyaránt érinti. Az itt bemutatott eredmények diagramjai (2. ábra) azt sugallják, hogy a fotoszintézis szinte teljes mértékű, egyre fokozódó gátlásában meghatározó szerepe lehet a „lustuló” fény indukálta sztómanyitódás gázcserét korlátozó hatásának, bár emellett a fotoszintetikus rendszerre közvetlenül ható szabadgyök okozta károsodásoknak is bizonyosan fontos szerepük lehet, mely utóbbi azonban nem lehet jelen kutatásunk tárgya.



1. ábra. A nettó fotoszintézis ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) és a sztóma vezetőképesség ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) fényintenzitás (PAR,  $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) függésének szezonális alakulása kápia paprika fajtatípus esetében 2020-ban, nagy légtérű, természetes megvilágítású üvegházban (ZKI Zrt., Kecskemét). **A**, május, **B**, szeptember, **C**, november, **D**, december.



2. ábra. A nettó fotoszintézis ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) és a sztóma vezetőképesség ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) fényintenzitás (PAR,  $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) függésének időbeli alakulása, vírusfertőzés hatásának előzetes bemutatására TV paprika fajtatípus esetében.

**A**, szeptember (látszólag tünetmentes), **B**, november (tünetes), **C**, december (tünetes).

#### 4. Következtetések, javaslatok

Korszerű és hatékony műszeres növényélettani mérések segítségével lehetőség nyílik a termesztésben lévő paprikafajták használatának optimalizálására, növelve így a gazdaságosságot, továbbá mód nyílik meglévő és új magyar fajták termesztési körülményeinek tudományos megalapozottságú kidolgozására, hungaricum fajtáink hatékonyabb hazai népszerűsítésére, elterjesztésére.

A vírusfertőzés CO<sub>2</sub>-asszimilációra gyakorolt drasztikus mérvű negatív hatása felhívja figyelmünket a vírusfertőzés okozta gazdasági kár jelentőségére, valamint a vírusmentes magtermesztés, illetve vetőmag megválasztás alapvető fontosságára.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a 2018-1.3.1.-VKE-2018-00044. számú, „Stressztoleráns zöldségfajták nemesítése növényfiziológiai mérések segítségével” című pályázat támogató segítségével, mely lehetővé tette a kísérletek során felhasznált műszerpark beszerzését.

## Irodalomjegyzék

- [1] Bhatt RM and Srinivasa Rao NK (1997) Growth and photosynthesis in bell-pepper as affected by sink manipulation. *Biol. Plant.*, Short Communication, 39, pp. 437-439. DOI: 10.1023/A:1001096614139.
- [2] Erwin J, Hussein T, and Baumler DJ (2019) Pepper Photosynthesis, Stomatal Conductance, Transpiration, and Water Use Efficiency Differ with Variety, Indigenous Habitat, and Species of Origin. *HortSci.*,54, pp. 1662–1666. DOI <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13871-19>
- [3] Nederhoff EM and Vegter JG (1994) Canopy Photosynthesis of Tomato, Cucumber and Sweet Pepper in Greenhouses: Measurements Compared to Models. *Ann. Bot.*73, pp 421-427. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1994.1052>
- [4] Rosado-Souza L, Scossa F, Chaves IS, Kleessen S, Salvador LFD, Milagre JC, Finger F, Bhering LL, Sulpice R, Araújo WL, Nikoloski Z, Fernie AR, and Nunes-Nesi A (2015) Exploring natural variation of photosynthetic, primary metabolism and growth parameters in a large panel of *Capsicum chinense* accessions. *Planta*, 242, pp. 677–691. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2332-2>
- [5] Nabeshima S, Yasutake D, and Kitano M (2019) Hybrid Vigor Induced by Cross-breeding Enhances Canopy Photosynthesis and Fruit Yield of Japanese Sweet Pepper. *Environ. Control Biol.*, 57, pp. 29-38. <https://doi.org/10.2525/ecb.57.29>
- [6] Lefebvre V, Daunay M-Ch, (2019) Proceedings of the 17th EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of *Capsicum* and Eggplant, September 11-13, 2019, Avignon (France), 253. p. DOI: 10.1038/s41477-018-0210-1
- [7] deMelo HF, de Souza ER, Duarte HHF, Cunha JC, and Santos HRB (2017) Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21, pp. 38-43. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p38-43>
- [8] Espinosa-Calderon A, Torres-Pacheco I, Padilla-Medina JA, Chavarro-Ortiz RM, Xoconostle-Cazares B, Gomez-Silva L, Ruiz-Medrano R, Guevara-Gonzalez RG (2012) Relationship between leaf temperature and photosynthetic carbon in *Capsicum annum* L. in controlled climates. *J. Sci. Ind. Res.*,71, pp. 528-533.
- [9] He Y, Wu Z, Wang W, Ye B-C, Thang F, Liu X (2019):Different Responses of *capsicum annum* L. Root and Shoot to Salt sStress with *Pseudomonas putida*Rs-198 Inoculation. *J. Plant Growth Reg.*,38, pp. 799-811.