

Fiziologinių tyrimų raida sodininkystėje ir daržininkystėje

Pavelas Duchovskis

Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institutas, Kauno g. 30, LT-54333, Babtai, Kauno r., el. paštas p.duchovskis@lsdi.lt

Pateikiama LSDI Augalų fiziologijos laboratorijoje atliktų svarbiausių darbų, kurie turėjo įtakos sodo ir daržo augalų biologijos pažinimui, jų auginimo būdų tobulinimui bei produkcijos kokybės gerinimui, apžvalga. Mokslinės paieškos buvo vykdytos keliomis kryptimis. Daug dėmesio skiriama augalų morfogenezės bei žydėjimo iniciacijos teorijos plėtojimo darbams. Nagrinėjamas galimas fotosintezės bei fitohormonų sistemų reguliuojamasis vaidmuo augalų morfogenezėje bei žydėjimo iniciacijoje. Nustatyta, kad fitohormonų ir cukrų kitimai augalų ontogenezėje yra glaudžiai susiję procesai. Išaiškinta šviesos spektrinės sudėties, srauto ir fotoperiodo reikšmė žydėjimo indukcijoje, evokacijoje bei žiedų iniciacijoje. Šie darbai sudaro mokslinius pagrindus augalų augimo ir raidos procesams pažinti bei valdyti sodininkystės ir daržininkystės technologijose. Kitas, artimas šiai temai darbas – aukštųjų technologijų programos projektai, susieti su augalų fotofiziologinių procesų valdymu kietakūnio apšvietimo pagalba. Šio darbo rezultatai įtikinamai parodė, kad puslaidininkiniai šviestukai (LED) sudaro unikalias galimybes suderinti kiekvienam augalui optimalų šviesos spektrą, srautą, fotoperiodą bei impulsų parametrus efektyviam fotosintezės, morfogenezės bei augalinės produkcijos kokybės rodiklių valdymui. Svarbi darbo kryptis – sodo ir daržo augalų produktyvumo ir augalinės produkcijos kokybės formavimo fiziologija. Vykdamas šios krypties darbus, šiltadaržiuose taikoma pažangi fitomonitoringo metodologija, leidžianti operatyviai ir *in vivo* stebėti pagrindinius augalo fiziologinius rodiklius ir remiantis tuo koreguoti technologines priemones. Soduose bei lauko daržininkystėje tiriami pasėlių fotosintetiniai rodikliai ir galimybės technologinėmis priemonėmis juos optimizuoti. Vykdomi labai platūs klimato ir antropogeninių veiksnių stresinio poveikio augalams tyrimai. Nagrinėjami substrato rūgštumo, sunkiųjų metalų, ozono, UV-B, CO₂, temperatūros bei jų kompleksinio poveikio augalų biologinių rodiklių, adaptavimo bei konkurencinio pajėgumo kitimui. Tikimasi, kad šių tyrimų rezultatai leis modeliuoti sodo ir daržo agroekosistemų strategiją artimiausiais dešimtmečiais kintančio klimato sąlygomis.

Raktažodžiai: augalai, fotomorfogenezė, fotosintezė, streso veiksniai, šviesa, žydėjimo iniciacija.

Įvadas. Augalų fiziologijos tyrimų metodai užima svarbią vietą sprendžiant teorinės bei taikomosios sodininkystės ir daržininkystės problemas. Sodo ir daržo augalų fiziologinių dėsningumų pažinimas leidžia spręsti ir vaisių bei daržovių kokybės klausimus. Pagrindinės problemos, kurias nagrinėjo LSDI fiziologai, tai sodo ir daržo

augalų fiziologijos dėsnų pažinimas, leidžiantis intensyviai sodininkystę ir daržininkystę, didinti jų efektyvumą. Svarbiausios mokslinės temos sietinos su augalų morfogenezės bei žydėjimo iniciacijos tyrimais (Duchovskis, 1995, 1996, 2000, 2004, 2008; Duchovskienė, 2000; Šikšnianienė, 2002; Samuolienė, 2007), augalų biologinio produktyvumo didinimu (Brazaitytė, 1988, 2000; Tarvydienė ir kt., 2004 b; Šabajevienė ir kt., 2006 b; Šikšnianienė ir kt., 2007 a), fotofiziologinių procesų optimizavimu (Brazaitytė ir kt., 2004 b, 2006 b; Tamulaitis ir kt., 2004; Ulinskaitė ir kt., 2004; Samuolienė ir kt., 2006; Kurilčik ir kt., 2008; Urbonavičiūtė ir kt., 2008), produkcijos kokybės gerinimu (Ulinskaitė ir kt., 2004; Urbonavičiūtė ir kt., 2008), atsparumo ir adaptavimo ekologiniam stresui tyrimais (Duchovskis, 1988; Dukhovskis ir kt., 2003; Juknys ir kt., 2006; Brazaitytė ir kt., 2006 a; Urbonavičiūtė ir kt., 2006; Sakalauskaitė ir kt., 2008; Sakalauskienė ir kt., 2008), sėklininkystės efektyvumo didinimu (Orentienė ir kt., 2000; Duchovskis ir kt., 2001; Žebrauskienė ir kt., 2001, 2003 b), sėklų kokybės gerinimo fiziologiniais aspektais (Stašelis ir kt., 1996; Orentienė ir kt., 1998).

Sodo ir daržo augalų produktyvumas bei kokybės rodikliai realizuojasi ontogenezėje. Todėl labai svarbu išmokti valdyti augalų fiziologinius parametrus skirtingais jų augimo ir vystymosi tarpsniais. LSDI Augalų fiziologijos laboratorijoje sukurta augalų žydėjimo iniciacijos teorija sudarė pagrindus sodo ir daržo augalų morfogenezės valdymui technologinėmis priemonėmis norima kryptimi (Duchowski, 1995; Duchovskis, 1996, 2004, Samuolienė, 2007).

Labai svarbūs tyrimai – lauko daržovių pasėlio bei sodų fotosintetinių rodiklių optimizavimas. Jie leidžia nustatyti galimybes technologinėmis priemonėmis didinti daržo ir sodo augalų produktyvumą bei gerinti produkcijos kokybę (Tarvydienė, 2004 a, 2004 b, Baranauskis ir kt., 2005; Šabajevienė ir kt., 2006 a; Tranavičienė ir kt., 2007; Šikšnianienė ir kt., 2007 a; Bundinienė, 2008).

Didėjant energetinėms sąnaudoms, tampa vis aktualesnis šiltnamio daržovių auginimo technologijų tobulinimas. Laboratorija nuo 2003 m. dalyvauja nacionaliniuose aukštųjų technologijų programos projektuose „Kietakūnio apšvietimo technologija augalų fotofiziologinių procesų valdymui“ (HORTILED) bei „Kietakūnis apšvietimas fitotronams ir šiltnamiams“ (PHYTOLED). Puslaidininkinių šviestukų (LED) pagrindu pagamintos lempos sudaro unikalias galimybes suderinti kiekvienai augalų rūšiai optimalų šviesos spektrą, srautą, fotoperiodą bei impulsų dažnumą efektyviam fotosintezės, morfogenezės bei kokybės parametrų valdymui (Tamulaitis ir kt., 2005). Naujos techninės galimybės augalų švitinimo srityje davė didelį impulsą išplėsti fotofiziologinius tyrimus su šiltadaržių daržovėmis.

Pastaraisiais dešimtmečiais vis aktualesni tampa besikeičiančių klimato ir antropogeninių aplinkos veiksnių poveikio augalams klausimai. Tai susiję su stratosferos ozono sluoksnio irimu, ultravioletinių spindulių srauto didėjimu, temperatūros kilimu, astronominiais reiškiniais. Nuo 2000 m. laboratorijoje plėtojami ekofiziologiniai darbai (Dukhovskis ir kt., 2003). Tikimasi, kad jų rezultatai prisidės prie sodo ir daržo agroekosistemų optimizavimo besikeičiančio klimato sąlygomis, tvarios sodininkystės ir daržininkystės koncepcijos plėtojimo, sudarys pagrindą sodo bei daržo augalų selekcijos strategijos formavimui ateičiai.

Pastaruoju metu žymus progresas biologijos bei technikos moksluose leido sukurti automatines augalų tyrimo sistemas, kurių pagalba fiziologai gali realizuoti

„pokalbio su augalu“ koncepcija. Ši kryptis augalų fiziologijos moksle pavadinta fitomonitoringu (Радченко, 1990; Тон, 1996; Ильницкий ir kt., 1997; Тон, Копут, 1998). Fitomonitoringo metodologija bei įranga leidžia vykdyti tyrimus *in vivo*, nepažeidžiant augalo, dinamikoje, tuo pačiu metu stebint keletą reikalingų augalo ir aplinkos parametrų. Šie tyrimai ypač aktualūs augalų produktyvumo fiziologijos bei ekofiziologijos pažinime.

Darbo tikslas – apibendrintai pristatyti augalų fiziologijos srities mokslinius darbus, vykdomus LSDI.

Metodologija ir įranga. Visiems Augalų fiziologijos laboratorijos darbams būdingas ontogenetinis tyrimo aspektas. Laboratorijoje plačiai taikomi vegetacinių bandymų metodas (Žurbicki, 1974), morfofiziologinis metodas (Куперман, 1977), fitomonitoringo metodologija bei metodai (Тон, 1996; Ильницкий ir kt., 1997), efektyviosios skysčių chromatografijos metodai fitohormonų ir tirpių angliavandenių bei kitų medžiagų analizei (Wang, 2003; Urbonavičiūtė ir kt., 2006), tiriami fotosintetiniai augalų parametrai (Ничипорович, 1982; Гавриленко, 2003).

Prie laboratorijos veikia fitotroninis kompleksas su fitotronu (10 klimato kamerų bei kita klimato įranga), eksperimentiniais šiltnamiais, vegetacinėmis aikštelėmis. Be būdingos Augalų fiziologijos laboratorijai įrangos, darbai vykdomi su unikaliomis automatinėmis augalų tyrimo (fitomonitoringo) sistemomis. Laboratorija turi dvi skysčių bei dujų chromatografijos sistemas, kapiliarinės elektroforezės įrangą.

Rezultatai. Augalų fiziologijos laboratorija, kaip instituto struktūrinis padalinys, buvo įkurta 1988 04 16. Pirmuoju jos raidos etapu laboratorijoje buvo sprendžiamos augalų morfofiziologijos, vaisių pramečiavimo, normavimo fiziologinės problemos (Čelkienė, 1988, 1991), bandyta atsakyti į vaismedžių atsparumo šalčiams ir ištvermingumo žiemą klausimus (Duchowski ir kt., 1995, Duchovskis, 1998), keltos sėklininkystės morfofiziologinės problemos (Brazaitytė, 1995). Taip pat laboratorijoje veikė Šiltnamių mikroklimato automatizavimo grupė (vadovas Vytautas Švelnys). Vėliau stiprėjo laboratorijos eksperimentinė bazė, palaipsniui susiformavo dabartinės mokslinės kryptys.

Sodo ir daržo augalų produktyvumo fiziologija. Agrarinių mokslo institucijų augalų fiziologijos padalinių klasikinė mokslo kryptis laboratorijoje buvo ir yra nuolat vykdoma. Sodo bei daržo augalų pasėlių fotosintetinių parametrų tyrimai leidžia vegetacijos metu laiku pastebėti veiksnius, limituojančius produktyvumą ir kokybę, ir technologinėmis priemonėmis juos optimizuoti. Kai vienas ar kitas aplinkos veiksnys būna „minimume“, augalų grynasis fotosintezės produktyvumas mažėja ir tai mažina ūkinį augalų produktyvumą, prastėja vaisių ir daržovių kokybė. Laiku pastebėjus neigiamas produktyvumo formavimosi tendencijas, galima jas efektyviai pašalinti optimizuojant atitinkamas technologines priemones (Tarvydienė, 2004 a, 2004 b, Baranauskis ir kt., 2005; Šabajevienė ir kt., 2006 a, 2006 b; Tranavičienė ir kt., 2007; Šikšnianienė ir kt., 2007 a; Bundinienė, 2008). Fotosintetinių parametrų dinamika visiškai neatspindi ūkinio derliaus formavimo dėsningumą, tačiau labai glaudžiai su jais susijusi (Ничипорович, 1982).

Augalų produktyvumo fiziologijos tyrimams gerai pasitarnauja fitomonitoringo, arba viso augalo fiziologijos tyrimo, metodologija bei tam skirta elektroninė augalų tyrimo įranga. Fitomonitoringo metodologija leidžia efektyviai stebėti augalų fiziologinius

parametrus vegetacijos metu ir sudaro prielaidas juos valdyti technologinėmis priemonėmis. Tai suteikia galimybę operatyviai koreguoti auginimo technologijas ir gauti daugiau ir geros kokybės produkcijos. Ši tyrimo metodologija ypač tinkama uždaroje auginimo sistemoje, pvz., šiltnamiuose, kur yra galimybė valdyti daugiau auginimo parametrų. Ypač daug tyrimų rezultatų gauta apie pomidorų ir agurkų auginimą šiltnamiuose (Brazaitytė, 1996; 1998; 1999; 2000, Brazaitytė, Jankauskienė, 2000, Jankauskienė, Brazaitytė, 2007; 2008).

Augalų morfogenezę ir žydėjimo iniciaciją. Sodo ir daržo augalų morfogenezės valdymas svarbus technologiniais aspektais, nes leidžia ūkiniu atžvilgiu racionaliai formuoti augalų struktūrą bei nukreipti fotosintezės produktus į ūkiškai svarbius organus ir tokiu būdu didinti jų produktyvumą. Be to, augalų generacijų kaitos paspartinimas fitotronuose, šiltnamiuose, klimato kamerose, kituose dirbtinio klimato įrenginiuose leidžia žymiai pagreitinti atskirus selekcijos proceso etapus. LSDI Augalų fiziologijos laboratorijoje intensyviai vykdomi augalų ontogenezės tyrimai. Sukurta nauja augalų žydėjimo iniciacijos teorija (Duchowski, 1995; Duchovskis, 1996; 2004). Pagal šią teoriją žydėjimo iniciacija vyksta tokiais etapais:

*žydėjimo indukcija → evokacija → žiedų iniciacija →
gametų iniciacija → žydėjimo stimulo destrukcija*

Remiantis šia teorija, iškelta nauja koncepcija apie žiemojančių augalų žydėjimo indukcijos ir evokacijos dviejų tarpinių pobūdį. Pagal šią koncepciją, pirmasis žydėjimo indukcijos tarpinis natūraliomis sąlygomis yra sąlygotas fotoperiodo (fotoindukcijos tarpinis) ir realizuojasi lapuose per fitochromo sistemą. Šio tarpsnio metabolitai transportuojami į apikales meristemas ir dėl jų veiklos vyksta žiedyno ašies organogenezės genų ekspresija (pirmasis evokacijos tarpinis). Pirmasis evokacijos tarpinis baigiasi visišku žiedyno ašies susiformavimu (III organogenezės etapas pagal F. Kupermaną, 1977. Antrasis žydėjimo indukcijos tarpinis sąlygotas žemų teigiamų temperatūrų (termoindukcijos tarpinis) ir vyksta augimo kūgeliuose. Antrojo žydėjimo indukcijos tarpsnio stimulus daro įtaką antrojo evokacijos tarpsnio genų raiškai. Šio evokacijos tarpsnio morfologinė išraiška – žiedyno ašies elementų formavimasis (IV organogenezės etapas). Priklausomai nuo žiemojančio augalo rūšies bei išsivystymo laipsnio, šie procesai gali vykti rudenį, žiemą, o dažniausiai – pavasarį. Pirmasis ir antrasis žydėjimo indukcijos tarpiniai gali vykti kartu (II organogenezės etape), nuosekliai (II ir III organogenezės etape) arba termoindukcijos tarpinis gali praeiti net ankščiau nei fotoindukcijos tarpinis, o evokacijos tarpiniai – praeina tik nuosekliai (Duchovskis, 2000).

Pastaruoju metu daug dėmesio skiriama fotosintetinės pigmentų sistemos, fitohormonų sistemos, cukrų ir kitų metabolitų, šviesos spektro ir srauto vaidmeniui skirtinguose žydėjimo iniciacijos tarpsniuose tyrimams (Duchovskis ir kt., 2004; Šikšnianienė ir kt., 2004; Samuolienė, Duchovskis, 2005; 2006 a; 2006 b; Samuolienė ir kt., 2005 a; 2005 b; 2006; Šabajevienė ir kt., 2006 a; 2006 b; Samuolienė, 2007).

Šie darbai yra geras teorinis pagrindas valdyti augalų augimą ir vystymąsi intensyviose sodininkystės ir daržininkystės technologijose. Taip pat augalų pagreitinto generacijų auginimo dirbtinio klimato sąlygomis metodai leidžia spartinti selekcijos darbus. Šiuo metu sukurti generacijos išauginimo per metus metodai dvimetėms daržovėms:

baltagūžiams ir ropiniams kopūstams, valgomiesiems burokėliams, valgomosioms morkoms (Duchovskienė, 2000; Bobinas, Duchovskienė, 2001; Samuolienė, 2007).

Kitas augalų ontogenezės tyrimų taikomas aspektas yra sėklininkystės proceso optimizavimas bei sėklų kokybės rodiklių gerinimas (Stašelis ir kt., 1996; Duchovskienė, Bobinas, 1998; Orentienė ir kt., 1998; 2000; Duchovskienė, 1999; Žebrauskienė ir kt., 2001; 2003 a; Duchovskis ir kt., 2004).

Fotofiziologiniai tyrimai. Laboratorija dalyvauja Aukštųjų technologijų programos projektuose „Kietakūnio apšvietimo technologija augalų fotofiziologinių procesų valdymui“ (HORTILED, 2003–2006) bei „Kietakūnis apšvietimas fitotronams ir šiltnamiams“ (PHYTOLED, 2007–2009). Šių projektų pagrindinis tikslas – kūrimas augalams naujos kartos šviestuvų, kurie pagrįsti puslaidininkinių šviestuvų (LED) naudojimu. Laboratorijoje vykdomi fotofiziologiniai darbai, fitotrone ir šiltnamiuose išbandant partnerių sukurtas naujas puslaidininkines lempas (Bliznikas ir kt., 2004; Tamulaitis ir kt., 2004, 2005). Derinant šviesos spektrą, srautą ir foto-periodą, galima valdyti augalų fotosintezės parametrus ir produktyvumą (Brazaitytė ir kt., 2004 b; 2006 b; Urbonavičiūtė ir kt., 2007 a; 2007 b), augalų morfogenezę, hormonų sintezę bei santykį (Samuolienė ir kt., 2006; 2007; 2008; Samuolienė, 2007), taip pat daržovių kokybės parametrus (Ulinskaitė ir kt., 2004; Urbonavičiūtė ir kt., 2008). Vykdamas minėtus projektus, laboratorijos darbuotojai, kartu su partneriais iš VU, įkūrė atžalinę įmonę UAB „Hortiled“ šių projektų išradimams patentuoti bei lempoms gaminti. Sėkmingų darbų rezultatas – perengti du patentai, skirti daržovių švitinimo technologijų bei pačių puslaidininkinių šviestuvų tobulinimui.

Ekofiziologiniai tyrimai. Laboratorija nuolat dalyvauja nacionaliniu mastu finansuojamuose projektuose ekosistemų kaitos tyrimo klausimais. Iki šiol įdomesni vykdyti tokios tematikos projektai buvo „Antropogeninių klimato ir aplinkos pokyčių kompleksinis poveikis miškų ir agro-ekosistemų augmenijai“ (APLIKOM, 2003–2006), „Sumedėjusių augalų fiziologinės ir biocheminės reakcijos į gamtinių ir antropogeninių veiksnių stresą“ (FIBISTRESS, 2005–2006). Šių tyrimų tikslas buvo nustatyti augalų reakciją į įvairius besikeičiančio klimato ir aplinkos antropogeninių veiksnių (ozono, CO₂, temperatūros, sunkiųjų metalų, substrato rūgštumo, UV-B) diferencijuoto bei jų kompleksinio poveikio stresą, augalų adaptacijos ir konkurencijos galimybes padidintame aplinkos streso veiksnių fone ir numatyti augalininkystės strategiją artimiausiems dešimtmečiams.

Daugelis streso veiksnių sužadina homeostazės mechanizmus ir augalai papildomam stresui yra atsparesni. Tačiau atskirais atvejais sumuojasi stresinis aplinkos veiksnių poveikis (Brazaitytė ir kt., 2001; 2004 a; 2005; Dukhovskis ir kt., 2003; Duchovskis ir kt., 2006, Urbonavičiūtė ir kt., 2006). Augalai skirtingiems streso veiksniams yra nevienodai jautrūs (Brazaitytė ir kt., 2001; 2004 a). Piktžolės dažniausiai yra geriau prisitaikiusios prie aplinkos taršos, o tai padeda joms konkuruoti dėl maisto medžiagų ir šviesos (Kavaliauskaitė ir kt., 2006). Tikimės, kad šių tyrimų rezultatai leis modeliuoti sodininkystės, daržininkystės bei augalų selekcijos strategiją artimiausiems dešimtmečiams.

Išvados. Fundamentiniai augalų fiziologijos tyrimai leidžia pažinti augalo funkcionavimo mechanizmus ir žinias panaudoti augimo ir vystymosi procesų valdymui, biologinio produktyvumo potencialo realizacijai. Taikomieji fiziologiniai tyrimai gali

efektyviai prisidėti prie sodo ir daržo augalų produktyvumo didinimo bei daržovių kokybės gerinimo problemų sprendimo.

Gauta 2008-07-14

Parengta spausdinti 2008-08-04

Literatūra

1. Baranauskis K., Bandzevičiūtė V., Samuolienė G., Šabajevienė G., Ulinskaitė R., Sakalauskaitė J., Duchovskis P. 2005. Gūžinių baltųjų kopūstų (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* F. *alba* L.) asimiliacinio ploto nustatymo metodiniai aspektai. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(1): 42–47.
2. Bliznikas Z., Breivė K., Tamulaitis G., Kurilčik G., Novičkovas A., Žukauskas A., Duchovskis P., Ulinskaitė R., Brazaitytė A., Šikšnianienė J. 2004. Puslaidininkinė lempa augalų fotofiziologiniams procesams tirti ir valdyti. *Elektronika ir elektrotechnika*, 56(7): 74–79.
3. Bobinas Č., Duchovskienė Z. 2001. Gūžinių, ropinių kopūstų ir raudonųjų burokėlių sėklų auginimas bepasodžiu būdu. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(1): 83–95.
4. Brazaitytė A. 1995. Šiltnamio pomidorų sėklų brendimo morfofiziologiniai tyrimai. II doktorantų konferencijos pranešimai, 2 dalis. Dotnuva–Akademija, 56–62.
5. Brazaitytė A. 1996. Pomidorų fotosintezės intensyvumas skirtingose temperatūrose. Teorinės ir praktinės problemos šiuolaikinėje kultūrinių augalų fiziologijoje. Mokslinių straipsnių rinkinys. Baltai, 137–144.
6. Brazaitytė A. 1998. Pomidorų produktyvumo elementų ir aplinkos veiksnių monitoringas šiltnamiuose. Daktaro disertacija. Baltai.
7. Brazaitytė A. 1999. Importance of environmental factors for intensity of tomato photosynthesis. *Biologija*, 1: 73–75.
8. Brazaitytė A. 2000. Phytomonitoring investigations of physiology of tomato productivity and resistance. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3–1): 25–40.
9. Brazaitytė A., Blažytė A., Šikšnianienė J. B., Samuolienė G., Ulinskaitė R., Juknys R., Duchovskis P. 2004 a. Pomidorų fotosintetinių pigmentų sistemos adaptacija prie kompleksinio antropogeninių aplinkos veiksnių poveikio. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(1): 133–143.
10. Brazaitytė A., Duchovskis P., Januškaitienė I., Juknys R. 2005. Possibilities of phytomonitoring to determine reaction of plant adaptivity to anthropogenic stress. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(1): 57–64.
11. Brazaitytė A., Duchovskis P., Juknys R., Žukauskaitė I. 2001. Influence of unfavourable natural factors and pollutants on the complex of tomato photosynthetic pigments. *Biologija*, 2: 4–7.
12. Brazaitytė A., Duchovskis P., Ulinskaitė R., Šikšnianienė J. B., Jankauskienė J., Samuolienė G., Baranauskis K., Bliznikas Z., Breivė K., Novičkovas A., Tamulaitis G., Žukauskas A. 2004 b. Impact of spectral composition of illumination on photosynthetic pigment amount and photosynthesis intensity in onion

- leaves. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(3): 54–64.
13. Brazaitytė A., Jankauskienė J. 2000. Investigation of physiological processes of tomato in different greenhouses using phytomonitoring equipment and methodology. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(4): 54–61.
 14. Brazaitytė A., Juknys R., Sakalauskaitė J., Šikšnianienė J. B., Januškaitienė I., Dėdelienė K., Sliesaravičius A., Ramaškevičienė A., Juozaitytė R., Šlepetys J., Kadžiulienė Ž., Lazauskas S., Duchovskis P. 2006 a. Žemės ūkio augalų fotosintezės pigmentų sistemos tolerancija ozono ir UV-B spinduliuotės sukeltam stresui. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(2): 14–24.
 15. Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Duchovskis P., Samuolienė G., Šikšnianienė J. B., Jankauskienė J., Šabajevienė G., Baranauskis K., Stanienė G., Tamulaitis G., Bliznikas Z., Žukauskas A. 2006 b. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting diodes. *Acta Horticulturae*, 711: 183–188.
 16. Bundinienė O., Duchovskis P., Brazaitytė A. 2008. The influence of fertilizers with nitrification inhibitor on edible carrot photosynthesis parameters and productivity. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(2): 245–257.
 17. Čelkienė A. 1988. *Norio* veislės obelaičių pramečiavimo tyrimas. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 8: 11–17.
 18. Čelkienė A. 1991. ‘Melbos’ veislės obelų pramečiavimo morfofiziologiniai aspektai. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 10: 15–23.
 19. Duchovskienė Z. 1999. Bepasodė morkų sėklų auginimo technologija. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 18(1): 49–56.
 20. Duchovskienė Z. 2000. Gūžinių, ropinių kopūstų ir raudonųjų burokėlių žydėjimo iniciacija bei generatyvinė raida: daktaro disert. santr. Baltai.
 21. Duchovskienė Z., Bobinas Č. 1998. Wintering of carrot *NIOCH 336* grown by the method “from seed – to seed”. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 17(3): 179–183.
 22. Duchovskis P. 1996. Model of flowering initiation in perennial plants. Theoretical and practical problems in modern physiology of cultured plants. Collection of Scientific Articles. Baltai, 15–25.
 23. Duchovskis P. 1998. Problems of resistance to abiotic factors of horticultural plants in Lithuania and their solution. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 17(3): 3–12.
 24. Duchovskis P. 2000. Conception of two-phase flowering induction and evocation in wintering plants. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3–1): 3–14.
 25. Duchovskis P. 2004. Flowering initiation of wintering plants. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(2): 3–11.
 26. Duchovskis P. 2008. The vicennial of scientific searches in the field of plant physiology. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(2): 3–16.
 27. Duchovskis P., Bobinas Č., Orentienė V. 2001. Valgomųjų morkų (*Daucus sativus* Röhl.) sėklų augimas ir vystymasis ontogenezeje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(2): 48–53.

28. Duchovskis P., Brazaitytė A., Juknys R., Januškaitienė I., Sliesaravičius A., Ramaškevičienė A., Burbulis N., Šikšnianienė J. B., Baranauskis K., Duchovskienė L., Stanys V., Bobinas Č. 2006. Changes of physiological and genetic indices of *Lycopersicon Esculentum* Mill. by cadmium under different acidity and nutrition. Polish Journal of Environmental Studies, 15(2): 235–242.
29. Duchovskis P., Žebrauskienė A., Šikšnianienė J. B., Viškelis P., Samuolienė G., Bobinas Č., Kmitienė L., Kmitas A. 2004. Evocation of edible onions. Sodininkystė ir daržininkystė, 23(2): 125–136.
30. Duchowski P. 1995. Indukcja kwitnienia wybranych roślin pastewnych (traw i koniczyny białej). Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis, Agricultura, 61(509), Supplementum C, 61.
31. Duchowski P., Gelvonauskis B., Bandaravičienė G. 1995. Winterhardiness of apple seedlings depending on parental forms. Referaty i Doniesienia IX Ogólnokrajowego Seminarium Grupy Roboczej “Mrozoodporność”. KNO PAN, Poznań, 22–25.
32. Dukhovskis P., Juknys R., Brazaityte A., Zukauskaite I. 2003. Plant response to integrated impact of natural and anthropogenic stress factors. Russian Journal of Plant Physiology, 50(2): 147–154.
33. Jankauskienė J., Brazaitytė A. 2007. Substratų poveikis pomidorų produktyvumui bei fiziologiniams procesams. Sodininkystė ir daržininkystė, 26(2): 66–77.
34. Jankauskienė J., Brazaitytė A. 2008. The influence of various substratum on the quality of cucumber seedlings and photosynthesis parameters. Sodininkystė ir daržininkystė, 27(2): 285–294.
35. Juknys R., Duchovskis P., Sliesaravičius A., Šlepetys J., Martinavičienė J., Brazaitytė A., Juozaitytė R., Lazauskas S., Dėdelienė K., Sakalauskaitė J., Romaneckienė R., Kadžiulienė Ž., Januškaitienė I. 2006. Anglies dioksido ir temperatūros diferencijuotas bei kompleksinis poveikis žemės ūkio augalams. Sodininkystė ir daržininkystė, 25(2): 3–13.
36. Kavaliauskaitė D., Duchovskis P., Brazaitytė A. 2006. Impact of common lambsquarter (*Chenopodium album* L.) competition on formation of red beet (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*) photosynthetic indices. Sodininkystė ir daržininkystė, 25(2): 118–124.
37. Kurilčik A., Miklušytė-Čanova R., Dapkūnienė S., Žilinskaitė S., Kurilčik G., Tamulaitis G., Duchovskis P., Žukauskas A. 2008. *In vitro* culture of *Chrysanthemum* plantlets using light-emitting diodes. Central European Journal of Biology, 3(2): 161–167.
38. Orentienė V., Duchovskis P., Bobinas Č. 2000. Morphophysiological investigation of cabbage seed ripening. Sodininkystė ir daržininkystė, 19(3–1): 212–216.
39. Orentienė V., Duchovskis P., Zalatorius V., Bobinas Č., Stašelis A. 1998. Impact of mechanic, physical, and chemical factors on germination power of carrot seeds. Sodininkystė ir daržininkystė, 17(2): 104–110.
40. Sakalauskaitė J., Kupčinskienė E., Kviklys D., Duchovskienė L., Urbonavičiūtė A., Šabajevienė G., Stiklienė A., Šikšnianienė J. B., Taraškevičius R., Radzevičius A., Zinkutė R., Duchovskis P. 2008. Nutritional diagnosis of apple-tree growing in the

- nitrogen fertilizer factory region. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(2): 111–119.
41. Sakalauskiene S., Šabajevienė G., Lazauskas S., Brazaitytė A., Samuolienė G., Urbonavičiūtė A., Sakalauskaitė J., Ulinskaitė R., Duchovskis P. 2008. Complex influence of different humidity and temperature regime on pea photosynthetic indices in VI–VII organogenesis stages. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(2): 199–207.
 42. Samuolienė G. 2007. Valgomosios morkos (*Daucus sativa* (Hoffm.) Röhl.) žydėjimo iniciacijos fiziologiniai ir biocheminiai aspektai: daktaro disert. santr., Baltai, Akademija.
 43. Samuolienė G., Duchovskis P. 2005. Fotosintetinių pigmentų dinamika įvairiais valgomųjų morkų žydėjimo iniciacijos tarpsniais. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(1): 48–56.
 44. Samuolienė G., Duchovskis P. 2006 a. Angliavandenių dinamika ir vaidmuo paprastojo kmyno žiedų iniciacijos ir diferenciacijos metu. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 199–206.
 45. Samuolienė G., Duchovskis P. 2006 b. Fitohormonų dinamika ir vaidmuo po paprastojo kmyno žydėjimo indukcijos. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(4): 278–285.
 46. Samuolienė G., Duchovskis P., Šikšnianienė J., Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Tamulaitis G., Bliznikas Z., Kurilčik G., Žukauskas A. 2006. Flowering initiation in carrots by tailoring the illumination spectrum. *Acta Horticulturae*, 711: 279–284.
 47. Samuolienė G., Duchovskis P., Ulinskaitė R. 2005 a. Dynamics and role of carbohydrates in carrot during different flowering initiation stages. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(3): 147–154.
 48. Samuolienė G., Duchovskis P., Urbonavičiūtė A. 2005 b. Phytohormones dynamics during flowering initiation in carrots. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(3–4): 33–37.
 49. Samuolienė G., Šabajevienė G., Urbonavičiūtė A., Duchovskis P. 2007. Carrot flowering initiation: light effect, photosynthetic pigments, carbohydrates. *Acta Biologica Szegediensis*: 51(1): 39–42.
 50. Stašelis A., Optažas R., Meškėlis L., Duchovskis P. 1996. Elektromagnetinių laukų įtaka pomidorų ir agurkų sėklų daigumui bei daigų morfogenezei. *Žemės ūkio inžinerija*, 28(2): 121–130.
 51. Šabajevienė G., Kviklys D., Duchovskis P. 2006 a. Rootstock effect on photosynthetic pigment system formation in leaves of apple cv. 'Auksis'. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(3): 357–363.
 52. Šabajevienė G., Kviklys D., Kviklienė N., Kasiulevičiūtė A., Duchovskis P. 2006 b. Poskiepių įtaka obelų vaismedžių fotosintezės sistemos veiklai. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(4): 79–87.
 53. Šikšnianienė J. B. 2002. *Eucoreosma* sekcijos serbentų peroksidazės ir polifenoloksidazės tyrimai skirtinguose ontogenezės tarpsniuose: daktaro disert. santr. Baltai.

54. Šikšnianienė J. B., Bundinienė O., Brazaitytė A., Duchovskis P. 2007 a. Trašų su nitrifikacijos inhibitoriumi poveikis raudonųjų burokėlių fotosintezės rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(2): 52–59.
55. Šikšnianienė J. B., Bundinienė O., Brazaitytė A., Duchovskis P., Stepulaitienė I. 2007 b. Skirtingų azoto trašų formų ir ceolito įtaka morkų fotosintezės rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(1): 142–148.
56. Šikšnianienė J.B., Duchovskis P., Viškelis P., Karklelienė R., Samuolienė G. 2004. The dynamics of carbohydrates and nitric substances of edible carrots (*Daucus sativus* Röhl.) during evocation. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(2): 137–142.
57. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z., Breivė K., Ulinskaite R., Brazaityte A., Novickovas A., Zukauskas A., Shur M. S. 2004. High-power LEDs for plant cultivation. *Proc. SPIE*, 5 530: 165–173.
58. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z., Breivė K., Ulinskaitė R., Brazaitytė A., Novičkovas A., Žukauskas A. 2005. High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 38(17): 3 182–3 187.
59. Tarvydienė A., Duchovskis P., Šiuliauskas A. 2004 a. Raudonųjų burokėlių fotosintetinių rodiklių formavimosi dinamika skirtingai tręštame pasėlyje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(3): 76–88.
60. Tarvydienė A., Duchovskis P., Šiuliauskas A. 2004 b. Skirtingų raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) morfotipų fotosintetinių rodiklių formavimosi dinamika įvairaus tankumo pasėlyje. *Vagos*, 62(15): 44–52.
61. Ton Y. 1996. Basics of phytomonitoring. *Phytomonitoring*, 1: 3–5.
62. Ton Y., Kopyt M. 1998. Phytomonitoring technique for greenhouses. *User's Reference Guide for Greenhouses*. PhyTech Ltd, Israel.
63. Tranavičienė T., Šikšnianienė J. B., Urbonavičiūtė A., Vagusevičienė I., Samuolienė G., Duchovskis P., Sliesaravičius A. 2006. Effects of nitrogen fertilizers on wheat photosynthetic pigment and carbohydrate contents. *Biologija*, 53(4): 80–84.
64. Ulinskaitė R., Duchovskis P., Brazaitytė A., Jankauskienė J., Viškelis P., Šikšnianienė J. B., Samuolienė G., Šabajevienė G., Bliznikas Z., Breivė K., Novičkovas A., Tamulaitis G., Žukauskas A. 2004. Influence of illumination spectrum on growth and quality of onion leaves. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(3): 44–53.
65. Urbonavičiūtė A., Pinho P., Samuolienė G., Duchovskis P., Vitta P., Stonkus A., Tamulaitis G., Žukauskas A., Halonen L. 2007 a. Effect of short-wavelength light on lettuce growth and nutritional quality. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(1): 157–165.
66. Urbonavičiūtė A., Pinho P., Samuolienė G., Duchovskis P., Vitta P., Stonkus A., Tamulaitis G., Žukauskas A., Halonen L. 2007 b. Influence of bicomponent complementary illumination on development of radish. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(4): 309–316.

67. Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Jankauskienė J., Duchovskis P., Žukauskas A. 2008. The possibility to control the metabolism of green vegetables and sprouts using light emitting diode illumination. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(2): 83–92.
68. Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Sakalauskaitė J., Duchovskis P., Brazaitytė A., Šikšnianienė J. B., Ulinskaitė R., Šabajevienė G., Baranauskis K. 2006. The effect of elevated CO₂ concentrations on leaf carbohydrate, chlorophyll contents and photosynthesis in radish. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(6): 921–925.
69. Žebrauskienė A., Duchovskis P., Bobinas Č. 2001. Ropinių svogūnų (*Allium cepa* L.) vaisiaus augimas ir vystymasis ontogenezėje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(1): 96–101.
70. Žebrauskienė A., Duchovskis P., Kmitienė L., Kmitas A. 2003 a. Drėgmės deficito įvairiais organogenezės etapais įtaka valgomųjų svogūnų sėklojų morfogenezei, sėklų derliui ir kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 22(2): 102–112.
71. Žebrauskienė A., Kmitienė L., Duchovskis P. 2003 b. Valgomųjų svogūnų (*Allium cepa* L.) Lietuvos *didieji* nuėmimo laiko įtaka pasodų ir sėklų derliui bei kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 22(1): 94–107.
72. Żurbicki Z. 1974. *Metodyka doświadczeń wazonowych*. Warszawa.
73. Гавриленко В. Ф., Жыгалова Т. В. 2003. *Большой практикум по фотосинтезу*. Академия, Москва.
74. Ильницкий О. А., Лищук А. И., Ушкаренко В. А., Федорчук М. И., Гнидин А. Е., Шепель В. Д. 1997. *Фитомониторинг в растениеводстве*. Херсон.
75. Куперман Ф. М. 1977. *Морфофизиология растений*. Москва.
76. Ничипорович А. А. 1982. *Физиология фотосинтеза и продуктивность растений*. Физиология фотосинтеза. Москва, 3–12.
77. Радченко С. С. 1990. *Фитомониторинг и диагностика*. Биофизика растений и фитомониторинг. Сб. науч. тр. АФИ, 11–27.

SODININKYSTĖ IR DARŽININKYSTĖ. SCIENTIFIC ARTICLES. 2008. 27(3).

The development of physiological investigations in horticulture

P. Duchovskis

Summary

There is presented the review of the most important works, which were carried out at Plant Physiology laboratory of LIH during recent years and induced the new knowledge in plant biology, influenced the improvement of horticultural crop growing ways and production quality. Scientific investigations were developed in several fields. A lot of attention was paid to the development of plant flowering initiation theory. The possible role of photosynthesis and phytohormones system in the processes of flowering initiation was analyzed. It was established that the variations of phytohormones and sugars in plant ontogenesis are closely

connected processes. The meaning of light spectral composition, flux density and photoperiod in flowering induction, evocation and flower initiation was ascertained. These investigations form the scientific basis for the cognition and regulation of plant growth and development in horticultural technologies.

The other work, close to this theme, is the program of high technologies “Solid-state lighting for the management of plant photophysiological processes”. The results of this investigation convincingly showed that semiconductor illuminators (LED) forms uncial possibilities to coordinate the optimal light spectrum, flow, photoperiod and frequency of impulses for every plant variety in order the effective management of photosynthesis, morphogenesis and quality parameters would be possible.

Important field of the investigation is the physiology of horticultural plant productivity and quality. The progressive methodology of phytomonitoring was applied in the greenhouses; it permits operatively and *in vivo* to observe the main physiological indices of the plant and basing on that to correct technological means. Photosynthetic indices of crops and the possibilities to optimize them by technological means were investigated in field horticulture.

Very profound investigations of the stress affect of climate and anthropogenic factors on plants were carried out. The influence of substrate acidity, heavy metals, ozone, UV-B, CO₂, temperature and their complex effect on the variation of plant biological parameters, adaptivity and their concurrence capacity are investigated. There is a hope that the results of theses investigations will lead to the modeling of horticulture strategy in the nearest decades.

Key words: flowering initiation, light, photomorphogenesis, photosynthesis, stress factors.