

The vicennial of scientific searches in the field of plant physiology

Pavelas Duchovskis

Lithuanian Institute of Horticulture, Kauno 30, 54333 Babtai, Kaunas distr., Lithuania, e-mail: p.duchovskis@lsvdi.lt

The Laboratory of Plant Physiology at LIH was established on 16th of April, 1988. From the beginning the striving was to create the modern scientific base and an actual topic for the researches. Today there is established the phytotron complex with 10 climate chambers, experimental greenhouses and vegetative field. The laboratory is provided with automatic equipment for analysis of plant physiological processes, there are high-performance liquid and gas chromatography systems and other analytical equipment.

The following main scientific directions were formed in laboratory: plant morphogenesis, flowering initiation, ecophysiology, photophysiology and plant productivity physiology. The main subjects of Plant Physiology laboratory are designed for the development of plant flowering initiation theory and for investigations of plant morphogenesis. The model of flowering initiation in wintering and biennial plants was developed in the laboratory (P. Duchovskis). The mechanisms of photo and thermo induction, evocation and flower initiation and differentiation are investigated. The role of phytohormones, carbohydrates and other metabolites is analysed in these processes (P. Duchovskis, G. Samuolienė, A. Urbonavičiūtė, G. Šabajevienė, A. Kurilčik). The possibility to understand and manipulate the processes of plant growth and development permits to intensify the technologies in horticulture.

The photophysiological investigations are carried out on purpose to design the new generation semiconductor lamps for plant irradiation in greenhouses, phytotron and for *in vitro* cultivation systems (P. Duchovskis, A. Urbonavičiūtė, G. Samuolienė, A. Kurilčik, A. Brazaitytė, R. Ulinskaitė). The parameters of such lamps can be very easily changed or programmed, thus allows to control plant photosynthetic, photomorphogenetic, phototropic processes and to affect the trend of plant metabolic processes. These works are carried out together with physics of Vilnius University (prof. A. Žukauskas). The significant results presumed to attract the private capital for the patent of these data and for the expanding of new plant irradiation technology business. The offset company UAB HORTILED was established.

Very important direction of our investigation is the influence of unfavorable natural and anthropogenic factors on plant physiological and biochemical indexes. Also it is important to determine the tolerance rate and adaptivity for various stresses and concurrent capacity in conditions of volatile climate and environmental pollution (A. Brazaitytė, J. Sakalauskaitė, S. Sakalauskienė, G. Samuolienė, A. Urbonavičiūtė, G. Šabajevienė, P. Duchovskis). These are the complex works, which are carried out with other institutions of agricultural and biological profile. The final goal of these investigations is to formulate the recommendations for the stability increasing in agriculture and forestry, rural and forest ecosystems.

The physiological investigations of field vegetables and other crop and garden plants are expanded in our laboratory (A. Brazaitytė, J. B. Šikšnianienė, G. Šabajevienė, P. Duchovskis). It allows to notice on time the variation of photosynthetic parameters and to control these processes

by technological means on purpose to improve plant productivity and quality of production.

It was published over 500 scientific publications, whereof 250 in international, Lithuanian and foreign publications. There was defended 1 degree of habilitated doctor and 4 doctoral degrees.

Currently there are working tree research workers, two technicians and six PhD students are studying in the laboratory of plant physiology.

Key words: flowering initiation, photophysiology, phytomonitoring, stress physiology.

Introduction. The methods of plant physiology play an important role solving theoretical problems and these of the applied agriculture. The knowledge of the physiological regularities of plants allows solving the questions of plant production quality. The main problems, which were solved in recent decades by the physiologists of LIH increasing the efficiency of agriculture were as follows: plant morphogenesis and flowering initiation (Duchovskis, 1995, 1996, 1998^a, 2000, 2004, 2006; Duchovskienė, 1996, 2000; McCall, Brazaitytė 1997; Bandaravičienė et al., 1999; Duchovskienė et al., 1999, 2000, 2004; Duchovskis et al., 2000^a, 2000^b, 2003^b, 2004; Šikšnianienė et al., 2000,; Šikšnianienė, 2002, 2005, 2006; Samuolienė et al., 2005^a, 2005^b, 2006^a, 2006^b, 2006^c, 2007, 2008; Samuolienė, 2007), the physiology of plant productivity (Brazaitytė, 1996, 1998, 1999, 2000; Čelkienė, 1998, 1991; Brazaityje, Jankauskiene, 2000; Tarvydienė et al., 2004^a, 2004^b; Baranauskis et al., 2005; Šabajevienė et al., 2005, 2006^b, 2007; Šikšnianienė et al., 2006, 2007; Tranavičienė et al., 2007), and plant production quality (Karitonas et al., 1996, Rubinskienė et al., 2006), optimization of photophysiological processes (Brazaitytė et al., 1994, 2004, 2006; Jankauskienė et al., 2001, 2002; Bliznikas et al., 2004; Samuoliene et al., 2004, 2006^d; Tamulaitis et al., 2004^a, 2004^b, 2005; Ulinskaitė et al., 2004; Grishenkova et al., 2006; Urbonavičiūtė et al., 2007^a, 2007^b; Kurilčik et al., 2007, 2008), resistance to ecological stress and adaptivity (Duchovskis, 1998^b; Gelvonauskis et al., 1999, 2000; Duchovskis et al., 2001, 2003^a, 2005, 2006, 2007; Brazaitytė et al., 2001, 2005, 2007; Bashmakov et al., 2005, 2007; Raklevičienė et al., 2005; Juknys et al., 2006; Sakalauskaitė et al., 2006^a, 2006^b; Urbonavičiūtė et al., 2006^a, 2006^b; Baranauskis et al., 2006; Ramaškevičienė et al., 2006; Šabajevienė et al., 2006^a; Lukatkin et al., 2007; Juozaitytė et al., 2007; Sakalauskienė et al., 2007, 2008), the increase of seed growing efficiency and seed quality (Stašelis et al., 1996, 1999; Orentienė et al., 1998, 2000; Duchovskis et al., 2001; Šikšnianienė et al., 2006).

Productivity of plants and the desirable quality indices realize themselves in ontogenesis. Therefore, it is very important to learn to control plant physiological parameters in the different stages of growth and development. The theory of plant flowering initiation created in Plant Physiology Laboratory of LIH formed the basis for the control of plants morphogenesis by technological means in the desirable direction (Duchovskis, 1995, 1996, 2000, 2004; Duchovskienė, 2000; Šikšnianienė, 2002; Samuolienė, 2007).

Very important investigations are carried out in order to optimize photosynthetic indices of field and vegetable crops and orchards. They allow establishing the possibilities to increase plant productivity by technological means and to improve production quality (Brazaitytė, 2000; Tarvydienė et al., 2004^a, 2004^b; Šabajevienė et al., 2005, 2006^b, 2007; Tranavičienė et al., 2007; Šikšnianienė, 2006, 2007).

When the energetic expenditures increase, the problem of the improvement of greenhouse plant growing technologies becomes more and more actual. Scientists of laboratory participates in the national project of high technology program PHYTOLED. The lamps made on the basis of the semiconductor illuminators (LED) present unique possibility to coordinate the optimal light spectrum, flux, photoperiod and frequency of impulses for the effective control of photosynthesis, morphogenesis and quality parameters for every plant variety (Samuolienė et al., 2004, 2006^d; Tamulaitis et al., 2004^a, 2004^b, 2005, Urbonavičiūtė et al., 2007^a, 2007^b; Kurilčik et al., 2007, 2008). The new technical possibilities in the field of plant irradiation gave a big impulse to expand the photophysiological investigations of the greenhouse plants.

During the recent decades the problems of the influence of climate and anthropogenic environmental factors on plants become still deep relevant. They are connected with the disintegration of ozone layer of stratosphere, increase of the flux of ultraviolet rays, the rise of temperature. Ecophysiological works are conducted at the laboratory from 2000 (Duchovskis et al., 2003). It is intend that these results will influence the development of the conception of the ecological agriculture and will form the basis for the creation of the strategy of plant selection in the future.

Lately the significant progress in biology and technique allowed the creation of automatic plant investigation systems, which help physiologists to realize the conception of “conversation with the plant”. This field in plant physiology is called phytomonitoring (Razaitytė, 1996, 1998, 1999, 2000; Brazaitytė, Duchovskis, 1999; Brazaitytė, Jankauskienė, 2000; Duchowski, Brazaitytė, 2001). Methodology and equipment of phytomonitoring allow the conducting of investigations *in vivo*, without plant injures, in dynamics, at the same time observing several necessary parameters of plant and its environment.

The aim of the investigation was to present the trends of physiological scientific works, carried out at LIH and connected with the increase of the efficiency of horticulture and the improvement of production quality.

Object, methods and conditions. Ontogenetic aspect of investigations is characteristic to all works of laboratory. Method of vegetation experiments (Žurbicki, 1974), morphophysiological method (Куперман, 1977), methodology and methods of phytomonitoring (Тон, 1996; Ильницкий et al., 1997), methods of liquid chromatography (Fernandez-Orozco et al., 2003; Wang et al., 2003) are applied in the laboratory on a large scale; spectrophotometric methods for various indices (Гавриленко, Жыгалова, 2003; Ragane et al., 2006; Janghel et al., 2007;) and the other substances were investigated.

There was established the phytotrone complex with 10 climate chambers, experimental greenhouses, vegetative and *ex situ* fields at the laboratory. Besides the equipment characteristic to the Plant Physiology Laboratory, the investigations were conducted with the unique automatic plant investigation systems “Ekoplant-11” and “LPS-3”. There are two systems of chromatography of liquids with fluorescence, diode array and refractive index detectors and gas chromatographer with MS at the laboratory.

Morphogenesis and flowering initiation of plants. The control of plant morphogenesis is important for the technological aspects. Moreover, the acceleration of the change of plant generations in phytotrons, greenhouses, climate

chambers, the other installations of the artificial climate allows accelerating significantly the selection process. The investigations of plant ontogenesis are intensively carried out in Plant Physiology Laboratory of LIH. The new plant flowering initiation theory was created (Duchovskis, 1995, 1996, 2000, 2004; Duchovskienė, 2000; Šikšnianienė, 2002; Samuolienė, 2007). According to this theory, the stages of flowering initiation are as follows:

***Flowering induction → evocation → flower initiation → gamete initiation →
destruction of flowering stimulus***

On the basis of this theory the new conception about the character of two periods – flowering induction and evocation of wintering plants was created. According to this conception, the first flowering induction period under natural conditions is stipulated by photoperiod (photoinduction period) and realizes itself in leaves through phytochrome system. The metabolites of this period are transported to the apical meristems and as a result of their activity the expression of organogenesis genes of inflorescence axis occurs (the first evocation stage). The first evocation period ends at the complete development of inflorescence axis (IIIrd organogenesis stage according to F. Kuperman (1977)). The second flowering induction period is conditioned by low positive temperatures (thermoinduction period) and occurs in the growth apex. The stimulus of the second flowering induction stage de-blocks the genes of the second evocation period. The morphological expression of evocation period is the development of the elements of inflorescence axis (IVth organogenesis stage). Dependently on the type and degree of development of the wintering plant, these processes may occur in autumn, winter, but most often – in spring. The first and the second periods of flowering induction may occur together (in the IInd organogenesis stage) or in consecutive order (in the IInd and IIIrd organogenesis stages), or thermoinduction period may pass even earlier than photoinduction period, but the periods of evocation pass only in consecutive order (Duchovskis, 2000).

Lately a lot of attention is paid to the role of pigments photosynthetic system, system of phytohormones, sugars and other metabolites, also on the light spectrum and flux in the different periods of flowering initiation (Samuolienė et al., 2005^{a,b}, 2006^{a-d}, 2007, 2008; Samuolienė, 2007).

These works are good theoretical basis to control the plant growth and development and to create the methods of the accelerated growing of plant generations under the conditions of the artificial climate.

Plant productivity and quality realizes itself in ontogenesis. Plant requirements to the environmental factors and the elements of nutrition differ in ontogenesis. Investigations showed that it is possible to optimize the growth factors in the different periods of development by technological means (Brazaitytė, 1998; Tarvydienė et al., 2004^{a,b}; Žebrauskienė et al., 2001).

Photophysiological investigations. The photophysiological investigations are carried out on purpose to design the new generation semiconductor lamps for plant irradiation in greenhouses, phytotrone and for *in vitro* cultivation systems (Bliznikas et al., 2004; Brazaitytė et al., 2004, 2006; Samuoliene et al., 2004, 2006^d; Tamulaitis et al., 2004^a, 2004^b, 2005; Ulinskaitė et al., 2004; Grishenkova et al., 2006; Urbonavičiūtė et al., 2007^a, 2007^b; Kurilčik et al., 2007, 2008). The parameters of such lamps can be very easily changed or programmed, thus allows to control plant

photosynthetic, photomorphogenetic, phototropic processes and to affect the trend of plant metabolic processes. These works are carried out together with physics of Vilnius University (prof. A. Žukauskas). The significant results presumed to attract the private capital for the patent of these data and for the expanding of new plant irradiation technology business. The offset company UAB HORTILED was established.

Physiology of plant productivity. In recent years a lot of attention is paid to the investigation of photosynthetic parameters of field crops (Brazaitytė, 1998; Tarvydienė et al., 2004^{a,b}; Šikšnianienė et al., 2006, 2007; Tranavičienė et al., 2007) and orchards (Šabajevienė et al., 2005, 2006^b, 2007). These investigations allow to notice the factors during vegetation timely, which reduce the productivity and quality and to optimize them by technological means.

Methodology of phytomonitoring allows effectively observe plant physiological parameters during vegetation and control them by the technological means. This presents the opportunity operatively to correct the technologies of growing and to obtain more and qualitative production. This methodology of investigation especially justified itself in the closed systems of growing, for example, in greenhouses, where there is an opportunity to control more parameters of growing. Especially good results were obtained with tomatoes and cucumbers in greenhouses (Brazaitytė, 1996, 1998, 1999, 2000; Brazaitytė et al., 1999; Uselis et al., 2007).

Ecophysiological investigations. The laboratory participates in the ecophysiological projects of the national program of priority trends. The aim of these investigations was to establish plant reaction on the stress of ozone, CO₂, temperature, heavy metals, acidity of substratum, UV-B and their complex influence, to reveal the possibilities of plant adaptation and competition in the background of the increased environmental stress and to prevision plant growing strategy for the nearest decades.

Many stress factors arouse homeostasis mechanisms and plants become more resistant to the additional stress. Nevertheless, in different cases, the stress influence on the environmental factors sums up (Duchovskis et al., 2003^a; Brazaitytė et al., 2005, 2006, 2007; Baranauskis et al., 2006; Sakalauskaitė, 2006^a, 2006^b; Sakalauskienė et al., 2007, 2008). Plant sensitivity to the different stress factors isn't the same (Bashmakov et al., 2005; Brazaitytė et al., 2006; Juknys et al., 2006). Weeds most often are more resistant to the environmental pollution, what helps them to compete for nutrients and light (Kavaliauskaitė et al., 2005). We hope that the results of these investigations will allow modelling the strategy of agriculture plant selection for the nearest decades.

The applied physiological investigations may effectively contribute to the plant productivity enlargement and quality improvement.

In laboratory there was published over 500 scientific publications, whereof 250 in international, Lithuanian and foreign journals. There was defended 1 degree of habilitated doctor and 4 doctoral degrees.

Currently there are working tree research workers, two technicians and six PhD students are studying in the laboratory.

*Gauta 2008 04 02
Parengta spausdinti 2008 04 24*

References

1. Bandaravičienė G., Duchovskis P., Šikšnianas T. 1999. Development dynamics of black currant (*Ribes nigrum* L.) generative organs and their resistance to spring frosts. *Biologija*, 1: 9–11.
2. 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.
3. Baranauskis K., Sakalauskaitė J., Brazaitytė A., Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Šabajevienė G., Sakalauskienė S., Šikšnianienė J. B., Duchovskis P. 2006. Variability of UV-Absorbing Compounds in Plant Leaves Under UV-B Exposure. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(4): 187–192.
4. Bashmakov D. I., Lukatkin A. S., Duchovskis P. V., Stanys V. A. 2007. Effect of synthetic regulators on cucumber and corn growth responses under the effect of heavy metals. *Russian Agricultural Sciences*, 33(5): 304–305.
5. Bashmakov D. I., Lukatkin A. S., Revin V. V., Duchovskis P., Brazaitytė A., Baranauskis K. 2005. Growth of maize seedlings affected by different concentrations of heavy metals. *Ekologija*, 3: 22–27.
6. Brazaitytė A. 1996. Pomidorų fotosintezės intensyvumas skirtingose temperatūrose. Teorinės ir praktinės problemos šiuolaikinėje kultūrinių augalų fiziologijoje (mokslinių straipsnių rinkinys). *Baltai*: 137–144.
7. Brazaitytė A. 1998. Pomidorų produktyvumo elementų ir aplinkos veiksnių monitoringas šiltnamiuose. *Daktaro disertacijos santrauka. Baltai*, 32 p.
8. Brazaitytė A. 1999. Importance of Environmental Factors for Intensity of Tomato Photosynthesis. *Biologija*, 1: 73–75.
9. Brazaitytė A. 2000. Phytomonitoring investigations of physiology of tomato productivity and resistance. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 25–40.
10. Brazaitytė A., Duchovskis P. 1999. Monitoring of dynamics of tomato *Svara* physiological parameters and environmental factors and their interrelation. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 18(3): 312–320.
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. 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., Kazėnas V., Petkevičienė L. 1994. Švitinimo skirtingomis elektros lempomis įtaka pomidorų daigų vystymuisi. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 13: 58–66.

15. Brazaitytė A., Sakalauskaitė J., Duchovskis P., Juknys R., Šikšnianienė J. B., Lukatkin A. S., Revin V. V., Samuolienė G., Ulinskaitė R., Baranauskis K., Šabajevienė G., Navarskaitė L., Strakšas V. 2005. Response of radish pigments system to anthropogenic factors. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(3): 440–447.
16. Brazaitytė A., Sakalauskaitė J., Duchovskis P., Šikšnianienė J. B., Samuolienė G., Ulinskaitė R., Baranauskis K., Urbonavičiūtė A., Šabajevienė G., Gelvonauskis B., Uselis N., Vagusevičienė I. 2007. Braškių ‘Senga Sengana’ prisitaikymas prie diferencijuoto ir kompleksinio UV-B spinduliuotės ir ozono poveikio. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(2): 34–44.
17. Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Duchovskis P., Samuolienė G., Šikšnianienė J. B., Jankauskienė J., Šabajevienė G., Baranauskis K., Staniienė G., Tamulaitis G., Bliznikas Z., Žukauskas A. 2006. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting diodes. *Acta Horticulturae*, 711: 183–188.
18. Čelkienė A. 1988. ‘Norio’ veislės obelaičių pramečiavimo tyrimas. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 8: 11–17.
19. Čelkienė A. 1991. ‘Melbos’ veislės obelių pramečiavimo morfofiziologiniai aspektai. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 10: 15–23.
20. Duchovskienė Z. 1996. Dvimečių daržovių žydėjimo indukcijos bei organogenezės tyrimai. Teorinės ir praktinės problemos šiuolaikinėje kultūrinių augalų fiziologijoje. Mokslinių straipsnių rinkinys, *Baltai*: 145–152.
21. Duchovskienė Z. 2000. Gūžinių, ropinių kopūstų ir raudonųjų burokėlių žydėjimo iniciacija bei generatyvinė raida. Daktaro disertacijos santrauka, *Baltai*, 30 p.
22. Duchovskienė Z., Bobinas Č. 2000. Flowering initiation in cabbage, kohlrabi and red beet: effect of vernalization. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 193–203.
23. Duchovskienė Z., Šikšnianienė J., Bobinas Č., Duchovskis P. 1999. Peculiarities of flowering initiation in cabbage. *Biologija*, 1: 35–37.
24. 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*, LIH: 15–25.
25. Duchovskis P. 1998^a. Photomorphogenetic effects in flowering initiation within perennial plants. *Biologija* 3: 42–44.
26. Duchovskis P. 1998^b. Problems of resistance to abiotic factors of horticultural plants in Lithuania and their solution. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 17(3): 3–12.
27. Duchovskis P. 2000. Conception of two-phase flowering induction and evocation in wintering plants. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 3–14.
28. Duchovskis P. 2004. Flowering initiation of wintering plants. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(2): 3–11.
29. Duchovskis P. 2006. Augalų morfogenezė *in vitro* ir jos reguliavimas. *Mokomoji medžiaga. Baltai, „Rodiklis“*: 32 p.

30. Duchowski P. 1995. Indukcja kwitnienia wybranych roślin pastewnych (Traw i koniczyny białej). *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis* (509). *Agricultura*, 61, Supplementum C: 61 s.
31. Duchovskis P., Bobinas Č., Orentienė V. 2001. Valgomųjų morkų (*Daucus sativus* Röhl.) sėklų augimas ir vystymasis ontogenezėje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(2): 48–53.
32. Duchovskis P., Juknys R., Brazaitytė A. & Žukauskaitė I. 2003^a. Plant Response to Integrated Impact of Natural and Anthropogenic Stress Factors. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50(2): 147–154.
33. Duchovskis P., Kviklys D., Kawecki Z., Petronis P., Kviklienė N. 2000^a. Impact of rootstock and irrigation on apple bud differentiation and flowering initiation. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 352–358.
34. Duchovskis P., Stanys V., Aliukevičiūtė R. 2001. Naminės slyvos (*Prunus domestica* L.) ir kaukazinės slyvos (*Prunus cerasifera* Ehrh.) atsparumas šalčiams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(2): 3–17.
35. Duchovskis P., Stanys V., Sasnauskas A., Bobinas Č. 2007. Cold Resistance of *Prunus domestica* L. and *Prunus cerasifera* Ehrh. in Lithuania. *Acta Horticulturae*, 734: 299–303.
36. Duchovskis P., Šikšnianienė J., Bobinas Č., Viškelis P. 2000^b. Dynamics of peroxidase and orto-diphenoloxidase isoenzymes and other organic substances in the evocation stage of white cabbage. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 309–317.
37. Duchovskis P., Šikšnianienė J. B., Duchovskienė L., Kviklys D., Sakalauskaitė J., Deltuvus R., Kupčinskienė E. 2005. Pramonės taršos poveikis obelų fotosintetiniams pigmentams ir atsparumui ligoms bei kenkėjams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24 (4): 65–71.
38. 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.
39. Duchovskis P., Žukauskas N., Šikšnianienė J. B., Samuolienė G. 2003^b. Valgomųjų morkų (*Daucus sativus* Röhl.) juvenalinio periodo, žydėjimo indukcijos ir evokacijos procesų ypatumai. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 22 (1): 86–93.
40. Duchowski P., Brazaitytė A. 2001. Tomato Photosynthesis Monitoring in Investigations on Tolerance to Low Temperatures. *Acta Horticulturae*, 562: 335–339.
41. Fernandez-Orozco R., Zielinski H., Piskula M. K. 2003. Contribution of low-molecular-weight antioxidants to the antioxidant capacity of raw and processed lentil seeds. *Nahrung/Food*, 47(5): 291–299.
42. Gelvonauskis B., Duchovskis P., Bandaravičienė G. 1999. Estimation of apple seedlings winterhardiness and its inheritance. *Biologija*, 3: 36–38.
43. Gelvonauskis B., Duchovskis P., Bandaravičienė G. 2000. Investigation of winter hardiness and cold hardiness in apple progenies. *Acta Horticulturae*, 538: 277–280.

44. Grishenkova N. N., Lukatkin A. S., Stanys V. A., Duchovskis P. V. 2006. Light condition effects on chilling adaptation of maize seedlings. *Russian Agricultural Sciences*, 5: 12–14.
45. Janghel E. K., Gupta V. K., Rai M. K., Rai J. K. 2007. Micro determination of ascorbic acid using methyl viologen. *Talanta*, 72: 1 013–1 016.
46. Jankauskienė J., Brazaitytė A. 2002. Įvairios spinduliuotės lempų įtaka agurkų daigų augimui bei produktyvumui. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 21(1): 63–71.
47. Jankauskienė J., Brazaitytė A., Kazėnas V. 2001. Įvairios spinduliuotės šviesos lempų įtaka pomidorų daigams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(4)-1: 25–34.
48. Juknys R., Duchovskis P., Sliesaravičius A., Šlepetyš 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.
49. Juozaitytė R., Ramaškevičienė A., Sliesaravičius A., Brazaitytė A., Duchovskis P., Burbulis N. 2007. Growth and physiological features of pea (*Pisum sativum* L.) of different morphotypes under ozone exposure. *Biologija*, 53(3): 71–74.
50. Karitonas R., Viškelis P., Brazaitytė A., Žebrauskienė A. 1996. Nitratų, vitamino C ir pigmentų tyrimai įvairaus produktyvumo (*Brassica oleracea* var. *italica*) veislių ir hibridų brokoliuose. Teorinės ir praktinės problemos šiuolaikinėje kultūrinių augalų fiziologijoje (mokslinių straipsnių rinkinys). *Baltai*: 153–157.
51. Kavaliauskaitė D., Duchovskis P., Bobinas Č. 2005. Competitive influence of white goose-foots (*Chenopodium album* L.) on biological productivity and chemical composition on red beets (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.). *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(3): 127–137.
52. 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.
53. Kurilčik A., Miklušytė-Čanova R., Žilinskaitė S., Dapkūnienė S., Duchovskis P., Kurilčik G., Tamulaitis G., Žukauskas A. 2007. *In vitro* cultivation of grape culture under solid-state lighting. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(3): 235–245.
54. Lukatkin A. S., Gracheva N. V., Grishenkova N. N., Duchovskis P. V., Brazaitytė A. A. 2007. Cytokinin-like growth regulators mitigate toxic action of zinc and nickel ions on maize seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54(3): 381–387.
55. McCall D., Brazaitytė A. 1997. Salinity effects on seedling growth and floral initiation in tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 47: 248–252.
56. Orentienė V., Duchovskis P., Bobinas Č. 2000. Morphophysiological investigation of cabbage seed ripening. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 212–216.
57. 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.

58. Ragae S., El-Sayed M., Abdel-Aal, Maher Noaman. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry*, 95: 32–38.
59. Raklevičienė D., Duchovskis P., Švegždienė D., Rančelienė V., Brazaitytė A. 2005. Response of cress (*Lepidium sativum* L.) seedlings to impact of ultraviolet-B and to elevated ozone levels under controlled environmental conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(4) (supplement): 83–84.
60. Ramaškevičienė A., Burbulis N., Duchovskis P., Sliesaravičius A., Pilipavičius V., Kuprienė R., Blinstrubienė A., Urbonavičiūtė A., Sakalauskaitė J., Baranauskis K. 2006. Impact of substrate acidity and heavy metals (Cu, Cd) on pea plants growth and pollen germination. *Ekologija*, 2: 8–14.
61. Rubinskienė M., Viškelis P., Jasutienė I., Duchovskis P., Bobinas Č. 2006. Changes in biologically active constituents during ripening in black currants. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (Suppl. 2): 237–246.
62. Sakalauskaitė J., Stanienė G., Stanys V., Duchovskis P., Samuolienė G., Baranauskis K., Urbonavičiūtė A., Revin V., Lukatkin A. 2006^b. Cadmium Resistance of Apple Rootstocks M.9 and B.396 *In vitro*. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(3): 273–282.
63. Sakalauskaitė J., Kviklys D., Lanauskas J., Duchovskis P. 2006^b. Biomass Production, Dry Weight Partitioning and Leaf Area of Apple Rootstocks under Drought Stress. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(3): 283–291.
64. Sakalauskienė S., Šabajevienė G., Duchovskis P., Lazauskas S., Urbonavičiūtė A., Brazaitytė A., Samuolienė G., Ulinskaitė R., Sakalauskaitė J., Povilaitis V. 2007. Skirtingo drėgmės ir temperatūros režimo kompleksinis poveikis žemės ūkio augalų augimo rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(4): 317–325.
65. Sakalauskienė S., Šabajevienė G., Lazauskas S., Brazaitytė A., Samuolienė G., Urbonavičiūtė A., Sakalauskaitė J., Ulinskaitė R., Duchovskis P. 2008. Skirtingo drėgmės ir temperatūros režimo kompleksinis poveikis ridikėlių fotosintetiniams rodikliams III–IV organogenezės etapuose. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(1): 97–104.
66. Samuolienė G. 2007. The Physiological and Biochemical Aspects of Flowering Initiation in Edible Carrot (*Daucus sativa* (Hoffm.) Röhl.). Summary of Doctoral Dissertation. *Babtai*, 26 p.
67. Samuolienė G., Duchovskis P. 2006^a. Angliavandenių dinamika ir vaidmuo paprastojo kmyno žiedų iniciacijos ir diferenciacijos metu. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 199–206.
68. Samuolienė G., Duchovskis P. 2006^b. Fitohormonų dinamika ir vaidmuo po paprastojo kmyno žydėjimo indukcijos. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(4): 278–285.
69. Samuolienė G., Duchovskis P. 2006^c. Variation of ABA and carotenoids during flowering initiation in carrots. *Acta Biologica Szegediensis*, 50(3–4): 121–125.

70. Samuolienė G., Duchovskis P., Šikšnianienė J., Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Tamulaitis G., Bliznikas Z., Kurilčik G., Žukauskas A. 2006^d. Flowering initiation in carrots by tailoring the illumination spectrum. *Acta Horticulturae*, 711: 279–284.
71. 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.
72. Samuolienė G., Duchovskis P., Urbonavičiūtė A. 2005^b. Phytohormones dynamics during flowering initiation in carrots. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(3–4): 33–37.
73. Samuolienė G., Šabajevienė G., Ulinskaitė R., Duchovskis P. 2008. Fotosintezės rodiklių kitimas paprastojo kmyno žydėjimo iniciacijos metu. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(1): 131–138.
74. Samuolienė G., Šabajevienė G., Urbonavičiūtė A., Duchovskis P. 2007. Carrot flowering initiation: light effect, photosynthetic pigments, carbohydrates. *Acta Biologica Szegediensis*: 51(1): 39–42.
75. Samuolienė G., Šikšnianienė J. B., Duchovskis P., Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Baranauskis K. 2004. Šviesos kokybės įtaka valgomųjų morkų fiziologiniams procesams evokacijos bei žiedų iniciacijos tarpsniais. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(1): 78–87.
76. Stašelis A., Duchovskis P., Brazaitytė A. 1999. Elektromagnetinių laukų poveikis daržovių sėklų daigumui bei daigų morfogenezei. *Inžinerija*, 4(1): 77–85.
77. Stašelis A., Duchovskis P., Optažas R., Meškėlis L. 1996. Elektromagnetinių laukų įtaka pomidorų ir agurkų sėklų daigumui bei daigų morfogenezei. *Žemės ūkio inžinerija*, 28(2): 121–130.
78. Šabajevienė G., Kviklys D., Samuolienė G., Sasnauskas A., Duchovskis P. 2007. Seasonal patterns of carbohydrates in apple tree cv. ‘Auksis’ on different rootstocks. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(3): 159–165.
79. Šabajevienė G., Sakalauskaitė J., Šlapauskas V., Uselis N., Duchovskis P. 2006^a. Chlorophyll Fluorescence Characteristics of Cultivar ‘Auksis’ on Rootstocks P 22 and P 60 in High Density Orchards of Different Construction. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(3): 364–370.
80. Šabajevienė G., Uselis N., Duchovskis P. 2005. *Auksio* obelų fotosintezės pigmentų tyrimai įvairių konstrukcijų intensyviuose soduose. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(4): 57–64.
81. Šabajevienė G., Uselis N., Duchovskis P. 2006^b. ‘Auksis’ veislės obelų su P 22 poskiepiu fotosintetinės pigmentų sistemos formavimasis įvairių konstrukcijų soduose. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 23–28.
82. Šikšnianienė J. B. 2002. *Eucoreosma* sekcijos serbentų peroksidazės ir polifenoloksidazės tyrimai skirtinguose ontogenezės tarpsniuose. *Daktaro disertacijos santrauka, Baltai*, 24 p.

83. Šikšnianienė J. B. 2005. Raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L. var. *Conditiva* Alef.) peroksidazės ir polifenoloksidazės izofermentų dinamika žydėjimo indukcijos ir evokacijos tarpsniais. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 24(4): 112–119.
84. Šikšnianienė J. B., Bundinienė O., Brazaitytė A., Duchovskis P. 2007. Trašų su nitrifikacijos inhibitoriumi poveikis raudonųjų burokėlių fotosintezės rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(2): 52–59.
85. Šikšnianienė J. B., Duchovskis P., Bundinienė O., Brazaitytė A. 2006. Skirtingų azoto trašų formų ir ceolito įtaka burokėlių pasėlio fotosintezės rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 116–122.
86. Šikšnianienė J., Duchovskis P., Stanys V., Šikšnianas T. 2000. Peroxidase and orthodiphenoloxidase isoenzymic spectra of *Eucoreosma* section currant species and black currant cultivars in the stages of flower and gamete initiation. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3)–1: 168–179.
87. Šikšnianienė J. B., Duchovskis P., Stašelis A. 2006. Elektromagnetinių laukų poveikis baltosios balandos augimui bei sėklų daigumui. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 192–198.
88. Šikšnianienė J. B., Duchovskis P., Viškelis P., Petronienė D. 2006. Raudonųjų burokėlių *Ilgiai* angliavandenių ir azoto medžiagų dinamika žydėjimo indukcijos ir evokacijos tarpsniais. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 100–109.
89. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z., Breivė K., Ulinskaitė R., Brazaitytė A., Novičkovas A., Žukauskas A. 2004^a. High-power solid-state lighting facility for greenhouse vegetable cultivation. *Institute of Physics Conference Series*, 182: 317–318.
90. Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z., Breivė K., Ulinskaitė R., Brazaitytė A., Novickovas A., Žukauskas A., Shur M. S. 2004^b. High-power LEDs for plant cultivation. *Proc. SPIE*, 5 530: 165–173.
91. 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.
92. Tarvydienė A., Duchovskis P., Šiuliauskas A. 2004^a. Raudonųjų burokėlių fotosintetinių rodiklių formavimosi dinamika skirtingai tręštame pasėlyje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 23(3): 76–88.
93. 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.
94. Ton Y. 1996. Basics of phytomonitoring. *Phytomonitoring*, 1: 3–5.
95. 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.

96. 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.
97. 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.
98. 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.
99. Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Sakalauskaitė J., Duchovskis P., Brazaitytė A., Šikšnianienė J. B., Ulinskaitė R., Šabajevienė G., Baranauskis K. 2006^a. The Effect of Elevated CO₂ Concentrations on Leaf Carbohydrate, Chlorophyll Contents and Photosynthesis in Radish. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(6): 921–925.
100. Urbonavičiūtė A., Ulinskaitė R., Samuolienė G., Sakalauskaitė J., Duchovskis P., Brazaitytė A., Šikšnianienė J. B., Šabajevienė G., Baranauskis K. 2006^b. The response of radish phytohormone system to ozone stress. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25(1): 170–176.
101. Uselis N., Duchovskis P., Viškelis P., Brazaitytė A., Švagždys S., Petronis P. 2007. Efficiency of apple cv. ‘Ligol’ on rootstock P 22 fertigation. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 26(4): 37–47.
102. Wang Y., Mopper S., Hasenste I. K. H. 2003. Effects of salinity on endogenous ABA, IAA, JA and SA in *Iris hexagona*. *Journal of Chemical Ecology*, 27: 327–342.
103. Žebrauskienė A., Duchovskis P., Bobinas Č. 2001. Ropinių svogūnų (*Allium cepa* L.) vaisiaus augimas ir vystymasis ontogenezeje. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 20(1): 96–101.
104. Żurbicki Z. 1974. *Metodyka doświadczeń wazonowych*. Warszawa, PWR i L: 403 S.
105. Гавриленко В. Ф., Жыгалова Т. В. 2003. Большой практикум по фотосинтезу. Москва, Академия. 256 с.
106. Ильницкий О. А., Лищук А. И., Ушкаренко В. А., Федорчук М. И., Гнидин А. Е., Шепель В. Д. 1997. Фитомониторинг в растениеводстве. Херсон: 235 с.
107. Куперман Ф. М. 1977. Морфофизиология растений. Москва, „Высшая школа“: 286 с.

Dvidešimt metų mokslinių ieškojimų augalų fiziologijos srityje

P. Duchovskis

Augalų fiziologijos laboratorija LSDI įkurta 1988 m. balandžio 16 diena. Nuo pat pradžių buvo siekiama sukurti šiuolaikinę mokslinę bazę bei aktualią tyrimų tematiką. Šiuo metu prie laboratorijos įkurtas fitotroninis kompleksas su 10 klimato kamerų, eksperimentiniais šiltnamiais, vegetacine aikštele. Laboratorija aprūpinta automatinėmis augalų fiziologinių procesų tyrimo, skysčių ir dujų chromatografijos sistemomis, kita analitine įranga.

Laboratorijoje susiformavo tokios svarbiausios mokslinio darbo kryptys: augalų morfogenezė, žydėjimo iniciacija, ekofiziologija, fotofiziologija, augalų produktyvumo fiziologija. Svarbiausios laboratorijos temos skirtos augalų žydėjimo iniciacijos teorijos bei morfogenezės tyrimams plėtoti. Laboratorijoje sukurtas žiemojančių, dvimečių ir daugiamečių augalų žydėjimo iniciacijos modelis (P. Duchovskis). Tiriama foto- ir termoindukcijos, evokacijos, žiedų iniciacijos ir diferenciacijos mechanizmai, fitohormonų, angliavandenių ir kitų medžiagų vaidmuo šiuose procesuose (P. Duchovskis, G. Samuolienė, A. Urbonavičiūtė, G. Šabajevienė, A. Kurilčik). Galimybė pažinti ir valdyti augalų augimo ir vystymosi procesus sudaro puikias prielaidas intensyvinti sodininkystės ir daržininkystės technologijas.

Siekiant sukurti naujos kartos puslaidininkes lempas augalams švitinti šiltnamiuose, *in vitro* kultivavimo sistemose bei fitotronuose vykdomi fotofiziologiniai tyrimai (P. Duchovskis, A. Urbonavičiūtė, G. Samuolienė, A. Kurilčik, A. Brazaitytė, R. Ulinskaitė). Tokių lempų šviesos parametrai lengvai keičiami bei programuojami, o tai leidžia valdyti augalų fotosintezės, fotomorfogenezės, fototropinius procesus bei veikti augalų metabolinių procesų kryptingumą. Šie darbai vykdomi su Vilniaus universiteto fizikais (prof. A. Žukauskas). Pasiiekti reikšmingi darbo rezultatai leido pritraukti privatų kapitalą šiems rezultatams patentuoti bei naujam augalų švitinimo technologijos verslui plėtoti. Įkurta dukterinė įmonė UAB HORTILED.

Svarbi tyrimo kryptis – nepalankių gamtinių ir antropogeninių veiksnių poveikis augalų fiziologiniams ir biocheminiams rodikliams, jų tolerancijos ribos ir adaptyvumas įvairiems stresams bei konkurencinis pajėgumas besikeičiančio klimato ir aplinkos taršos sąlygomis (A. Brazaitytė, J. Sakalauskaitė, S. Sakalauskienė, G. Samuolienė, A. Urbonavičiūtė, G. Šabajevienė, P. Duchovskis). Tai kompleksiniai darbai, kurie vykdomi su kitomis žemės ūkio ir biologinio profilio institucijomis ir kurių galutinis tikslas – parengti rekomendacijas žemės ir miškų ūkiui agro- ir miškų ekosistemų tvarumui didinti.

Laboratorijoje plėtojami lauko daržovių ir kitų augalų pasėlio bei sodų fiziologijos tyrimai (A. Brazaitytė, J. B. Šikšnianienė, G. Šabajevienė, P. Duchovskis). Jie leidžia laiku pastebėti pasėlio fotosintetinių rodiklių kitimą ir veikti šiuos procesus technologinėmis priemonėmis siekiant didesnio augalų produktyvumo ir geresnės produkcijos kokybės.

Per 20 darbo metų laboratorijoje paskelbta daugiau kaip 500 mokslinių publikacijų, iš jų 250 tarptautiniuose, Lietuvos ir užsienio recenzuojamuose leidiniuose. Apgintas 1 habilituoto daktaro ir 4 daktaro disertacijos moksliniam laipsniui įgyti.

Šiuo metu laboratorijoje dirba 3 mokslo darbuotojai, 2 laborantai bei studijuoja 6 doktorantai.

Reikšminiai žodžiai: augalų streso fiziologija, fitomonitoringas, fotofiziologija, žydėjimo iniciacija.