

# Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum

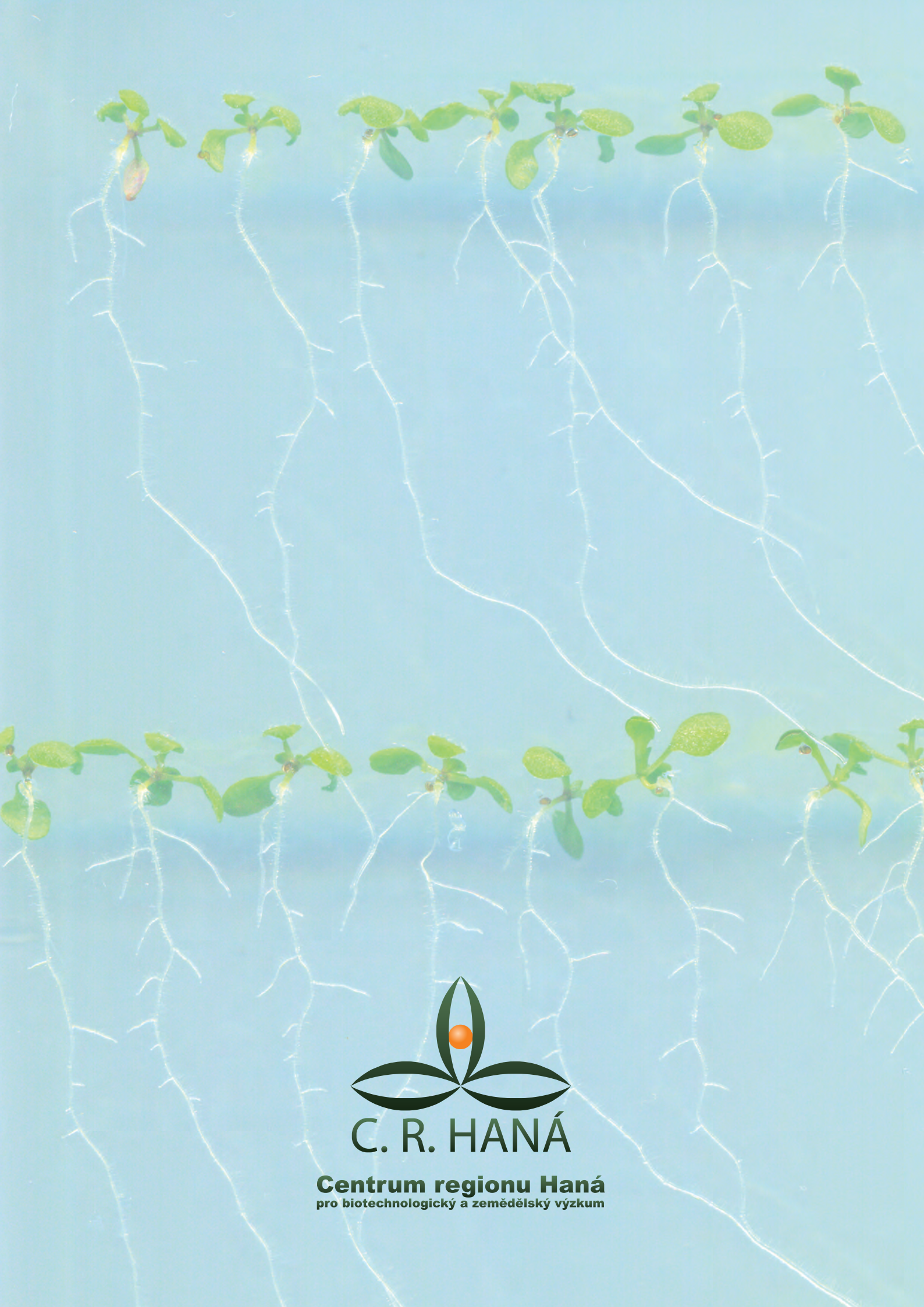
Centre of the Region Haná  
for Biotechnological and Agricultural Research

# VÝROČNÍ ZPRÁVA ANNUAL REPORT 2016



Centrum je regionální kanceláří EFB pro ČR  
Centre is the Regional Branch Office of EFB for the Czech Republic





**C. R. HANÁ**

**Centrum regionu Haná**  
pro biotechnologický a zemědělský výzkum

# OBSAH

## TABLE OF CONTENT

---

Úvodem	Introduction.....	2
Představení Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum	Introducing The Centre of the Region Haná for Biotech- nological and Agricultural Research .....	4
Organizační struktura	Organization chart .....	6
Činnost Centra	Activities of the Centre.....	14
Publikované výsledky	Published results .....	31
Patenty a užité vzory	Patents and utility models.....	40
Řešené granty	Current grants .....	42
Projekty smluvního výzkumu a komerčializační aktivity	Contracted research projects and commercialization activities .....	46
Významné akce Centra v roce 2016	Key events 2016 .....	47
Ocenění výsledků vědeckých pracovníků Centra	Awards to scientists of the Centre.....	49
Práce se studenty	Students .....	54
Financování	Financing .....	56





# ÚVODEM

## INTRODUCTION

Vážení čtenáři, partneři, přátelé Centra regionu Haná,

Dear readers, partners, and friends of C. R. Haná,

držíte v rukou pátou Výroční zprávu, která tradičně přináší aktuální informace o našich aktivitách. Od roku 2014 jsme zapojeni do řešení projektu LO1204 nazvaného Udržitelný rozvoj výzkumu Centra regionu Haná financovaného Národním programem udržitelnosti I. Cílem projektu je pokračovat v získávání excelentních výzkumných výsledků, vytváření stabilních podmínek pro činnost Centra a tak produkovat rozsáhlé know-how pro efektivní rozvoj aplikovaného a smluvního výzkumu. Projekt je tvořen osmi dílčími cíli, které čerpají z odbornosti, úrovně a vědeckého zaměření a využívají vybavení každého z oddělení: 1) Proteinová biochemie a proteomika, 2) Bioenergetika rostlin, 3) Chemická biologie, 4) Rostlinné biotechnologie, 5) Buněčná a vývojová biologie rostlin, 6) Genetika a genomika rostlin, 7) Metabolomika, 8) Genetické zdroje zelenin a speciálních plodin. Rozpočet projektu LO1204 činil v roce 2016 téměř 72 milionů korun.

V roce 2016 jsme publikovali téměř 150 článků v impaktovaných časopisech, jednu knihu a pět kapitol v knihách. Můžeme se pochlubit články uveřejněnými v prestižních časopisech jako *Genome Biology*, *Journal of Biological Chemistry*, *Journal of Proteome Research*, *New Phytologist*, *Plant Cell*, *Plant Journal*, *Plant Physiology and Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Tyto zveřejněné výsledky obsahovaly strukturně-funkční studie enzymů, které se účastní důležitých metabolických procesů v rostlinné buňce. To je zajímavé zejména proto, že nové syntetické látky byly potvrzeny jako inhibitory enzymů nebo substráty. Také pokračujeme ve vývoji metod hmotnostní spektrometrie pro rychlou diagnostiku mikroorganismů (houby a bakterie). Proteomické analýzy purifikovaného buněčného jádra ječmene vedly k identifikaci dosud nejvyššího počtu rostlinných proteinů z jádra ječmene, a tím k vytvoření databáze Universal Nuclear Protein Database of Barley (UNCleProt), která je veřejně dostupná na internetové stránce <http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>. Pokračovali jsme v práci na biochemickém a strukturním výzkumu pigment-proteinových superkomplexů izolovaných z tylakoidních membrán vyšších rostlin. Ostatní prováděné biofyzikální studie zahrnují témata generování reaktivních forem kyslíku v zelených řasách, anti-apoptické proteiny a jejich aktivita v rostlinách, procesy senescence rostlin, měření optických vlastností rostlin a matematické modelování získaných optických signálů nebo hormonální signalizace masožravých rostlin. U těchto rostlin bylo rovněž zjištěno, že jejich poranění stejně jako lapaení kořisti indukuje akumulaci jasmonátů vedoucí k sekreci trávicích enzymů v závislosti na šířeni elektrických signálů v rostlině. To potvrzuje hypotézu, že masožravost se vyvinula z obranných reakcí rostlin.

Podávalo se syntetizovat množství organických sloučenin s růstově regulačními účinky. Jejich biologická aktivita byla testována souborem regulačních účinků. Jejich biologická aktivita byla testována souborem receptoremými a inhibičními testy. Vykazovaly například velmi vysokou antisenescenční aktivitu. Ve spolupráci s jihoafrickými vědci jsme hodnotili vliv rostlinných hormonů na organogenezi dekorativních a léčivých rostlin. Naše výzkumné práce v oblasti rostlinné biotechnologie zahrnují studie subcelulární lokalizace cytokinin-degradujících enzymů, molekulární mechanismy regulující regenerační procesy rostlin v *in vitro* kulturách nebo porozumění mechanismům ovlivňujícím vývoj kořenového systému ječmene s cílem získat nástroj pro výběr vysoce produktivních kultivarů ječmene se zvýšenou odolností vůči stresu nebo s tolerancí vůči nedostatku živin. Výzkum vývojových procesů rostlin také zahrnoval diferencii proteomiku *Arabidopsis* s mutovanými regulačními proteiny – mitogen-aktivované protein kinasy. Charakterizovali jsme organizaci, dynamiku a interakci endosomů během růstu kořenových vláken *Arabidopsis*. Byla vyvinuta nová metoda rychlé izolace genů v rostlinách s komplexními genomy, jako je ječmen a pšenice. Protokol je založený na izolaci chromozómů průtokovou cytometrií z několika nezávislých mutantních linií následovanou sekvenováním chromozómalní DNA. Porovnání s chromozómalními sekvencemi získanými z původní (nemutované) linie umožňuje identifikovat gen, který obsahuje mutace.

Tým metabolomiky vyvinul vysoce kapacitní izolační postupy pro analýzu stopových množství fytohormonů ve vzorcích rostlinných pletiv. Dalším příkladem našich inovací je citlivá metoda založená na hmotnostní spektrometrii umožňující současné stanovení 22 přirozeně se vyskytujících brassinosteroidů včetně biosyntetických prekurzorů a většiny biologicky aktivních metabolitů. Poprvé jsme ukázali, že DAO1 (dioxigenasa) je funkčním enzymem oxidujícím auxin v *Arabidopsis*. Pokračovali jsme v uchování a charakterizaci genetických zdrojů zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin a hub. V současnosti jejich kolekce obsahuje 10 283 položek. Byly provedeny systematické analýzy těkavých látek ze 757 vzorků pomocí destilace a plynové chromatografie. Také jsme analyzovali capsaicin a jeho dihydroderivát ve 250 vzorcích pepře, karotenoidy ve 39 vzorcích měsíčku lékařského a polyaminy ve 20 vzorcích. Vyvinuli jsme novou metodu stanovení glukosinolatů, která bude použita ke studiu jejich obsahu v tuřinech a ředkvi seté. Navíc jsme analyzovali rozpustné sacharidy ve 110 položkách šalotky.

You are about to read the fifth Annual Report which traditionally brings an update on our activities. Since 2014 we have been involved in pursuing investigations within the LO1204 project called Sustainable Development of C. R. Haná and funded by the National Sustainability Program I. The aim of the project is to carry on gaining excellent research results, creating stable conditions for activities of the Centre, and therefore produce a vast know-how for effective development of applied and contractual research. There are eight partial goals, which stem from the expertise, level and scientific orientation and utilize the equipment of each department: 1) Protein Biochemistry and Proteomics, 2) Plant Bioenergetics, 3) Chemical Biology, 4) Plant Biotechnology, 5) Cell and Developmental Plant Biology, 6) Plant Genetics and Genomics, 7) Metabolomics, and 8) Genetic Resources of Vegetables and Special Crops. In 2016, the budget secured by the LO1204 project was almost CZK 72 million.

In 2016, we published almost 150 papers in journals with impact factor, one book and five book chapters. We are proud to have paper published in prestigious journals such as *Genome Biology*, *Journal of Biological Chemistry*, *Journal of Proteome Research*, *New Phytologist*, *Plant Cell*, *Plant Journal*, *Plant Physiology and Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. The published results included structural-functional studies of enzymes, which participate in important metabolic processes in a plant cell. It is particularly interesting when new synthetic compounds are confirmed as enzyme inhibitors or substrates. We also continue in the development of mass spectrometry-based methods for fast diagnostics of microorganisms (fungi and bacteria). Proteomic analysis of purified barley cell nuclei led to the identification of the highest number of plant nuclear proteins to date and as Universal Nuclear Protein Database of Barley (UNCleProt) was constructed, which is publicly available on the Internet (<http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>). We have continued in working on biochemical and structural research of pigment-protein supercomplexes isolated from thylakoid membranes of higher plants. Other pursued biophysical studies include the topics of reactive oxygen species formation in green algae, anti-apoptotic proteins and their activity in plants, plant senescence processes, measuring optical properties of plants and mathematical modelling of the acquired optical signals or hormonal signaling in carnivorous plants. Interestingly, with respect to the latter field, it has been shown that a plant wounding as well as prey capture induce a jasmonate accumulation resulting in the secretion of digestive enzymes, which is dependent on the propagation of electrical signals in the plant body. This confirms the hypothesis that carnivory has evolved from plant defense reactions.

Numerous organic substances with growth regulation activity have been synthesized. Their biological activity was tested in a set of bioassays, receptor and inhibition assays. For example, they showed a significant senescence-delaying activity. In cooperation with South African scientists, we evaluated the effect of plant hormones on organogenesis in ornamental and medicinal plants. Our research work in the field of plant biotechnology covered studies on the subcellular localization of cytokinin-degrading enzymes, molecular mechanisms regulating plant regeneration processes in *in vitro* cultures or understanding mechanisms influencing the development of the root system of barley with the aim to obtain a tool for selecting highly productive barley cultivars with an increased stress resistance or tolerance to shortage of nutrients. Investigations on developmental processes in plants also included a differential proteomics of *Arabidopsis* with mutated regulatory proteins – mitogen-activated protein kinases. We have characterized the organization, dynamics and interaction of endosomes during growth of root hairs in *Arabidopsis*. A new method for rapid isolation of genes in plants with complex genomes, such as barley and wheat, has been developed. The protocol is based on the isolation of chromosomes by flow cytometry from several independent mutant lines, followed by sequencing of chromosomal DNA. Comparisons with chromosomal sequences obtained from wild type (non-mutated) line makes it possible to identify the gene that contains mutations.

The metabolomics team has developed new high-throughput isolation procedures for analyzing trace amounts of phytohormones in plant tissue samples. A sensitive mass spectrometry-based method for the simultaneous profiling of twenty-two naturally occurring brassinosteroids including biosynthetic precursors and the majority of biologically active metabolites is another example of our innovations. We have shown for the first time that DAO1 (a dioxigenase) is the functional auxin-oxidizing enzyme in *Arabidopsis*. We have continued in conserving and characterizing genetic resources of vegetables, medicinal, aromatic and culinary plants and fungi. At present, there are 10 283 accessions in the collection. A systematic profiling of volatile compounds of 757 samples was performed by a combination of steam-distillation and gas chromatography. We have also analyzed capsaicin and its dihydroderivative in 250





Výzkumné skupiny našeho Centra byly úspěšné v grantových žádostech a pokračovaly v získávání nových grantových projektů i přes rostoucí konkurenci. Kromě dříve zmíněného hlavního projektu LO1204 pracovali vědci Centra v roce 2016 na realizaci 50 dalších projektů. Z nich bylo 16 projektů dokončeno a 1. ledna 2017 bylo zahájeno 11 nových projektů získaných z Grantové agentury ČR. Pokud se týká smluvního výzkumu, bylo v roce 2016 realizováno 70 projektů představujících příjem 7 milionů Kč. Projekty smluvního výzkumu byly podobné projektům z předchozích let, tj. přesné analýzy a kvantifikace obsahu fytohormonů v rostlinných vzorcích, konstrukce BAC knihoven z chromozómů pro zahraniční zákazníky, polní pokusy, návrh a optimalizace pěstebních postupů apod. Centrum se aktivně zapojuje v programu Inovačních voucherů poskytovaných Olomouckým a Moravskoslezským krajem. V roce 2016 bylo dokončeno devět takových projektů. V tomto roce získalo Centrum šest mezinárodních patentů typicky chránících použití látek odvozených od purinu jako růstové regulátory nebo jako potenciální farmaceutika. Centrum pokračovalo v tradiční spolupráci s regionálními institucemi při posilování transferu technologií do regionálních firem.

Vzdělávání studentů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci představuje tradičně významnou část činnosti Centra. Jedná se o ustálené počty studentů převážně biologických oborů, jako jsou Biochemie, Biofyzika, Biotechnologie a genové inženýrství nebo Bioinformatika, kteří mají zájem o výzkumné práce v dobře vybavených laboratořích od provádění systematické experimentální práce po provádění analýz dat získaných biologickým výzkumem. V roce 2016 studenti spolupracující s Centrem obhájili 39 diplomových a 3 disertační práce. V současné době pracovníci Centra vedou 47 diplomových a 65 disertačních prací. Studenti doktorského studia v Centru se v roce 2016 aktivně zapojili do mezinárodních aktivit - celkem se zúčastnili 28 výzkumných stáží na zahraničních pracovištích delších než jeden měsíc. Naopak, laboratoře Centra navštívilo formou několikaměsíčních stáží 5 studentů ze zahraničí, např. ze Švýcarska, Nigérie, Litvy a Polska.

Excelentní výsledky dosažené převážně mladými vědci byly tradičně oceněny Cenou ředitele Centra. Slavnostní předání se uskutečnilo při zasedání Vědecké rady Centra 5. prosince 2016. Oceněni převzalo 10 vědeckých pracovníků za vědecké články v prestižních časopisech (jako *New Phytologist*, *Plant Biotechnology Journal*, *Plant Journal* a *Plant Physiology*) a 5 vědců za nové granty, ve kterých jsou hlavními řešiteli. Oceněn byl i jeden projekt smluvního výzkumu pro kanadskou společnost. Dva vědeckí pracovníci Centra získali Cenu děkana Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého za prestižní vědecké publikace. Mladý student oboru Biochemie Tomáš Heger, loňský laureát České hlavičky, získal třetí místo mezi 150 účastníky na soutěži EUCYS (European Union Conotest for Young Scientists) v Bruselu organizované pro talentované mladé vědce Evropskou komisí. Svou výzkumnou práci zaměřenou na studium biologické aktivity levandule zpracoval pod vedením Lucie Rárové z Oddělení chemické biologie a genetiky.

Naše výzkumné skupiny pokračovaly v dlouhodobé spolupráci se světovými laboratořemi a vedení Centra bude pokračovat v podpoře stávajících a ve vytváření nových partnerství. Centrum je Regionální kancelář Evropské biotechnologické společnosti (EFB) a aktivně se účastní aktivit EFB. Zmíjíme jednu z nich - 17. Biotechnologický kongres pořádaný EFB 3. - 6. června 2016 v polském Krakově se širokou účastí vědců Centra. Jaroslav Doležel byl hlavním přednášejícím v části nazvané Symposium 6: Genomika a obilniny, kterému předsedal Ivo Frébort. Pět vědeckých pracovníků předneslo své příspěvky v rámci vědeckého programu konference, která hostila několik set účastníků. Výzkumný tým Centra stejně tak jako postgraduální studenti se účastnili mnoha mezinárodních a domácích vědeckých konferencí, seminářů a workshopů. Jako již tradičně, někteří z nich se vrátili s oceněními za nejlepší prezentaci na konferenci. To je potěšitelné zejména u mladé generace kolegů. V roce 2016 se jednalo o čtyři experimentální biologie oceněné na konferenci Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB, Puławy, Polsko.

Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum pokračuje ve zlepšování své životaschopnosti, kompetencí svých výzkumných pracovníků a také konkurenceschopnosti ve srovnání s jinými výzkumnými institucemi v ČR a Evropě. Přejeme Centru mnoho velkých úspěchů v následujících letech.

Děkujeme všem našim podporovatelům za jejich povzbuzení a těšíme se na budoucí spolupráci.



prof. Mgr. **Marek Šebela**, Dr.  
zastupující ředitel / Deputy Director



prof. Ing. **Jaroslav Doležel**, DrSc.  
vědecký ředitel / scientific director

samples of pepper, carotenoids in 39 samples of calendula and polyamines in 20 samples. A new method for the determination of glucosinolates was developed and will be used to assess their content in turnips and radishes. Moreover, we analyzed soluble saccharides in shallots (110 accessions).

The research groups of our Centre were successful in grant applications and they have continued to acquire new grant projects despite a growing competition. Apart from the previously mentioned principal project LO1204, around 50 other projects were in their implementation phase in 2016. From these, 16 grant projects were completed and 11 new projects provided by the Czech Science Foundation were launched on January 1, 2017. As regards to contractual research, there were 70 contracts representing an income of CZK 7 million executed in 2016. Contractual research projects were similar to those in previous years including e.g. precise analyses and phytohormone content quantification in plant samples, construction of chromosome BAC libraries for foreign customers, field trials, development and verification of cultivation technologies, etc. C. R. Haná participates actively in the program of Innovation Vouchers provided by the Olomouc and Moravian-Silesian region of the Czech Republic. Nine such projects were completed in 2016. Six international patents were granted in 2016 protecting typically the use of purine-derived compounds as growth regulators or potential pharmaceuticals. The Centre has continued the traditional cooperating with local authorities to strengthen technology transfer into regional companies.

Educating students at the Faculty of Science, Palacký University in Olomouc represents traditionally a significant part of the mission of the Centre. There have been consistent numbers of students majoring in biological fields, Biochemistry and Biophysics, as well as Biotechnology and Genetic Engineering or Bioinformatics who are interested in research work in well-equipped laboratories: either performing a systematic experimental work or doing analysis of data from biological research. In 2016 there were 39 Master theses and 3 dissertations defended by students cooperating with C. R. Haná. Currently there are 47 Master theses and 65 dissertations supervised by the staff. Ph.D. students of the Centre actively participated in foreign mobility. They took part in 28 research stays abroad exceeding duration of one month. Conversely, our laboratories were visited by 5 students from abroad (Switzerland, Nigeria, Lithuania and Poland).

Excellent results, achieved especially by young researchers, have traditionally been acknowledged by Director's Excellence Award. The ceremony took place during the meeting of Scientific Board on December 5, 2016. Among the recipients, 10 researchers were awarded for scientific articles in prestigious journals (such as *New Phytologist*, *Plant Biotechnology Journal*, *Plant Journal* and *Plant Physiology*) and 5 researchers for receiving new grant awards as principal investigators. Also one project of contractual research with a Canadian company was included. Two researchers from the C. R. Haná received Dean's Award for Excellent Publications at the Faculty of Science, Palacký University. A freshman Biochemistry student Tomáš Heger, the last year's laureate of the Czech Little Head Award, has won the third place among 150 contestants in the EUCYS competition (European Union Conotest for Young Scientists) in Brussels, which is organized by the European Commission for talented young scientists. His research work completed under the supervision of Lucie Rárová from the Department of Chemical Biology and Genetics aimed at studying the biological activity of lavender.

Our research groups continued the tradition of cooperating with laboratories across the world and the management of the Centre shall continue to support this cooperation and creating new partnerships. C. R. Haná is the Regional branch office of the European Federation of Biotechnology (EFB) and actively participates in the activities of EFB. To mention one of them, the 17<sup>th</sup> European Congress on Biotechnology, an EFB event, took place in Cracow, Poland, with a large participation of scientist from the C. R. Haná during July 3-6, 2016. Jaroslav Doležel was the keynote speaker in the Symposium 6: Genomics and cereal crops chaired by Ivo Frébort, five researchers delivered their talks within the scientific program of the conference, which hosted several hundred participants. Research staff of the Centre as well as postgraduate students attended many international and domestic scientific conferences, seminars and workshops. As has been a tradition, some of them return with prizes for best conference presentations. It is gratifying especially concerning young-generation colleagues. In 2016, this was the case for four experimental biologists awarded at the Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB, Puławy, Poland.

The Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research continues to prove its viability, competence in research as well as competitiveness in comparison with other research institutes in the Czech Republic and Europe. We wish the Centre many great achievements in the years to come.

We thank all our supporters for their encouragement and look forward to future cooperation.







# PŘEDSTAVENÍ CENTRA REGIONU HANÁ PRO BIOTECHNOLOGICKÝ A ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUM



Sekce biologie a chemie  
Univerzita Palackého  
Biology and Chemistry Section  
Palacký University



Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum sdružuje vědecké týmy z Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Ústavu experimentální botaniky AV ČR, v.v.i. a Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. Centrum je unikátní nejen svým zaměřením na rostlinné biotechnologie, ale i svým moderním vybavením a technologiemi, z nichž některé jsou unikátní a v Evropě jimi disponuje jen několik výzkumných center. Výzkum v Centru je založen na interdisciplinaritě – podílejí se na něm biologové, genetici, biochemici, biofyzici, kurátoři genové banky i zemědělci. Téměř 200 vědeckých pracovníků (z toho 18 zahraničních) se věnuje jak základnímu, tak aplikovanému výzkumu. Centrum je zapojeno do několika prestižních mezinárodních projektů, je velmi úspěšné při získávání grantů a jeho rozvíjející se spolupráce s komerční sférou umožňuje přenášet získané výsledky do biotechnologické a zemědělské praxe.

Centrum se podílí na vzdělávání studentů Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, zejména v oborech Biotechnologie a genové inženýrství, Bioinformatika, Biochemie, Buněčná a molekulární biologie, Experimentální biologie, Biofyzika, Molekulární biofyzika a Fyziologie rostlin. Pracovníci Centra jsou garanti studijních oborů, podílejí se na výuce a působí jako vedoucí bakalářských, diplomových a disertačních prací. Prostřednictvím těchto prací se studenti zapojují

do výzkumných týmů Centra. Pracují v podnětném mezinárodním prostředí, mají možnost navázat užitečné profesní kontakty a využít příležitostí zahraničních stáží i stáží ve spolupracujících firmách. To vše spolu s perspektivním zaměřením Centra na rostlinné biotechnologie nabízí široké možnosti uplatnění absolventů v České republice i zahraničí.

Vizí Centra do budoucna je posilovat spolupráci mezi vědou a výzkumem a podnikatelskou sférou z oblasti zemědělství, farmacie a dalších oborů. Právě transfer výsledků výzkumu do aplikační sféry pomocí licencí by měl i nadále přispívat k lepší konkurenceschopnosti regionálních podniků ve zmíněných oborech.

Centrum se orientuje především na společnost v České republice, nicméně má partnery i mezi zahraničními a nadnárodními institucemi. Centrum se aktivně zapojuje do inovačních aktivit v regionu.



Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin  
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.  
Section of Applied Research of Vegetables and Special Crops  
Crop Research Institute





# INTRODUCING OF THE CENTRE OF THE REGION HANÁ FOR BIOTECHNOLOGICAL AND AGRICULTURAL RESEARCH



**Sekce biochemie a biofyziky**  
*Univerzita Palackého*  
**Biochemistry and Biophysics Section**  
*Palacký University*

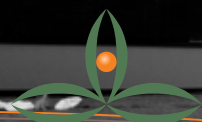
The Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research comprises research teams from the Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, the Institute of Experimental Botany AS CR, and the Crop Research Institute. The Centre has become unique not only for its scientific focus on plant biotechnology, but also for its cutting-edge equipment and technologies some of which are unique in Europe. Research in the Centre is based on interdisciplinarity. Biologists, geneticists, biochemists, biophysicists, curators of gene bank and agriculturists all work side by side. Almost 200 researchers (out of which 18 from abroad) are involved in basic as well as applied research. The Centre participates in several prestigious international projects, is very active in obtaining grant funding, and its emerging cooperation with commercial sector enables it to transfer research results into use of biotechnology and agriculture.

An essential part of the Centre's activities is the education of students of the Faculty of Science, Palacký University. Students can choose from the following fields of study: Biotechnology and Genetic Engineering, Bioinformatics, Biochemistry, Cell and molecular Biology, Experimental Biology, Biophysics, Molecular Biophysics, and Plant Physiology. The research staff of the Centre guarantees the fields of study, supervise bachelor and master theses, and dissertations. By working in the laboratories the students gain useful knowledge, experience, and future professional contacts. They also have an opportunity to go on internships abroad. All of these options combined with the focus of the Centre on plant biotechnology help students to start their successful professional careers.

The Centre's vision is to encourage the cooperation between research and development and the business sector in agriculture, pharmaceutical industry and other areas. The transfer of research results into the application sphere through licensing should enhance the competitiveness of local businesses in the respective fields. The Centre has been cooperating mostly with Czech companies; however, it has several international and multinational partners. The Centre has been actively involved in regional activities leading to creating innovational strategies and supportive tools for innovational processes in local companies.



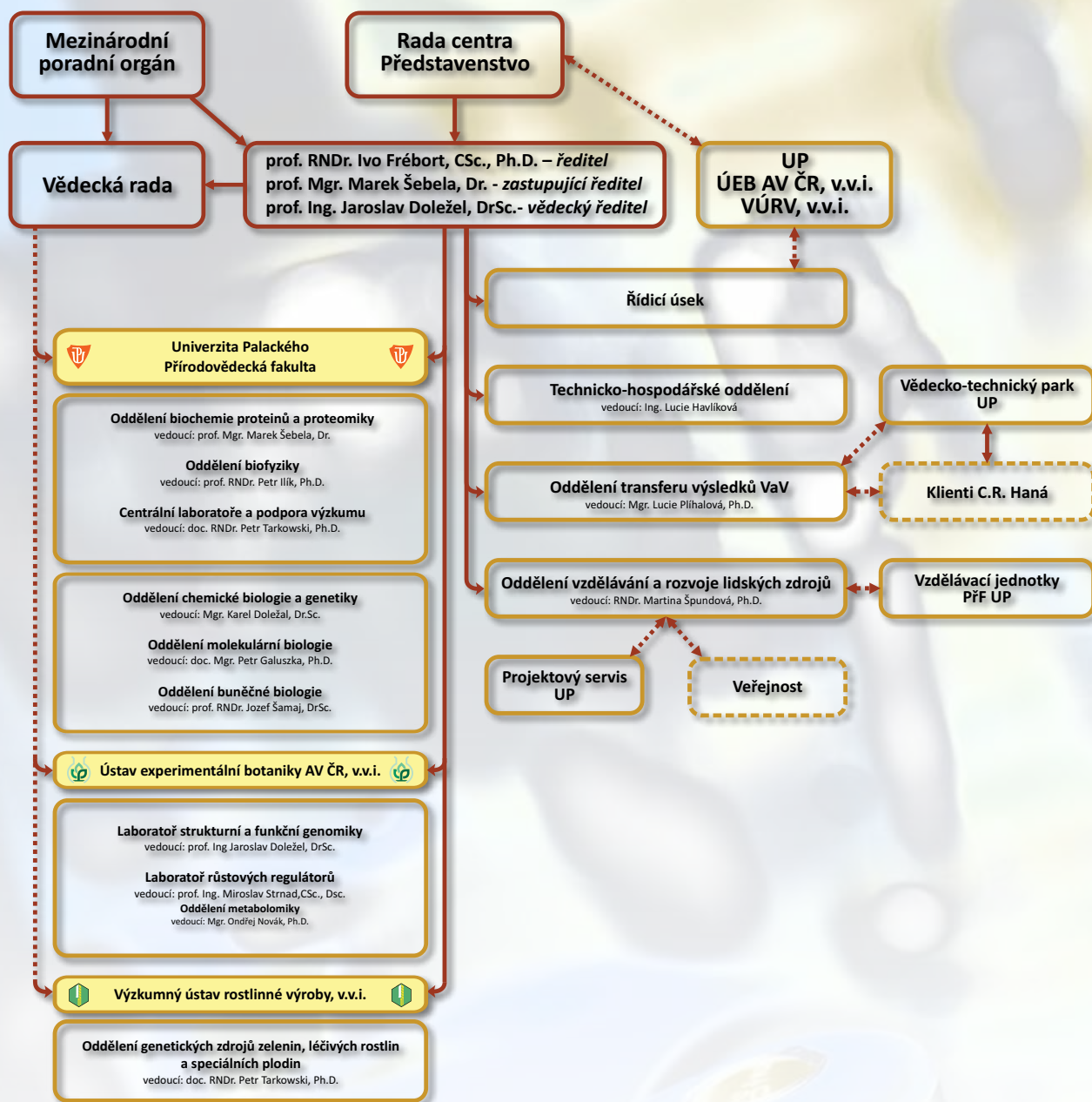
**Sekce genomiky a metabolomiky**  
*Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i.*  
**Genomics and Metabolomics Section**  
*Institute of Experimental Botany AS CR*







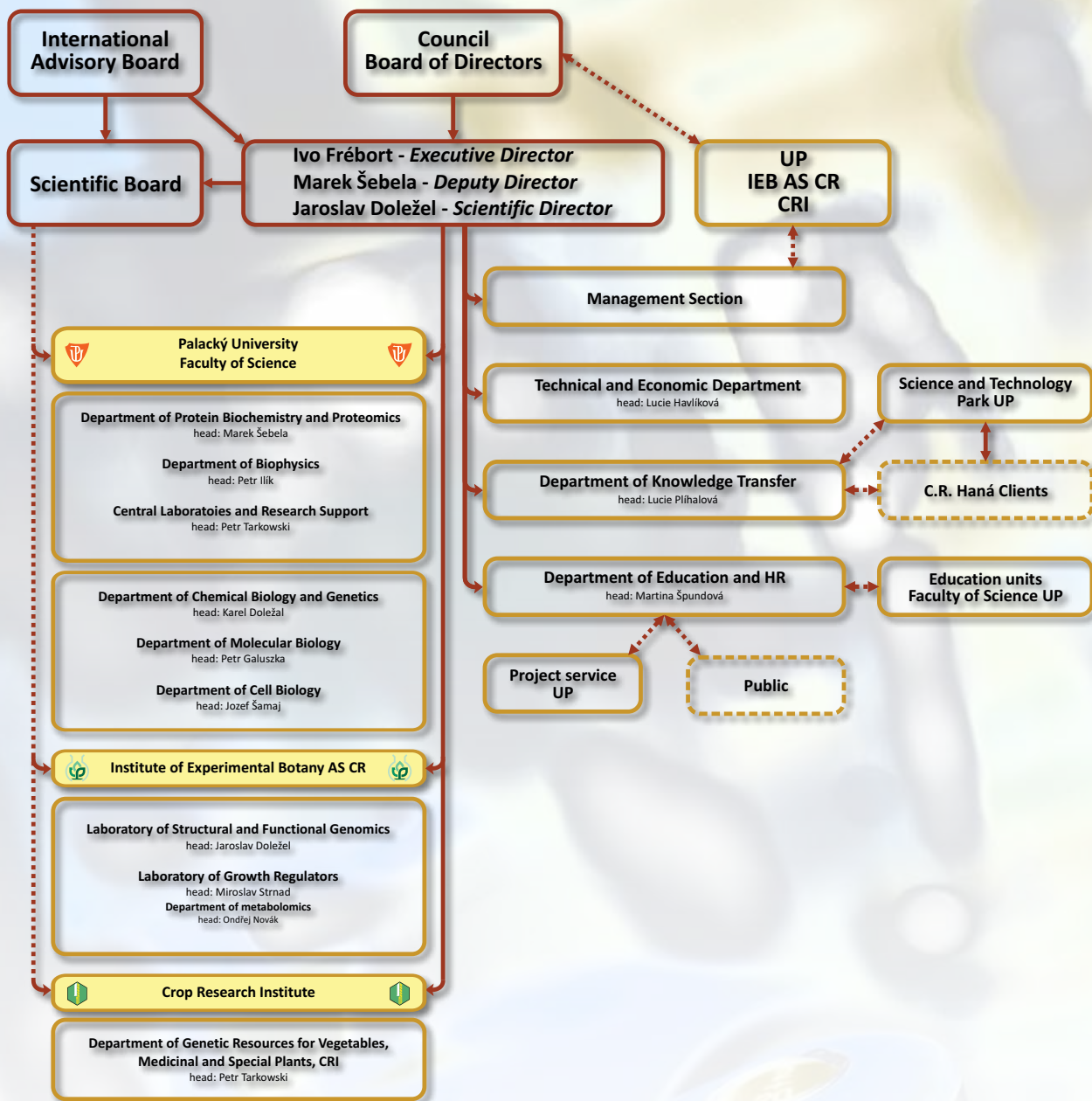
# ORGANIZAČNÍ STRUKTURA







# ORGANIZATIONAL CHART





## VEDOUcí VÝZKUMNÝCH JEDNOTEK RESEARCH DEPARTMENTS HEADS

**prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.**



byl ředitelem Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum od roku 2010, od roku 2014 působí jako děkan Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého. Vystudoval Univerzitu Palackého v Olomouci a Ph.D. v oboru „Bioresources Science“ získal na Tottori Univerzitě v Japonsku. Je autorem více než 100 odborných vědeckých publikací věnujících se výzkumu především v oblasti biochemie, enzymologie a molekulární biologie. Jeho nejnovější práce a projekty se týkají zejména rostlinných biotechnologií a přípravy GM rostlin.

Od roku 1988 působí na PŘF UP v Olomouci, přičemž od roku 2005 jako profesor v oboru biochemie. Je členem celé řady prestižních společností a řešitelem nebo spoluřešitelem více než 30 vědecko-výzkumných projektů. Od roku 2012 je členem správní rady European Federation of Biotechnology.

was the Executive Director of the Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research from 2010. Since 2014 has been working as Dean of the Faculty of science of the Palacký University. He graduated at the Palacký University and received Ph.D. in “Bioresources Science” at Tottori University in Japan. He is the author of more than 100 scientific papers mainly in biochemistry research, enzymology and molecular biology. Some of his publications also deal with biotechnological approaches, including cloning and GMO.

Since 1988, he has been employed by Palacký University and since 2005 he has been appointed full professor. He is a member of a number of prestigious professional societies and a chief investigator or co-investigator in more than 30 scientific-research projects. He has been a member of European Federation of Biotechnology Executive Board since 2012.

**prof. Mgr. Marek Šebela, Dr.**



absolvoval biochemii na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně, kde také později ukončil své doktorské studium ve stejném oboru. Přešel na Univerzitu Palackého v Olomouci, kde zastával výzkumné a akademické pozice. V roce 2007 se stal řádným profesorem biochemie na Masarykově univerzitě, v letech 2006-2012 vykonával funkci vedoucího Katedry biochemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Mezitím podnikl několik krátkodobých výzkumných stáží v zahraničí (Německo, Dánsko, Francie, Japonsko). V současné době je zastupujícím ředitelem Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci, kde také vede Oddělení biochemie proteinů a proteomiky. Obecně se zaměřuje na chemii a biochemii proteinů. Jeho výzkumný zájem spočívá především v redoxních enzymech, modifikacích proteinů (zejména glykosylaci) a MALDI hmotnostní spektrometrii v proteomice. Kromě svého výzkumu, výukových a vzdělávacích aktivit je aktivním členem tří vědeckých společností a podílí se na organizování mezinárodních vědeckých konferencí, jako jsou Informal Meeting on Mass Spectrometry nebo Central and Eastern European Proteomics Conference. Získal dvě národní vědecká ocenění. Je členem redakční rady časopisu Journal of Proteomics.

graduated in Biochemistry from the Faculty of Science, Masaryk University in Brno, Czech Republic, where he also later completed his doctoral study in the same discipline. He moved to Palacký University in Olomouc, Czech Republic, for research and academic positions. He became Full Professor in Biochemistry at Masaryk University in 2007 and served as the Head of the Department of Biochemistry, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, Czech Republic, during 2006-2012. In the meantime, he made several short-term research stays abroad (Germany, Denmark, France, Japan). Currently, he is the Deputy Director of the Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research, Faculty of Science, Palacký University, where he also supervises the Department of Protein Biochemistry and Proteomics. In general he focuses himself on chemistry and biochemistry of proteins. As a researcher, he is mainly interested in redox enzymes, protein modifications (namely glycosylations) and MALDI mass spectrometry in proteomics. In addition to his research, teaching and educational activities, he is an active member of three scientific societies and participates in organizing international scientific conferences such as Informal Meeting on Mass Spectrometry or Central and Eastern European Proteomics Conference. He received two national scientific awards. He is a member of the Editorial Board of the Journal of Proteomics.







#### **prof. Ing. Jaroslav Doležel, DrSc.**



je vědeckým ředitelem Centra. Od roku 1983 je zaměstnán v Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR v. v. i. Vystudoval Vysokou školu zemědělskou v Brně a vědecké hodnosti CSc. a DrSc. mu udělila AV ČR. Postdoktorický pobyt absolvoval v italské výzkumné organizaci ENEA v Římě. Od roku 1992 působí na PŘF UP v Olomouci, přičemž od roku 2013 jako profesor v oboru molekulární biologie a genetika. Jeho hlavním vědeckým zaměřením je struktura a evoluce rostlinných genomů, aplikace průtokové cytometrie v rostlinné biologii a mapování a sekvenování genomů důležitých zemědělských plodin. Během své vědecké kariéry absolvoval řadu odborných stáží a je autorem více než 250 článků v impaktovaných časopisech, editorem tří knih a byl řešitelem nebo členem řešitelského kolektivu více než 20 projektů, včetně projektů EU. Od roku 2004 je členem Učené společnosti ČR, v roce 2012 mu předseda AV ČR udělil prestižní Akademickou prémii – Praemium Academiae a v roce 2014 obdržel Cenu ministra školství, mládeže a tělovýchovy za mimořádné výsledky výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.

serves as Scientific Director of the Centre. Since 1983 he has been working at the Institute of Experimental Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic (AS CR). He graduated from the University of Agriculture in Brno and received his Ph.D. and DrSc. degrees from AS CR. He spent his postdoctoral fellowship in Italian research organization ENEA in Rome. Since 1992 he has been teaching at Palacký University; since 2013 as professor of molecular biology and genetics. His research focuses on plant genome structure and evolution, application of flow cytometry in plant biology and genome mapping and sequencing in economically important crops. During his scientific career, he undertook in a number of scientific visits abroad. He published more than 250 scientific papers in journals with impact factor, edited three books and has been principal investigator and co-investigator in more than 20 research projects, including EU projects. He is a member of The Learned Society of the Czech Republic and in 2012 was awarded by Praemium Academiae by the president of AS CR. In 2014 he received an award of the Minister of Education Youth and Sports for outstanding results of research, experimental development and innovation.

#### **prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.**



v Centru působí jako senior researcher a také jako profesor biofyziky na Univerzitě Palackého. Vystudoval obor Biofyzika a chemická fyzika na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého. Ve vědecké práci se zaměřuje na biofyziku fotosyntézy a studium stresů rostlin. Spolupracuje s komerčními subjekty na vývoji nových přístrojů pro detekci stresů rostlin. Publikoval více než 40 původních odborných prací a je členem několika domácích a zahraničních vědeckých společností. Je řešitelem, spoluřešitelem nebo členem řešitelského kolektivu více než 20 grantových projektů.

works as senior manager in the Centre and as professor of biophysics at the Palacký University. He studied biophysics and chemical physics at the Palacký University, Faculty of Science. His specialization is biophysics of photosynthesis and detection of plant stresses. Prof. Ilík cooperates with commercial subjects in development of new devices for plant stress detection. He published more than 40 papers and is a member of Czech and international scientific societies. Prof. Ilík is involved as investigator, co-investigator or team member in more than 20 grant projects.





## VEDOUcí VÝZKUMNÝCH JEDNOTEK RESEARCH DEPARTMENTS HEADS

### prof. Ing. Miroslav Strnad, CSc., DSc.



vystudoval Vysokou školu zemědělskou v Brně, kde získal i své vědecké hodnosti. Od roku 1983 působí v Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR v.v.i. a v roce 1996 se stal vedoucím společného pracoviště Ústavu experimentální botaniky AVČR a Přírodovědecké fakulty UP s názvem Laboratoř růstových regulátorů.

Prof. Strnad se zabývá biologickou, medicínou a analytickou chemií rostlinných hormonů. Jeho výzkumná skupina během své existence navázala celou řadu mezinárodních spoluprací. Část pracoviště se také zabývá syntézou nových růstových regulátorů se zajímavými biologickými i terapeutickými vlastnostmi. Prof. Strnad je autorem nejméně 350 odborných vědeckých publikací a řady patentů po celém světě. Je členem celé řady mezinárodních společností, prezidentem Evropské fytochemické společnosti a řešitelem více než 30 národních i mezinárodních projektů.

he graduated from University of Agriculture in Brno where he obtained his scientific and professional degrees. Since 1983, he has been working at the Institute of Experimental Botany, Academy of Sciences CR (IEB ASCR), Olomouc and he has founded the joint Laboratory of Growth Regulators – co-owned by Faculty of Sciences, Palacký University in Olomouc in 1996. Prof. Strnad is focused on biological, medicinal and analytical chemistry of plant hormones. The Laboratory of Growth Regulators has been involved in a number of international collaborative projects focused on plant hormone studies. Part of the laboratory is also involved in the synthesis of new growth substances with important biological and therapeutic potential. Prof. Strnad is author of more than 350 scientific papers and number of patents granted worldwide. He is also a member of a number of international societies, president of the Phytochemical Society of Europe, and author of more than 30 national and international projects.

### Mgr. Karel Doležal, Dr.Sc.



působí od roku 1996 jako vědecký pracovník v Laboratoři růstových regulátorů PŘF UP & ÚEB AV ČR v.v.i., Olomouc. Vzdělání získal na Univerzitě Palackého v Olomouci na Přírodovědecké fakultě v oboru anorganické chemie a na Lékařské fakultě v oboru molekulární biologie. Jeho vědecké zaměření je syntéza vícesubstituovaných purinových derivátů, vztah mezi jejich chemickou strukturou a biologickou aktivitou, analytická chemie cytokininů a dalších rostlinných hormonů. Je autorem či spoluautorem více než 100 původních vědeckých publikací v impaktovaných časopisech a více než 45 udělených patentů, v posledních 10 letech byl nebo je řešitelem nebo spoluřešitelem 9 grantových projektů. Dr. Doležal je editorem a členem redakční rady časopisů Plant Growth Regulation a South African Journal of Botany.

has been working as researcher in Laboratory of Growth Regulators of Faculty of Sciences Palacký University & Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Olomouc. He studied inorganic chemistry at Faculty of Science and molecular biology at Faculty of Medicine, Palacký University in Olomouc. His specialization is synthesis of polysubstituted purine derivatives, relation between their structure and biological activity, analytic chemistry of cytokinins and other plant hormones. Dr. Doležal is author or co-author of more than 100 papers in impacted journals and more than 45 granted patents. He is involved in 9 grant projects as investigator or co-investigator in last 10 years. Dr. Doležal is editor and member of editorial board of Plant Growth Regulation Journal and South African Journal of Botany.

### doc. Mgr. Petr Galuszka, Ph.D.



vystudoval Univerzitu Palackého, obor biologie, chemie a od roku 2010 působí jako senior researcher a vedoucí Oddělení molekulární biologie Centra. Profesně se věnuje molekulární biologii a fyziologii obilovin se zaměřením na genetické modifikace a hormonální regulace. V poslední době se začal věnovat studiu interakcí rostlin s fytopatogenními houbami. Během profesní kariéry absolvoval několik vědeckých stáží v zahraničí, je autorem více než 40 vědeckých publikací a několika patentů. V současnosti je hlavním řešitelem dvou grantových projektů a školitelem sedmi Ph.D. studentů.

studied biology and chemistry at Palacký University. He has worked as senior researcher and head of Department of Molecular Biology in the Centre since 2010. His specialization is molecular biology and cereal physiology focused on genetic modification and hormonal regulation. He currently started to study plant interaction with phytopathogenic fungi. He participated in several scientific stays in abroad during his carrier. He is author of more than 40 papers and several patents. He is now investigator of two grant projects and supervisor of seven Ph.D. students.







---

**prof. RNDr. Jozef Šamaj, DrSc.**



vystudoval PŘF Univerzity Komenského v Bratislavě, působil mj. na Univerzitě Paul Sabatier v Toulouse, Biocentru na Univerzitě ve Vídni a na Univerzitě v Bonnu, kde působil jako docent a vedl výzkumnou skupinu. Působil také na Ústavu genetiky a biotechnologie rostlin Slovenské akademie věd, kde získal titul DrSc. Od roku 2009 je profesorem botaniky na PŘF Univerzity Palackého v Olomouci, kde vede Oddělení buněčné biologie v CRH. Je autorem více než 150 vědeckých publikací zaměřených na výzkum v oblastech molekulární a buněčné biologie, proteomiky, biotechnologie, signalizace, cytoskeletonu, vezikulárního transportu, endocytózy a stresu u rostlin. Je editorem 6 knih, národním reprezentantem v International Plant Proteomics Organization, členem několika vědeckých společností a redakčních rad odborných časopisů a doposud byl řešitelem nebo spoluřešitelem více než 20 zahraničních a domácích vědeckých projektů.

professor Šamaj graduated from Comenius University, Bratislava. He worked at the Paul Sabatier University in Toulouse, at the Biocenter of Vienna University and at the University of Bonn. He was associated professor and led research group in Bonn. Prof. Šamaj also worked at the Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, where he received DrSc. title. Since 2009 he is Professor of Botany at Palacký University, Faculty of Science where he leads Department of Cell Biology. He is the author of more than 150 scientific papers focused on research in molecular and cell biology, proteomics, biotechnology, signalling, cytoskeleton, vesicular trafficking, endocytosis and stress in plants. He is the editor of 6 books, a national representative in the International Plant Proteomics Organization, a member of several scientific societies and editorial boards of scientific journals. So far he has been an investigator or co-investigator in more than 20 foreign and national scientific projects.

---

**Mgr. Ondřej Novák, Ph.D.**



v Centru působí jako vedoucí vědecký pracovník a zároveň je vědeckým pracovníkem v Ústavu experimentální botaniky AV ČR, v.v.i. Vzdělání získal na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v oborech analytická chemie a botanika a profesně se zaměřuje na vývoj nových analytických metod pro kvalitativní i kvantitativní stanovení biologicky aktivních látek a studium jejich metabolismu v rostlinách – zapojení moderních izolačních technik v kombinaci s kapalinovou chromatografií a rychle skenující hmotnostní spektrometrií. Publikoval 160 vědeckých článků a jako řešitel nebo spoluřešitel je zapojen do 7 národních nebo mezinárodních grantových projektů. Je členem několika vědeckých společností.

works as researcher in the Centre and also is researcher in Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic. He studied analytical chemistry and botany at the Palacký University, Faculty of Science. Dr. Novák is specialized in development of new analytical methods for qualitative and quantitative determination of biologically active compounds and also in study of their metabolism in plants – using of advanced isolation techniques in combination with liquid chromatography and fast scanning mass spectrometry. He published more than 160 papers and is involved in 7 national and/or international grant projects as investigator or co-investigator. Dr. Novák is member of several scientific societies.

---

**doc. RNDr. Petr Tarkowski, Ph.D.**



vystudoval obory analytická chemie a botanika na PŘF Univerzity Palackého v Olomouci. Po ukončení studia působil na Švédské zemědělské univerzitě v Umeå. V Centru pracuje od roku 2010 jako senior researcher. V roce 2015 se stal vedoucím oddělení Centrální laboratoře a podpora výzkumu a současně Oddělení genetických zdrojů zelenin, léčivých rostlin a speciálních plodin. Věnuje se studiu přírodních látek izolovaných z rostlin a bakterií, vývoji analytických metod studia fytohormonů, jejich chemickým a biochemickým přeměnám, případně výskytu a interakcím mezi fytohormony. Je členem několika národních a mezinárodních odborných společností, autorem a spoluautorem více než 40 vědeckých prací. V současné době je hlavním řešitelem dvou grantových projektů.

he studied Analytical Chemistry and Botany at Palacký University in Olomouc. After completing his studies he went to Swedish Agricultural University in Umeå. He has been working in C. R. Haná as a Senior Researcher since 2010. In 2015 he became the Head of Central Laboratories and Research Support as well as of the Department of Genetic Resources for Vegetables, Medicinal and Special Plants. He has devoted his time to studying natural substances isolated from plants and bacteria, development of analytical methods to study phytohormones, their chemical and biochemical transformations, eventually their occurrence and interactions. He is a member of several national and international expert societies and an author or co-author of more than 40 scientific papers. Currently he is the leading investigator of two grant projects.





## PŘEDSTAVENSTVO A RADA CENTRA

### BOARD OF DIRECTORS AND COUNCIL OF THE CENTRE

JMÉNO ČLENA MEMBER	FUNKCE POSITION	INSTITUCE INSTITUTION
prof. Mgr. Jaroslav MILLER, M.A., Ph.D.	předseda Rady Centra a člen Představenstva Rady Centra Chairperson of the Board of Directors and Board Member of the Council of the Centre	rektor Univerzity Palackého v Olomouci Rector of Palacký University, Olomouc
RNDr. Martin VÁGNER, CSc.	člen představenstva Rady Centra Board Member of the Council of the Centre	ředitel Ústavu experimentální botaniky AV ČR, v.v.i. Director of the Institute of Experimental Botany AS CR
Dr. Ing. Pavel ČERMÁK	člen představenstva Rady Centra Board Member of the Council of the Centre	ředitel Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. Director of the Crop Research Institute
prof. RNDr. Ivo FRÉBORT, CSc., Ph.D.	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	děkan Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci Dean of the Faculty of Science, Palacký University in Olomouc
RNDr. Ladislav ŠNEVAJS	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	zástupce Statutárního města Olomouc Representative of the Statutory City of Olomouc
Bc. Miroslav PETŘÍK	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	zástupce Olomouckého kraje Representative of the Olomouc Region
Ing. Ladislav JEŘÁBEK	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	zástupce Ministerstva zemědělství ČR Representative of the Ministry of Agriculture

## VĚDECKÁ RADA CENTRA

### SCIENTIFIC BOARD OF THE CENTRE

JMÉNO ČLENA MEMBER	FUNKCE POSITION	INSTITUCE INSTITUTION
prof. Ing. Jaroslav DOLEŽEL, DrSc.	vědecký ředitel Centra a předseda Vědecké rady Centra Scientific Director and Chairperson of the Scientific Board of the Centre	Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Institute of Experimental Botany AS CR
prof. Ing. Miroslav STRNAD, CSc., DSc.	člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre Member	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. Mgr. Marek ŠEBELA, Dr.	člen Vědecké Rady Centra zastupující ředitel Centra Scientific Board of the Centre Member Deputy Director of the Centre	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. RNDr. Jozef ŠAMAJ, DrSc.	člen Vědecké Rady Centra Scientific Board of the Centre Member	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. RNDr. Petr ILÍK, Ph.D.	člen Vědecké Rady Centra Scientific Board of the Centre Member	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
Mgr. Jan BARTOŠ, Ph.D.	člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre Member	Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Institute of Experimental Botany AS CR
doc. RNDr. Petr TARKOWSKI, Ph.D.	člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre Member	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Crop Research Institute
prof. Ing. Olga VALENTOVÁ, CSc.	externí akademický člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre External Academic Member	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze Institute of Chemical Technology, Prague
prof. RNDr. Jiří FAJKUS, CSc.	externí akademický člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre External Academic Member	Masarykova univerzita, Brno Masaryk university, Brno
doc. Ing. Antonín DREISEITL, CSc.	externí člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre External Member	Agrotest fyto, s. r. o. a Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o. Agrotest fyto, Ltd. and Agricultural Research Institute Kromeriz, Ltd.
Mgr. Jitka JANEČKOVÁ	externí člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre External Member	ředitelka Krajské hospodářské komory Olomouckého kraje ČR Director of the Regional Chamber of Commerce of the Olomouc Region
prof. Jeffrey A. COLE	externí člen Vědecké rady Centra Scientific Board of the Centre External Member	Vice President of the European Federation of Biotechnology Vice President of the European Federation of Biotechnology







## MEZINÁRODNÍ PORADNÍ PANEĽ

### INTERNATIONAL ADVISORY BOARD

JMÉNO ČLENA MEMBER	INSTITUTE INSTITUTION
prof. Richard M. NAPIER	University of Warwick, Coventry, United Kingdom
prof. Dr. Heribert HIRT	King Abdullah University of Sciences and Technology, Thuwal, Saudi Arabia
Dr. Viktor KORZUN	KWS Lochow GmbH, Einbeck, Germany
Dr. Roland WOHLGEMUTH	Sigma-Aldrich, Switzerland
prof. Patrick S. SCHNABLE	Iowa State University, Ames, USA

## UDRŽITELNÝ ROZVOJ VÝZKUMU V CENTRU REGIONU HANÁ

### SUSTAINABILITY OF RESEARCH DEVELOPMENT AT THE CENTRE OF THE REGION HANÁ

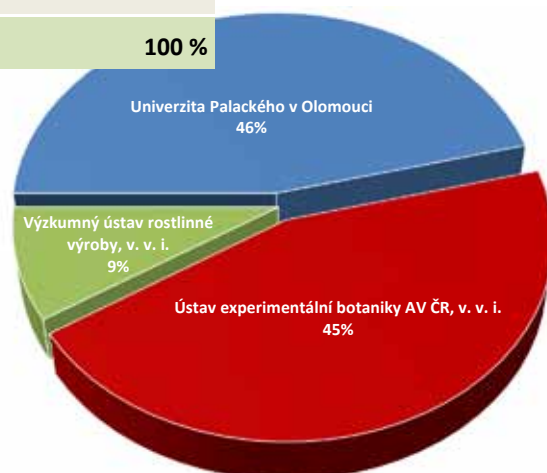
Pro činnost Centra je využívána podpora z Národního programu udržitelnosti, jehož prostředky slouží na pokrytí významné části provozních nákladů a nové investice. Celková podpora na období 2014 - 2018 činí přes 393 milionů korun, celkové náklady projektu převyšují jednu miliardu korun, zbytek uhradí Centrum z vlastních zdrojů. Schválená podpora je využívána k dosažení nových mezinárodně uznatelných výsledků výzkumu a vývoje, k dalšímu rozvoji mezinárodní spolupráce, uplatnění výsledků v inovacích a k vytvoření podmínek pro zaměstnance a mobilitu výzkumných pracovníků. Celkově probíhá realizace osmi výzkumných programů Centra, shrnutí činnosti a výsledků přinášíme níže.

Activities of the Centre are supported from the National Programme for Sustainability I, which covers significant part of operational costs and new investment. Financial volume of the grant is 393 million CZK for the period 2014 - 2018, and total project costs are more than 1 billion CZK. The difference will be covered by the Centre using its own sources. Financial support is used to achieve new internationally acceptable R & D results to develop international cooperation, to support innovation process and to prepare conditions for employees and for mobility of researchers. Totally, eight research programs are being realized in the Centre and brief summary of activities and achievements is introduced below.

#### Podíly na dotaci z Národního programu udržitelnosti I (NPUI), č. projektu LO1204 (v roce 2016)

Share of the National Sustainability Program I funding,  
project No. LO1204 (in 2016)

NÁZEV PARTNER	ČÁSTKA (KČ)/ROK 2016 AMOUNT (CZK)/YEAR 2016	V % IN %
Univerzita Palackého v Olomouci <i>Palacký University Olomouc</i>	32 870 000	46 %
Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. <i>Institute of Experimental Botany AS CR</i>	32 221 000	45 %
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. <i>Crop Research Institute</i>	6 494 000	9 %
<b>CELKEM / TOTAL</b>	<b>71 585 000</b>	<b>100 %</b>





# ČINNOST CENTRA / CENTRE ACTIVITIES

## VĚDA A VÝZKUM / RESEARCH AND DEVELOPMENT

1 **PROTEINOVÁ BIOCHEMIE A PROTEOMIKA** / PROTEIN BIOCHEMISTRY AND PROTEOMICS

2 **BIOENERGETIKA ROSTLIN** / PLANT BIOENERGETICS

3 **CHEMICKÁ BIOLOGIE** / CHEMICAL BIOLOGY

4 **ROSTLINNÉ BIOTECHNOLOGIE** / PLANT BIOTECHNOLOGY

5 **BUNĚČNÁ A VÝVOJOVÁ BIOLOGIE** / CELL AND DEVELOPMENTAL BIOLOGY

6 **GENETIKA A GENOMIKA ROSTLIN** / PLANT GENETICS AND GENOMICS

7 **METABOLOMIKA** / METABOLOMICS

8 **GENETICKÉ ZDROJE ZELENIN A SPECIÁLNÍCH PLODIN** / GENETIC RESOURCES OF VEGETABLES

AND SPECIAL CROPS







# PROTEINOVÁ BIOCHEMIE A PROTEOMIKA

## PROTEIN BIOCHEMISTRY AND PROTEOMICS

1

Pomocí rentgenové krystalografie byly analyzovány tři isoformy cytokininoxidasy/ dehydrogenasy z kukuřice (*Zea mays* CKO1, CKO2 a CKO4a), které oxidativně odbourávají rostlinné hormony cytokinininy. Byla studována vazba cytokininových bazí, ribosidů a glukosidů a také význam několika reziduí v aktivním místě pro katalýzu. Dále byly publikovány krystalové struktury dvou nových derivátů thidiazuronu (HETDZ a 3FMTDZ) v komplexu s CKO4a, které inhibují enzym o řád silněji než samotný thidiazuron. Díky jednoduché syntéze a nižší cytokininové aktivitě jde o vhodné kandidáty pro *in vivo* studie. Oddělení se dále podílelo na řešení problematiky nově objeveného silného alergenu z pylu ambrozie (*Ambrosia artemisiifolia*), jmenovitě cysteinové proteasy Amb a 11, jejíž krystalová struktura byla studována a publikována. Aktivita proteasy je podmíněna autokatalytickým procesem a odštěpením obou N- a C-koncových propeptidů. Výsledný protein vykazuje mnohem silnější alergenicitu než počáteční proforma a je nutné jej zahrnout jak do diagnostiky, tak imunoterapie. Publikovány byly dvě práce věnované MALDI hmotnostní spektrometrii jako nástroji pro identifikaci patogenů rostlin (rzi, padlí a peronospory). Byla izolována buněčná jádra ječmene nacházející se v rozdílných fázích buněčného cyklu: G1, S a G2. Bylo tak možné porovnat dané fáze a odhalit překryvy a rozdíly v proteinovém složení, a to jak na úrovni kvalitativní, tak i kvantitativní (s pomocí přístupu „spectral counting“). K tomu posloužil optimalizovaný postup extrakce proteinů, proteolýzy a separace peptidů s hmotnostní spektrometrií pro sekvenční analýzu. Konečně byly pro identifikaci proteinů analyzovány i mitotické chromozomy ječmene. V tomto případě byly extrahované a přečištěné proteiny štěpeny přímo v roztoku a peptidy frakcionovány na iontoměničích. Následovala kapalinová chromatografie na obrácené fázi C18 a ESI tandemová hmotnostní spektrometrie. Na základě všech experimentálních výsledků byla zkonstruována Univerzální databáze proteinů z jádra ječmene (UNcleProt), která je veřejně dostupná na internetu (<http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>). Kromě přístupového kódu každého proteinu z přední proteinové databáze Uniprot/Swiss-Prot a údajů o aminokyselinové sekvenci jsou k dispozici i další informace (odkazy na jiné databázové zdroje, data o homologních proteinech, distribuci v jednotlivých fázích buněčného cyklu, známé či pravděpodobné funkce a možné buněčné lokalizaci na základě softwarové predikce). V databázi jsou uloženy i kompletní výsledky tandemové hmotnostní spektrometrie peptidů příslušejících každému proteinu. Výsledky jsou tak k dispozici pro rozmanité budoucí výzkumné studie s cílem objasnění charakteru a funkce proteinů jako významné složky jader rostlinných buněk. Rostlinné aminoaldehyddehydrogenasy (AMADHs, EC 1. 2. 1.19) se podílejí na metabolismu polyaminů nebo osmoprotektantů. Tyto enzymy jsou charakterizovány širokou substrátovou specifičností pokrývající omega-aminoaldehydy, alifatické a aromatické aldehydy, jakož i dusíkaté heterocyklické aldehydy. Isoenzym 1 z rajčete (*Solanum lycopersicum*, SIAMADH1) oxiduje velmi efektivně alifatické aldehydy a přeměňuje také furfural, jeho deriváty nebo benzaldehyd, které jsou v nízkých koncentracích přítomny v alkoholických destilátech, například ovocných pálenkách. SIAMADH1 byla zkoumána jako bioanalytický nástroj pro jejich detekci. Tyto aldehydy pocházejí z fermentačních procesů nebo tepelné degradace cukrů a jejich přítomnost po požití vede

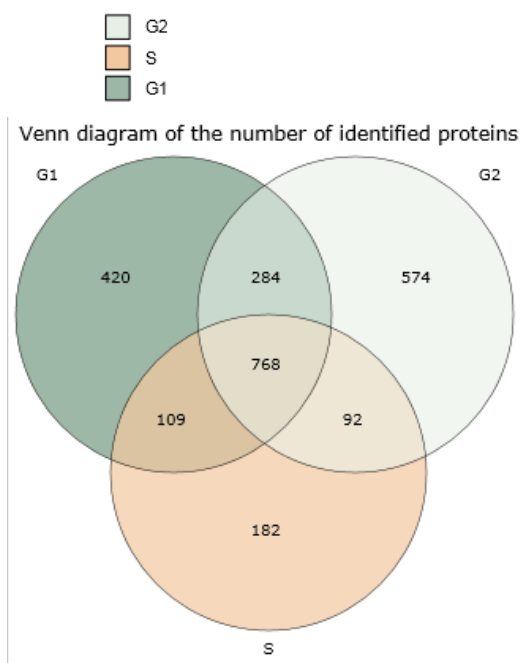
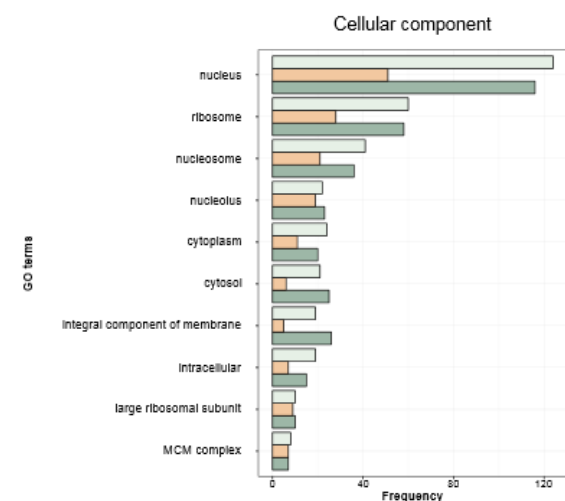
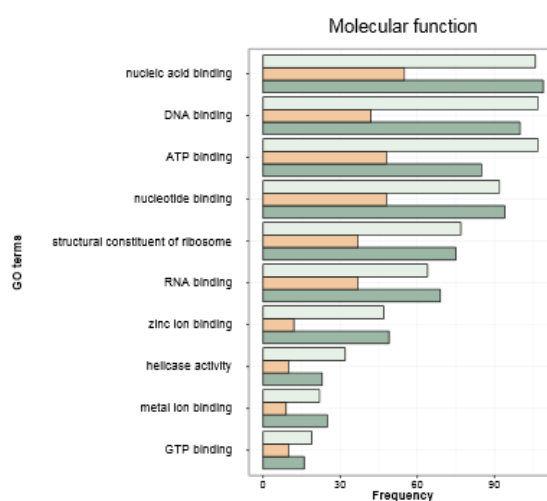
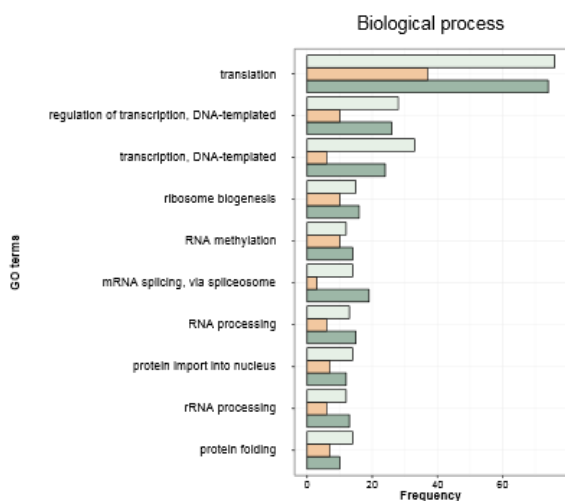
Using X-ray crystallography, three isoforms of cytokinin oxidase / dehydrogenase from maize (*Zea mays* CKO1, CKO2 and CKO4a) were analyzed, which oxidatively degrade plant hormones cytokinins. The study was targeted at the binding of cytokinin bases, ribosides and glucosides together with looking for the importance of several residues in the active site of the catalytic process. Furthermore, the crystal structures of CKO4a in complexes with two novel derivatives of thidiazuron (HETDZ and 3FMTDZ), which inhibit the enzyme by one order of magnitude stronger than thidiazuron itself, were published. These compounds are good candidates for *in vivo* studies because of their simple synthesis and reduced cytokinin activity. The department also participated in solving the puzzle of a newly discovered strong allergen of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen, namely a cysteine protease Amb a 11, which crystal structure was analyzed and published. The activity of the protease is dependent on an autocatalytic process resulting in the removal of both N- and C-terminal propeptides. The resulting protein shows much stronger allergenicity than the initial proform and it is necessary to include it into the diagnostics as well as immunotherapy. Other two published papers were dedicated to MALDI mass spectrometry as a tool for identifying plant pathogens (rusts, powdery mildews and downy mildews). Barley cell nuclei occurring in different phases of the cell cycle (G1, S and G2) were isolated. It was thus possible to compare these cell cycle phases and reveal overlaps and differences in the protein composition at both qualitative and quantitative (using a „spectral counting“ approach) levels. For this purpose was used optimized process of proteins extraction, proteolysis and peptides separation with mass spectrometry for sequence analysis. Finally, also mitotic chromosomes of barley were analyzed for protein identification. In this case, the extracted and purified proteins were digested directly in solution and peptides fractionated by an ion exchanger. This was followed by liquid chromatography on a C18 reversed phase coupled with ESI tandem mass spectrometry. On the basis of all experimental results, the Universal Nuclear Proteins Database of Barley (UNcleProt) was constructed, which is publicly available on the Internet (<http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>). In addition to the accession number for each protein from the leading protein database UniProt/Swiss-Prot and the amino acid sequence data, there is also other information available (links to other database sources, data about homologous proteins, the distribution in different phases of the cell cycle, known or probable function and possible cellular localization based on a software prediction). The database archives the complete results of tandem mass spectrometry of peptides belonging to each protein. In this way, the results are available for a variety of future research studies to elucidate the nature and function of proteins as important components of plant cell nuclei. Plant aminoaldehyde dehydrogenases (AMADHs, EC 1. 2. 1.19) participate in the metabolism of polyamines or osmoprotectants. The enzymes are characterized by their broad substrate specificity covering omega-aminoaldehydes, aliphatic and aromatic aldehydes as well as nitrogen-containing heterocyclic aldehydes. Isoenzyme 1 from tomato (*Solanum lycopersicum*; SIAMADH1) oxidizes aliphatic aldehydes very efficiently and converts also furfural, its derivatives or benzaldehyde, which are present in low concentrations in alcoholic distillates such





ke zdravotním komplikacím včetně nevolnosti, zvracení, pocení, poklesu krevního tlaku, bolesti hlavy z kocoviny aj. Šestnáct vzorků slivovice od místních výrobců z Moravy bylo analyzováno pro obsah aldehydů použitím spektrofotometrického měření aktivity s SIAMADH1. Ve všech případech byly při monitorování enzymové reakce na základě produkce redukovaného koenzymu NADH pozorovány oxidační odezvy. Aldehydy ve vzorcích destilátů byly rovněž podrobeny standardnímu stanovení za použití HPLC na reverzní fázi se spektrofotometrickou nebo tandemovou hmotnostně spektrometrickou detekcí po derivatizaci s 2,4-dinitrophenylhydrazinem. Bylo zjištěno, že výsledky získané oběma metodami dobře korelují pro většinu analyzovaných vzorků. Byla tak prokázána případná použitelnost SIAMADH1 pro vyhodnocení obsahu aldehydů v potravinách a nápojích.

as fruit brandy. SIAMADH1 was examined as a bioanalytical tool for their detection. These aldehydes arise from fermentation processes or thermal degradation of sugars and their presence is related to health complications after consumption including nausea, emesis, sweating, decrease in blood pressure, hangover headache, among others. Sixteen samples of slivovitz (plum brandy) from local producers in Moravia were analyzed for their aldehyde content using a spectrophotometric activity assay with SIAMADH1. In all cases, there were oxidative responses observed when monitoring NADH production in the enzymatic reaction. Aldehydes in the distillate samples were also subjected to a standard determination using reversed-phase HPLC with spectrophotometric and tandem mass spectrometric detection after a derivatization with 2,4-dinitrophenylhydrazine. Results obtained by both methods were found to correlate well for a majority of the analyzed samples. Possible applicability of SIAMADH1 for evaluation of aldehyde content in food and beverages has now been demonstrated.



Databáze „Univerzální databáze proteinů z jádra ječmene“, která poskytuje proteomická data získaná v průběhu experimentů v Centru, je dostupná na internetových stránkách <http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>. Dosud bylo identifikováno a do databáze zahrnuto téměř 2 500 proteinů.

The Universal Nuclear Protein Database of Barley, which provides proteomics-based data acquired during experiments in the research centre, is available on the internet at <http://barley.gambrinus.ueb.cas.cz/>. So far, almost 2500 proteins have been identified and included in the database.







Tento výzkumný program je rozdělen do čtyř výzkumných směrů:

1) Izolace a strukturní analýza proteinových superkomplexů tylakoidních membrán.

Pokračoval biochemický a strukturní výzkum pigment-proteinových superkomplexů izolovaných z tylakoidních membrán vyšších rostlin. Byla dokončena strukturní studie různých typů megakomplexů fotosystému II u *Arabidopsis thaliana*. Předběžné výsledky ukazují, že megakomplexy tvoří i fotosystém II u smrku, přestože se jeho struktura liší od ostatních zástupců vyšších rostlin. Byla dokončena experimentální práce na studii vlivu světla na indukci nefotochemického zhášení v souvislosti se strukturou fotosystému II u *Arabidopsis thaliana* a jeho specifických mutantů. Výsledky prokázaly specifickou roli světlem indukovaného zeaxantinu na stabilitu vazby minoritní antény na jádro fotosystému II. Ve spolupráci s prof. Boekemou (University of Groningen, Nizozemsko) se členové řešitelského týmu podíleli na strukturní studii superkomplexů tvořených fotosystémem I a NDH komplexem. Ve spolupráci s prof. Buchel (Univerzita J. W. Goetha, Frankfurt, Německo) a výzkumným centrem CEITEC (Masarykova Univerzita, Brno) byla započata strukturní studie organizace tylakoidních membrán rozsivky pomocí kryogenní elektronové tomografie.

2) Molekulární mechanismy generace reaktivních forem kyslíku.

Studovali jsme tvorbu singletního kyslíku u řas *Chlamydomonas reinhardtii* vystavených působení vysokých teplot. Během stresu docházelo k tvorbě primárních (hydroperoxydy) a sekundárních (malondialdehyd) produktů lipidové peroxidace. Rozpad hydroperoxidů vedl k tvorbě tripletních excitovaných karbonylů. Bylo navrženo, že singletní kyslík je tvořen přenosem excitační energie z tripletních excitovaných karbonylů na molekulární kyslík. Singletní kyslík je pravděpodobně tvořen lipidovou peroxidací iniciovanou lipoxygenasou. V jiném projektu ve spolupráci s Dr. Sinhou (Lethbridge, AB, Kanada) bylo prokázáno, že anti-apoptotický rekombinantní protein a inhibitor kaspasy-3 eliminují buněčnou smrt mikrospor pšenice. Měření hydroxylového radikálu pomocí elektronové paramagnetické rezonance ukázalo, že oba proteiny (anti-apoptotický rekombinantní protein, inhibitor kaspasy-3) vykazují jinou ochrannou roli při buněčné smrti. Zatímco anti-apoptotický protein zabraňuje poškození buněk eliminací tvorby hydroxylového radikálu a potlačováním aktivity inhibitoru kaspasy-3, inhibitor kaspasy-3 zamezuje poškození buněk modulací aktivity kaspasy-3. Dále byl publikován přehledový článek shrnující poznatky o tvorbě reaktivních forem kyslíku ve fotosystému II vystavenému světelnému a vysokoteplotnímu stresu. Byl zde diskutován význam tvorby reaktivních forem kyslíku v signálních dráhách buněk a při poškození fotosystému II.

3) Fotosyntéza a související signální dráhy za stresových podmínek.

Pokračoval výzkum vlivu nových látek s růstově-regulační aktivitou zaměřený na mechanismus jejich antisenesenčního působení a studium indukované senescence u rostlin *Arabidopsis thaliana*. Bylo zjištěno, že výrazné zpomalení senescence oddělených listů *Arabidopsis* na světle souvisí s nárůstem obsahu aktivních forem cytokininu isopentenyladeninu a že

This research program is divided into four objectives:

1) Isolation and structural analysis of protein supercomplexes of thylakoid membranes.

The research team has continued to work on biochemical and structural research of pigment-protein supercomplexes isolated from thylakoid membranes of higher plants. A structural study of different forms of photosystem II (PSII) megacomplexes from *Arabidopsis thaliana* has been completed and prepared for publication. Preliminary results show that the photosystem II megacomplexes are formed also in spruce, although the structure of PSII in spruce is different from the structure of PSII in other representatives of higher plants. The team has finished an experimental part of the study focusing on the effect of high light treatment on the induction of non-photochemical quenching and architecture of photosystem II in *Arabidopsis thaliana* and in its specific mutants. The results confirmed a specific role of light-induced zeaxanthin in the binding of a minor antenna protein to the photosystem II core complex. In collaboration with prof. Boekema (University of Groningen, The Netherlands), members of the research team were involved in a structural characterization of photosynthetic supercomplexes which consist of photosystem I and NDH complex. In collaboration with prof. Buchel (Goethe University Frankfurt, Germany) and the research center CEITEC (Masaryk University, Brno, Czech Republic), the team members prepared a project focused on the investigation of structural organization of thylakoid membranes from diatoms using cryo-electron tomography.

2) Molecular mechanisms of reactive oxygen species generation.

We studied singlet oxygen formation *in vivo* in green algae *Chlamydomonas reinhardtii* exposed to heat stress. Heat stress was shown to be associated with the formation of primary (hydroperoxide) and secondary (malondialdehyde) oxidation products of lipid peroxidation. A decomposition of hydroperoxides was shown to form triplet excited carbonyls. It was proposed that singlet oxygen is formed by triplet-triplet energy transfer from triplet excited carbonyl to molecular oxygen. The singlet oxygen is probably formed by lipid peroxidation initiated by the enzyme lipoxygenase. In the other project in collaboration with Dr. Sinha (Lethbridge, AB, Canada), it has been shown that anti-apoptotic recombinant human B-cell lymphoma-2 and caspase-3-inhibitor proteins prevent wheat microspore cell death. Electron paramagnetic resonance detection of hydroxyl radical in total microspore proteins showed a different scavenging activity for the anti-apoptotic recombinant protein and the caspase-3-inhibitor. Whereas anti-apoptotic recombinant human B-cell lymphoma-2 protein prevented cell damage by detoxifying hydroxyl radical and suppressing caspase-3-like activity, the caspase-3-inhibitor inhibits the cell death pathways by modulating caspase-like activity. The research team has published a review focusing on the recent progress in the understanding of the production of reactive oxygen species by photosystem II exposed to high light and high temperature. The physiological role of reactive oxygen species in retrograde signaling and in oxidative damage was also covered in the review.





světlo může nahradit nedostatečnou percepci cytokininů u receptorových mutantů. V rámci výzkumu mechanismů signalizace u masožravých rostlin byly studovány signální dráhy vedoucí k indukci sekrece trávicích enzymů u rosnatky kapské. Bylo zjištěno, že jak poranění rostliny, tak lapaení kořisti vede k akumulaci jasmonátů, které spouštějí sekreci enzymů v závislosti na šíření elektrických signálů v rostlině. To potvrzuje hypotézu, že masožravost se vyvinula z obranných reakcí rostlin. Pomocí stabilních izotopů dusíku bylo zjištěno, že dusík z proteinů polapené kořisti se zabudovává do fotosyntetických proteinů rostliny. Studováno bylo rovněž využití syntetických vodivých polymerů pro detekci elektrických signálů v rostlině.

4) Optické metody detekce fyziologického stavu rostlin.

Výzkum byl zaměřený na studium optických vlastností rostlin a na matematické modelování měřených optických signálů pomocí biofyzikálních modelů. Byl publikovaný článek o vlivu uspořádání chloroplastů v buňkách na difúzní absorptanci listu, který obsahoval i nelineární model absorpance listu. Byly vypracovány modely světlem indukovaného elektrického napětí napříč tylakoidní membránou detekovaného pomocí elektrochromního posuvu karotenoidů. Byl dokončen projekt modelující souvislost mezi optickým uspořádáním listu a světelným polem pod listem a projekt navazující na modelování nelineární absorpance listu. Byla zahájena práce na modelování optických vlastností listu pomocí metody Monte Carlo.

*Oxidace proteinů fotosystému II primárními a sekundárními produkty lipidové peroxidace. Produkty lipidové peroxidace tvořené během světelného a vysokoteplotního stresu na donorové a akceptorové straně fotosystému II způsobují tvorbu proteinových radikálů (reakce 1-3), komplexu malondialdehyd-protein (reakce 4-5) a proteinových hydroperoxidů (reakce 6-8)*

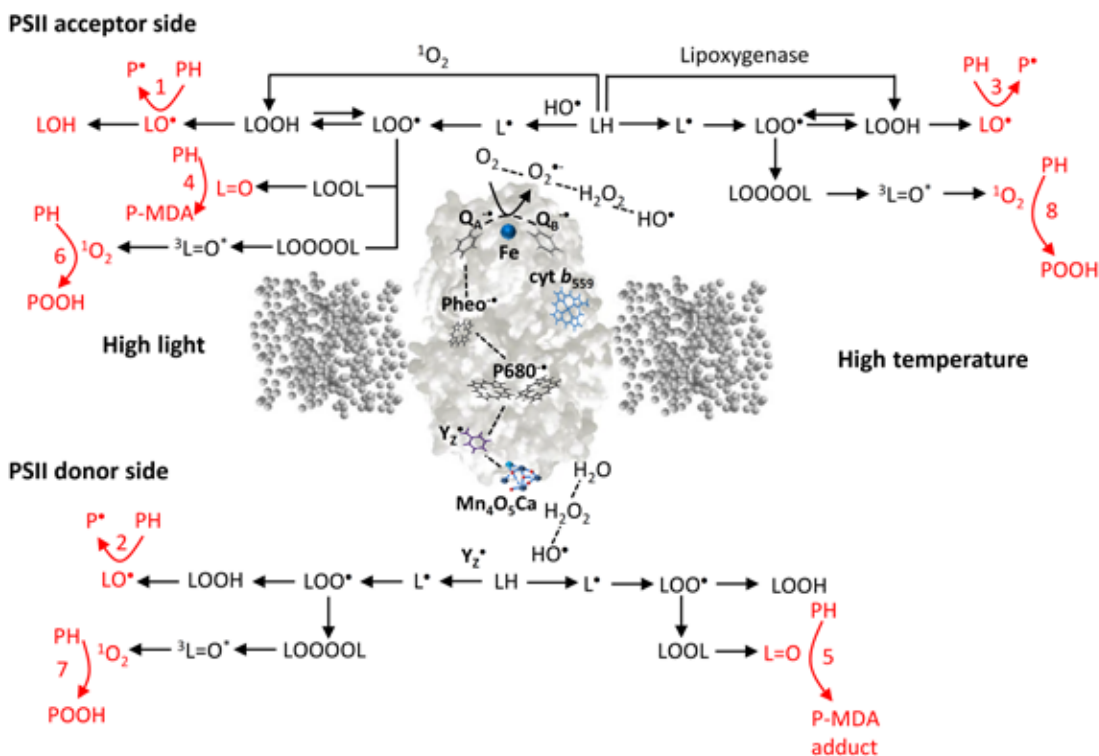
*Photosystem II protein oxidation by primary and secondary lipid peroxidation products. Lipid peroxidation products formed on the electron acceptor and donor sides of photosystem II during high light and heat stress produce protein radicals (1-3), malondialdehyde-protein adducts (4-5) and protein hydroperoxides (6-8).*

3) Photosynthesis and related signaling pathways in stress conditions.

The research team has continued in the study of the effect of new substances with growth-regulatory activity. The research was focused mainly on the mechanism of their antisenesescence action in the study of induced senescence in *Arabidopsis thaliana*. It has been found that pronounced light-induced slowing of senescence of detached *Arabidopsis* leaves is associated with an increase in level of active forms of cytokinin isopentenyladenine and that light can substitute insufficient cytokinin perception in receptor mutants. Research of signaling mechanisms in carnivorous plants, the signaling pathway for induction of secretion of digestive enzyme was studied in the carnivorous sundew plant *Drosera capensis*. It was found that both plant wounding and prey capture led to jasmonate accumulation inducing the enzyme secretion, which is dependent on propagation of electrical signals in a plant. It confirms the hypothesis that carnivory has evolved from plant defence reactions. Nitrogen from proteins of the captured prey is incorporated into photosynthetic proteins of the plant, which was confirmed in a study using stable nitrogen isotopes. Further, synthetic conductive polymers were investigated with respect to their possible application in detection of electrical signals in plants.

4) Optical methods of detecting physiological state of plants.

Research was focused on the study of optical properties of plants and on mathematical modelling of measured optical signals using biophysical models. We published an article on the effect of chloroplast arrangement on diffuse leaf absorbance, which also included a non-linear model of leaf absorbance. Further, we modelled the formation of light-induced electric voltage across a thylakoid membrane detected via so-called electrochromic shift of carotenoids. The project on modelling a connection between optical arrangement of a leaf and a light field below the leaf and the project following the modelling of non-linear leaf absorbance were finished. A modelling of leaf optical properties using Monte Carlo method has been started.







Hlavní směry výzkumu i v roce 2016 zahrnovaly zejména výzkum nových nízkomolekulárních organických látek, které mohou specificky interagovat s klíčovými proteiny signálních a regulačních drah v buňce, studium jejich biologické aktivity a také vývoj vhodných metod testování a jejich zavedení do rutinního, většinou robotizovaného screeningu stávajících chemických knihoven, přírodních látek, extraktů z rostlin a mikroorganismů a rovněž nově připravovaných derivátů. Metodami organické syntézy byla připravena série 2-chlor-N-6-(halogenobenzylamino) purin ribosidů, Vylíčilová H *et al.* (Phytochemistry 2016, 22-33). Totožnost a čistota připravených látek byla ověřena souborem fyzikálně chemických metod (elementární analýza HPLC-HR MS, NMR). Biologická aktivita připravených sloučenin byla následně testována v souboru biotestů, receptorových a inhibičních testů; látky vykazovaly velmi vysokou antisenescentní aktivitu v odstřížených listech pšenice. Většina připravených látek nespouštěla cytokininovou signální dráhu přes AHK3 a AHK4 receptory z *Arabidopsis thaliana*, ale některé byly schopny aktivovat receptor ZmHK1 z kukuřice. Expresní profilování odhalilo indukci genů souvisejících se signalizací a metabolismem cytokininů. Tyto látky jsou navíc schopny regulovat unikátní kombinaci rostlinných genů, kódujících komponenty reakčního centra fotosystému II, světlosběrného komplexu II, a také různých stresových faktorů regulujících fotosyntézu a degradaci chlorofylu. Dosažené výsledky demonstrují, že pomocí těchto látek je možné do značné míry řídit dlouhověkost listu.

Dále jsme využili *in silico* modelování k návrhu, přípravě a charakterizaci dvaceti nových derivátů thidiazuronu (TDZ) s vylepšenými inhibičními vlastnostmi pro cytokinin oxidase/dehydrogenasu (CKX), enzym katalyzující degradaci cytokininů. Dvě látky, 1-[1,2,3]thiadiazol-5-yl-3-(3-trifluoromethoxy-fenyl)močovina (3FMTDZ) a 1-[2-(2-hydroxyethyl)fenyl]-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl)močovina (HETDZ), vykazovaly 15x hodnoty IC (50) ve srovnání s TDZ pro AtCKX2 z *Arabidopsis thaliana* a ZmCKX1 a ZmCKX4a z kukuřice.

Rostlinné hormony cytokininy regulují různé aspekty růstu a vývoje rostlin. Ani intenzivní testování tohoto fenoménu bohužel doposud nevedlo k významnější komercializaci cytokininů jako růstových regulátorů, zejména kvůli velice komplexnímu charakteru jejich účinku. Připravili jsme přehled doposud publikovaných výstupů z nádobových a polních pokusů s cytokininy, způsobů jejich aplikace a ovlivněných znaků u různých polních plodin, zelenin, bavlny a ovocných stromů. Také jsme prezentovali výsledky polního testování nového cytokininového derivátu 2-chlor-6-(3-methoxybenzyl) aminopurinu na jarním ječmeni a ozimé pšenici. Byl posuzován zejména efekt u znaků formujících výnos a porovnáván při ošetření v různých vývojových stádiích.

Také byl publikován další přehledný článek popisující pokroky v syntéze aromatických cytokininů a jejich aktivitu *in vitro* a *in vivo*. Purin může být v těchto sloučeninách substituován v různých polohách. Diskuse zdůrazňuje postupné zjednodušování jejich přípravy ve vztahu k jejich použití v praxi a sumarizuje jak relevantní literaturu z oblasti organické chemie, tak zveřejněné patenty.

Ve spolupráci s Research Centre for Plant Growth and Development, Universitou KwaZulu-Natal v Pietermaritzburgu v Jihoafrické republice byl hodnocen vliv auxinu NAA samostatně či v kombinaci s novými cytokininovými deriváty na organogenezi a obsah endogenních fytohormonů u dvou druhů rodu *Eucomis*, vybraných pro jejich

Main research goals of 2016 concerned development of new low-molecular organic substances which may interact with key proteins of signaling and regulation pathways in a cell, study of their biological activity and also developing methods for testing and their implementation into mostly automated routine screening of chemical libraries, microorganism extracts and newly prepared derivatives as well. Via methods of organic synthesis we have prepared a large group of 2-chloro-N-6-(halogenobenzylamino) purine ribosides, Vylíčilová H *et al.* (Phytochemistry 2016, 22-33). Identity and purity of these substances has been verified through various methods (elementary analysis HPLC-HR MS, NMR). Biological activity of prepared substances has been tested in a set of bioassays, receptor and inhibition assays; they showed significant activity, especially in delaying senescence in detached wheat leaves. Most of the derivatives did not trigger cytokinin signaling via the AHK3 and AHK4 receptors from *Arabidopsis thaliana*, but some of them specifically activated the ZmHK1 receptor from *Zea mays*. Genome-wide expression profiling revealed elevated expression of genes related to cytokinin signaling and metabolism. They also prompted regulation of a unique combination of genes coding for components of the photosystem II (PSII) reaction center, light-harvesting complex II (LHCII), and the oxygen-evolving complex, as well as several stress factors responsible for regulating photosynthesis and chlorophyll degradation. These findings demonstrate that it is possible to manipulate and fine-tune leaf longevity using synthetic aromatic cytokinin analogs.

*In silico* modeling has been used to design, synthesize and characterize twenty new Thidiazuron (TDZ) derivatives with improved inhibitory properties against cytokinin oxidase/dehydrogenase (CKX), an enzyme catalyzing the degradation of cytokinins. Two compounds, namely 1-[1,2,3]thiadiazol-5-yl-3-(3-trifluoromethoxy-phenyl)urea (3FMTDZ) and 1-[2-(2-hydroxyethyl)phenyl]-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl)urea (HETDZ), displayed up to 15-fold lower IC (50) values compared with TDZ for AtCKX2 from *Arabidopsis thaliana* and ZmCKX1 and ZmCKX4a from *Zea mays*.

Plant hormones cytokinins regulate various aspects of plant growth and development. Despite the extensive testing summarized in this work, so far cytokinins haven't found their stable place among commercialized plant growth regulators, mainly due to the complexity of their effects. Here we have prepared an overview of the outcomes obtained in pot and field experiments using cytokinin exogenous treatments, summarize the ways of application and point to the affected traits in various field crops, vegetables, cotton, and fruit trees. Furthermore, we present here outcomes of field trials performed with a derivative of N-6-benzyladenine, 2-chloro-6-(3-methoxybenzyl) aminopurine, in spring barley and winter wheat. The effect on yield forming traits and the final yield was evaluated and compared after spraying of the both crops in different phenological stages.

We have also prepared a review describing progress in the synthesis of aromatic cytokinins, the *in vitro* and *in vivo* effects of these substances and insights gleaned from their synthesis. As the purine moiety in these compounds can be substituted at several positions, we examine each of the substitution possibilities in relation to the derivatives prepared so far. The discussion highlights the gradual simplification of their preparation in relation to their application in practice and summarizes the relevant organic chemistry literature and published patents.





dekorativní a léčivé vlastnosti. U obou druhů bylo dosaženo vyšší proliferace kořene, prýtu i biomasy, když byla NAA použita v kombinaci s cytokininem. Fyziologické role kvantifikovaných fytohormonů byly také hodnoceny ve vztahu k fyziologické odpovědi Aremu AO *et al.* (New Biotechnol, 2016, 883-890).

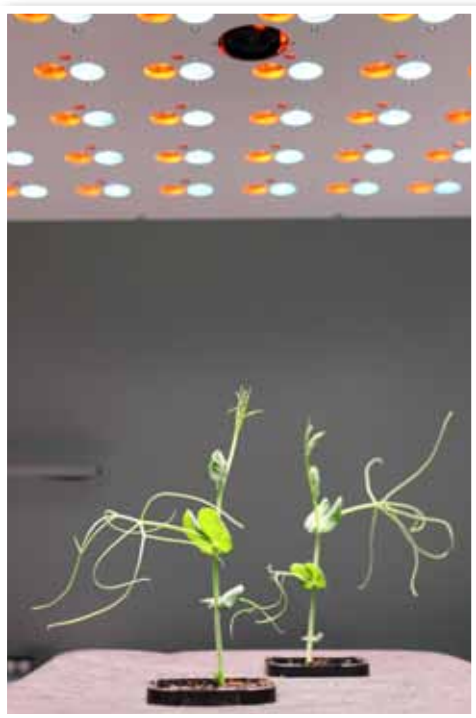
Byl také studován efekt nových biostimulantů (přípravek z mořských řas Kelpak, karrikinolid) na růst léčivé rostliny *Eucomis autumnalis*, pěstované *in vitro* či hydroponicky Aremu AO *et al.* (J. Plant Growth Regul., 2016, 151-162 and Plant Cell Rep., 2016, 227-238). Získané výsledky poskytují další důkaz potenciálu nových biostimulantů s praktickými aplikacemi v zemědělství.

Efekt další skupiny nových biostimulantů, těkavých látek emitovaných některými prospěšnými bakteriemi, byl studován ve spolupráci s Agrobiotechnology Institute, Nafarroa, Španělsko, Sánchez-López AM *et al.* (Plant, Cell & Environment, 2016, 2592-2608 and Plant Physiol., 2016, 1989-2001). Tyto těkavé látky, emitované fylogeneticky rozdílnými bakteriemi a houbami (včetně rostlinných patogenů a mikroorganismů, které za normálních podmínek s rostlinami neinteragují), podporují růst a kvetení, podporují fotosyntézu a akumulaci vysokých hladin škrobu v listech u různých rostlinných druhů, včetně hospodářsky významných plodin. Odpověď rostliny na tyto těkavé látky je závislá na světle a významnou roli hrají také cytokininy.

In cooperation with Research Centre for Plant Growth and Development, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa, we evaluated the effect of auxin NAA individually or in combination with different cytokinins on organogenesis, endogenous auxin and CK content in two *Eucomis* species, an important ornamental and medicinal plants. In both species, shoot and root proliferation as well as plant biomass were higher when NAA was combined with cytokinin. The potential physiological roles of quantified phytohormones in relation to the observed morphological responses were also discussed, Aremu AO *et al.* (New Biotechnol, 2016, 883-890).

We also studied the effect of new biostimulants (seaweed-derived biostimulant Kelpak, karrikinolid), Aremu AO *et al.* (J. Plant Growth Regul., 2016, 151-162 and Plant Cell Rep., 2016, 227-238) on the growth and phytochemical content of *Eucomis autumnalis*, an important African medicinal plant, grown *in vitro* or hydroponically. These findings provide additional evidence of the enormous potential of new biostimulants with practical applications in various agricultural endeavours.

Effects of another group of biostimulants, volatile compounds (VCs) emitted by phylogenetically diverse microorganisms, was examined in cooperation with Agrobiotechnology Institute, Nafarroa, Spain, Sánchez-López AM *et al.* (Plant, Cell & Environment, 2016, 2592-2608 and Plant Physiol., 2016, 1989-2001). VCs emitted by phylogenetically diverse rhizosphere and non-rhizosphere bacteria and fungi (including plant pathogens and microbes that do not normally interact mutualistically with plants) promote growth and flowering, photosynthesis and accumulation of starch in various plant species, including crops. We have demonstrated the light-dependency of plant responses to fungal VCs as well as the importance of cytokinins role in this process.



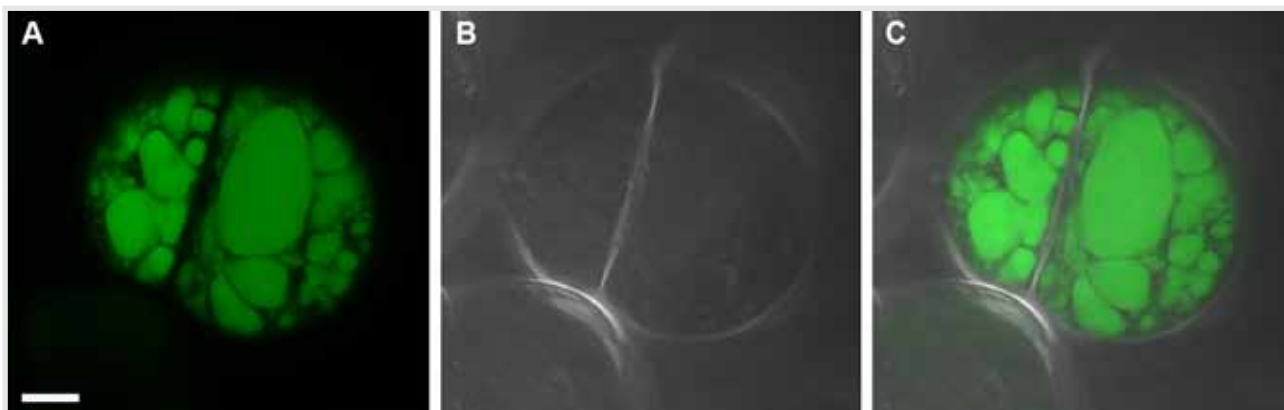


Hlavním cílem studia byly signální dráhy cytokininů se zaměřením na histidin kinasové receptory. Byly připraveny dvě specifické fluorescenční sondy a validovány jejich cytokininová aktivita na receptorech. Obě sondy slouží jako nástroj pro určení vnitrobuněčné a pletivové lokalizace receptorů. Pro zjištění, zda subcelulární lokalizace receptorů může ovlivnit cytokininovou odpověď, byla vyvinuta metoda využívající luciferasu spřaženou s umělým cytokininovým promotorem TCS. Protoplasty *Arabidopsis* exprimující histidin kinasové receptory byly transformovány konstruktem TCS:luciferasa. Ošetření protoplastů různými cytokininy v různých koncentracích pak aktivuje luciferasu. V současnosti je metoda rutinně používána pro sledování závislosti cytokininové odpovědi na subcelulární lokalizaci receptoru. Pro účely objasnění role vakuol v homeostázi cytokininů byl vyvinut protokol pro izolaci intaktních vakuol z rostlin a kultur kukuřice a *Arabidopsis* nadexprimující různé typy cytokinin dehydrogenas a pomocí HPLC stanoven obsah jednotlivých cytokininů. Kvantifikace cytokininů a lokalizační studie ukazují, že cytokinin dehydrogenasy jsou obsaženy převážně ve vakuolách. Lokalizace některých isoformů na endoplazmatickém retikulu ukazuje také na jejich předpokládanou sekreci ven z buněk Zalabák *et al.* (Plant Physiol. Biochem., 2016, 114-124).

Vakuolární lokalizace cytokinin dehydrogenas také poukazuje na předpokládaný transport cytokininů napříč tonoplastem. Bylo proto zahájeno hledání tonoplastických transportérů zodpovědných za specifický přenos cytokininů. Na základě bioinformatických a *in silico* analýz jsme vybrali několik kandidátů. Byly získány *Arabidopsis* T-DNA homozygotní linie, které budou charakterizovány pomocí fenotypizace se zaměřením na transport cytokininů.

In order to understand the cytokinin signaling pathways, we focused our attention on histidine kinase receptors. Two fluoroprobes were obtained and their cytokinin activity on the receptors was validated. These probes constitute a valuable tool to determine the subcellular localization of the receptor and gain insight concerning the cytokinin signaling pathway. In parallel to determine whether the subcellular localization of the receptor can affect the cytokinin response, we developed a TCS:luciferase assay in 2016. Briefly, *Arabidopsis* protoplasts expressing histidine kinase receptors addressed to different cell compartment are transformed with the TCS:luciferase reporter. The treatment of the protoplasts with different cytokinins in different concentrations activates the receptor, which in turn induces the TCS:luciferase activity. This method is now routinely used in our laboratory and allows us to determine the cytokinin response dependency on the receptor subcellular localization. In order to determine the role of vacuoles in cytokinin homeostasis, we developed a protocol to isolate intact vacuoles from *Arabidopsis* Ler cells culture overexpressing different isoforms of maize cytokinin dehydrogenases (CKXs) and determine the vacuolar cytokinin content by HPLC. Our data demonstrated that maize CKX are predominantly localized in the vacuoles and suggested that ER-localization is a transition point in the intracellular secretory pathway, Zalabák *et al.* (Plant Physiol. Biochem., 2016, 114-124).

The vacuolar localization of CKX strongly suggests that cytokinins are transported into the vacuole across the tonoplast. Thus we initiated a search for tonoplast transporters responsible for the specific cytokinin transport. Based on bio-informatic and *in silico* analyses, few candidates were selected. *Arabidopsis* T-DNA homozy-



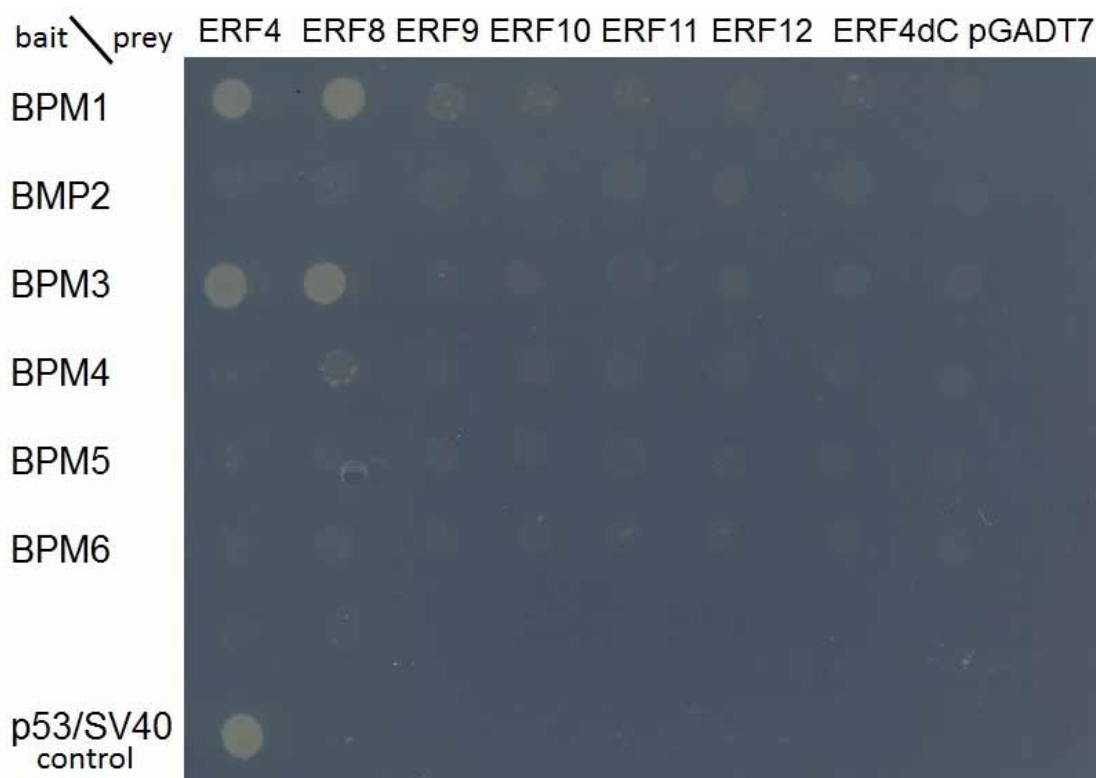
Obrázek 1. Vakuolární lokalizace ZmCKX2 v suspenzní kultuře *Arabidopsis thaliana* Ler buněk. Protein ZmCKX2 původem z kukuřice byl fúzován se zeleným fluorescenčním proteinem (GFP) a konstitutivně exprimován v *Arabidopsis thaliana* Ler buněčných suspenzích. Pro dokumentaci byl použit laserový skenovací konfokální mikroskop pro zelený kanál (A) ZmCKX2-GFP a pro procházející světlo (B) a následně byly jednotlivé kanály překryty (C). Měřítka představuje 10  $\mu$ m.

Figure 1. Vacuolar localization of ZmCKX2 in *Arabidopsis thaliana* Ler suspension cells. The maize ZmCKX2 was fused with green fluorescent protein and constitutively overexpressed in *Arabidopsis thaliana* Ler suspension cells. Green channel (A) of ZmCKX2-GFP and transmission light images (B) were captured using a laser scanning confocal microscope and then merged (C). Scale bars indicate 10  $\mu$ m.

gous lines were obtained and will be characterized phenotypically in regards to cytokinin transport.

Another research goal at the Department of Molecular Biology is the uncovering of the molecular mechanisms regulating the regeneration of plants during *in vitro* culture. *Arabidopsis* is used as plant model due to its short life cycle and small genome allowing fast analysis of complex genetic regulation. Nevertheless, in long term, the goal is to transfer this knowledge to important agronomical plants recalcitrant to *in vitro* culture and regeneration. Such studies are based on the *in vitro* tissue system, which is based on callus production, regulated by the cytokinins, and the subsequent auxin-mediated





Obrázek 2. Analýza interakce mezi proteiny rodiny BPM E3 ligáz a ERF pomocí kvasinkového testu (Y2H assay). Pomocí kvasinkového testu založeného na přítomnosti GAL4-proteinu byla prokázána interakce proteinů ERF4 a ERF8 s ubikvitin E3 ligázami, BPM1 a BPM3. K selekci byla použita média bez obsahu leucinu, tryptofanu, histidinu a adeninu. Pro interakci ERF4 s BPM1 a BPM3 je esenciální centrální část ERF4 proteinu. Jako pozitivní kontrola sloužila interakce mezi p53/SV40.

Figure 2. Interaction studies between ERF members and BPM E3 ligases by Y2H assays. GAL4-based yeast two-hybrid assays revealed ERF4 and ERF8 interactions with ubiquitin E3 ligases, BPM1 and BPM3 on selective SD media lacking leucine, tryptophan, histidine and adenine. The central domain of ERF4 is required for BPM1 and BPM3 interactions. The p53/SV40 was served as a positive control.

Jeden ze směrů výzkumu na oddělení molekulární biologie se zaměřuje na molekulární mechanismy regulující regeneraci rostlin v *in vitro* kulturách. *Arabidopsis* slouží jako model pro svůj krátký životní cyklus a malý, detailně charakterizovaný genom. Nicméně z dlouhodobého hlediska se předpokládá aplikace výsledků na zemědělsky důležité rostliny, jejichž regenerace *in vitro* je zatím obtížná. Regenerace je sledována na tvořících kalusech po aplikaci cytokininů s následně tvořenými prýty v součinnosti s aplikací auxinů. Zatímco je pozornost věnována především mechanismům regenerace prýtu, málo se ví o iniciaci primordií prýtu. Jedním z limitů studia je odečítání zelených folikulů na indukovaných kalusech, které je značně subjektivní a záleží na přístupu experimentátora. Proto byla vyvinuta jednoduchá metoda založená na kvantifikaci chlorofylu umožňující určení účinnosti regenerace a indukce prýtu, Kubalová I, Ikeda Y (J. Plant Growth Regul., *in press*). Naším hlavním cílem je pak objasnění role specifické skupiny transkripčních faktorů, konkrétně etylén responsivních faktorů (ERF), které jsou negativními regulátory regenerace rostlinného prýtu. Jejich přesná funkce a buněčná lokalizace je stále prostudována jen okrajově. Za užití kvasinkového dvojhybridního systému bylo detekováno, že se ERF vážou na proteiny 26S proteasomové degradační dráhy. Souběžně byla studována vnitrobuněčná lokalizace ERF4 za použití konfokální skenovací mikroskopie na živém materiálu a imunodetekce následována mikroskopii se super-rozlišením. Za tímto účelem byly připraveny rostliny stabilně exprimující ERF4 fúzovaný s mCherry

shoot regeneration. Whereas a lot of attention is given on the mechanisms leading to shoot regeneration, there is still a lack of data concerning events happening during callus development which initiate shoot regeneration. Reading of green follicle in induced callus is one of limiting factors since it is considerably subjective and depends on researcher's approach. Thus we developed a simple method based on chlorophyll quantification enabling determination of regeneration efficiency and shoot induction, Kubalová I, Ikeda Y (J. Plant Growth Regul., *in press*). Our main interest is to unravel the role of a specific group of transcription factors, namely ETHYLENE RESPONSIVE FACTOR (ERFs) which are negative regulators of plant regeneration. Their precise function and subcellular localization are still poorly understood. Using the yeast-2-hybrid, we determined that ERFs bound to proteins of the 26S proteasome degradation pathway, providing new insights concerning the regulation of plant regeneration. In parallel, we studied the subcellular localization of ERF4 using confocal laser scanning microscopy on live material and immuno-detection followed by super-resolution microscopy. For this purpose, we generated plants stably expressing different forms of the ERF4 protein fused to mCherry, under the control of the natural ERF4 promoter. We observed a signal within the nucleus. We generated a huge collection of mutants affected in genes involved in plant regeneration and we will perform their phenotypical characterization. In order to identify the direct target genes of ERF4, we generated transgenic *Arabidopsis* plants expressing a modified

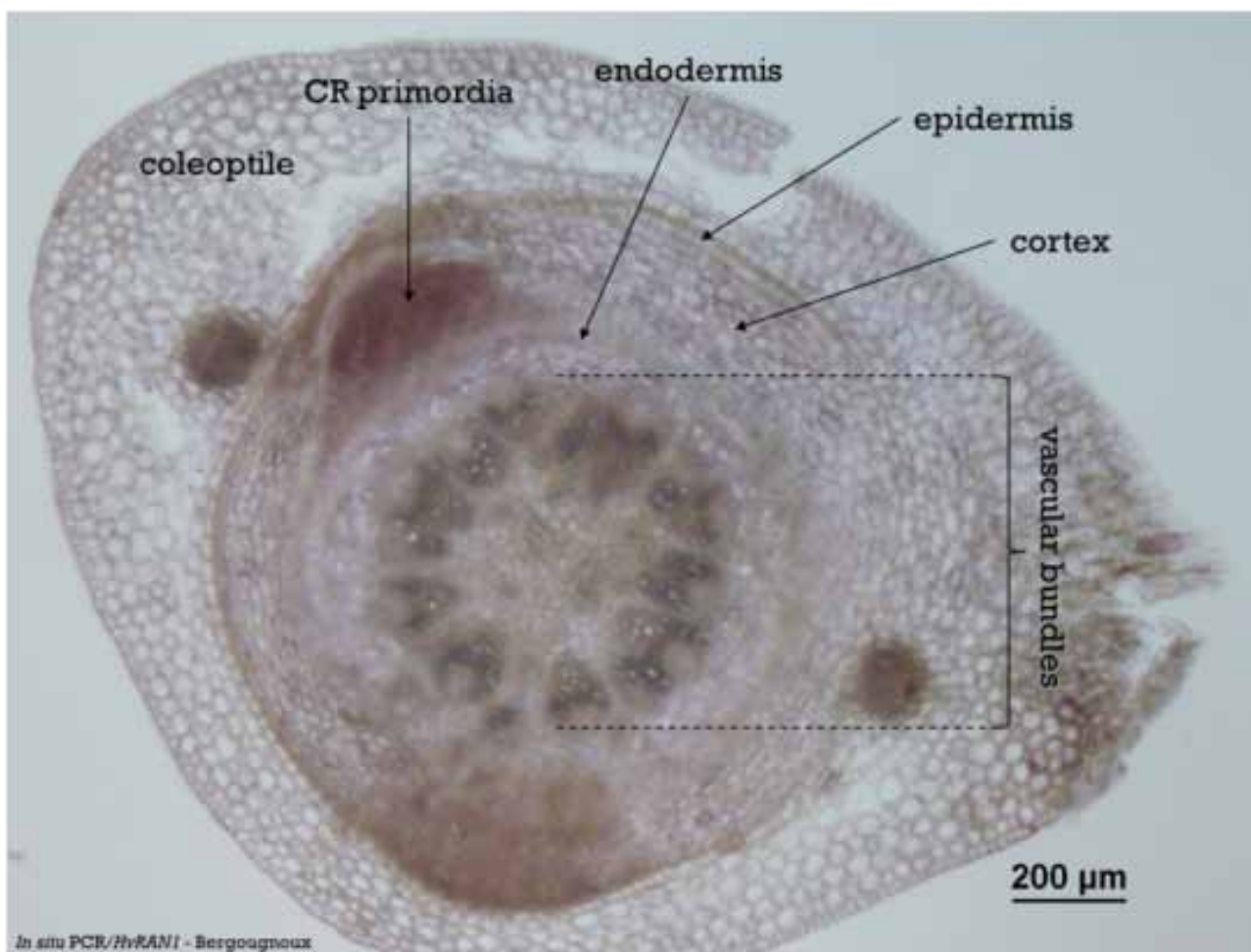


fluorescenčním proteinem pod kontrolou nativního ERF4 promotoru. Signál byl pozorován v jádře. Byla vytvořena série mutantů ovlivněných v různých genech zapojených do regenerace rostliny a v současné době probíhá jejich fenotypizace. Pro identifikaci přímých molekulárních cílů ERF4 byly připraveny transgenní rostliny *Arabidopsis* exprimující modifikovanou verzi, která má doménu represoru nahrazenou doménou aktivační. Exprese je řízená estradiol indukibilním promotorem. Na rostlinách byla provedená RNA-seq analýza za účelem odhalení nových cílů regulační sítě kontrolované ERF4 a cílů zapojených do procesu regenerace rostliny.

V neposlední řadě byl iniciován výzkum zaměřený na iniciaci a vývoj kořenového systému u ječmene. Kořenový systém ječmene je tvořen především post-embryonálně založenými adventivními kořeny. Porozumění molekulárnímu mechanismu kontrolujícímu tvorbu adventivních kořenů je v popředí zájmu především proto, že umožňuje navržení markerů pro marker-asistovanou selekci nových odrůd ječmene se zvětšeným kořenovým systémem. Dále pak umožňuje upravit vysoce produktivní odrůdy tak, aby byly odolné vůči stresu nebo rostly za nedostatku živin. Byla provedena RNA-seq srovnávací analýza transkriptů v bázi stonku, kde již došlo k iniciaci adventivních kořenů a před jejich iniciací. Tato studie umožnila navrhnout schéma molekulárních procesů a událostí důležitých pro tvorbu adventivních kořenů. Bylo vyselektováno několik zajímavých genů, které budou dále studovány.

version of ERF4 where the repressor domain was exchanged with an activator domain. The expression is driven by an estradiol-inducible system. The transgenic plants were used for whole transcriptome analysis by RNA-seq. The analysis of the data provides new insights on genes or regulatory networks which are controlled by ERF4 and involved in the process of plant regeneration.

Finally we initiated a research program focused on the initiation and development of the root system in barley. The root system of barley is mainly constituted of post-embryonically developed roots, called crown-roots. Understanding the molecular mechanisms controlling crown-root development is of great interest especially since it helps to design markers for marker-assisted selection of new barley varieties with enhanced root system, potentially more tolerant to drought stress and lack of nutrition. The whole transcriptome analysis of the stem base of barley seedlings was performed by RNA-seq, comparing seedlings with no crown-roots and seedlings where the crown-roots started to initiate and develop. This study allowed drawing a scheme of events required for crown-roots development; several genes with great potential in crown-root initiation and development will be further studied.



Obrázek 3. Příčný průřez stonkem 10 dní starých semenáčků ječmene zachycující jeho morfolologii včetně přítomnosti kořenových laterálních primordií.

Figure 3. Cross-section of the stem base of 10 day-old barley seedlings showing the tissular organization and the presence of a crown-root (CR) primordia.





# BUNĚČNÁ A VÝVOJOVÁ BIOLOGIE

## CELL AND DEVELOPMENTAL BIOLOGY

Hlavní prioritou výzkumu byla porovnávací studie proteomů dvou mitogen-aktivovaných protein kinasových (MAPK) mutantů *mpk4* a *mpk6*. Bylo prokázáno, že tyto mutanti se liší především obsahem proteinů, které se podílejí na obraně rostlin, např. některých anti-oxidativních enzymů, ale také proteinů důležitých pro vývoj rostlin. Mezi těmito proteiny byly identifikovány enzymy peroxidasa a katalasa, ale i cytoskeletální proteiny profilin a aktin. Dále byly charakterizovány organizace, dynamika a interakce endosomů v průběhu růstu kořenových vlásků *Arabidopsis*. K tomu byly využity výhody pokročilé mikroskopie s rotačním diskem na osvětlení vzorků, která pomohla objevit nový typ interakce mezi endosomy pracovním nazvaný tančící endosomy. Další výzkum se zaměřil na studium zakládání kořenových vlásků, růst jejich špičky a ukončení (terminaci) růstu. Byly pozorovány výrazné rozdíly ve velikosti, rychlosti a interakci raných a pozdních endosomů. Velikosti raných a pozdních endosomů byly potvrzeny pomocí super-rezoluční mikroskopie založené na strukturovaném mřížkovém osvětlení vzorků.

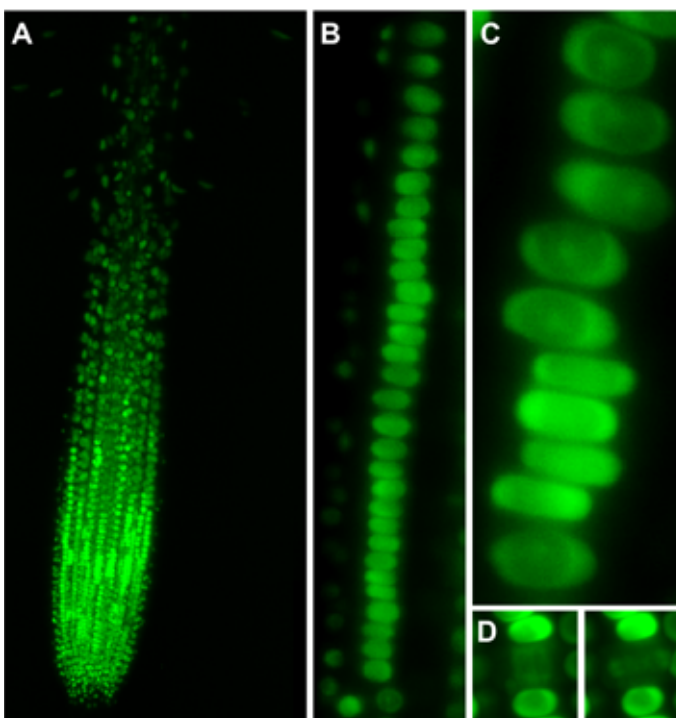
Dále byla optimalizována metoda produkce adventivních kořenů lnu z hypokotylových segmentů, k čemuž byla využita kombinace přidavku exogenního auxinu a peroxidu vodíku. Bylo zjištěno, že tato aplikace má následně příznivý efekt na endogenní hladinu auxinu a produkci adventivních kořenů.

V rámci další oblasti výzkumu byly připraveny transgenní embryogenní kultury vojtěšky s markerovými geny pro mikrotubulární a aktinový cytoskelet. Vybrané transgenní linie vojtěšky byly podrobněji sledovány pomocí „light-sheet“ mikroskopie a průběžně byly vyhodnocovány parametry buněčného dělení závislé na mikrotubulárním cytoskeletu. Předběžné výsledky naznačují, že rychlosti jednotlivých mitotických fází v meristematických buňkách kořenů vojtěšky jsou závislé na celkové rychlosti růstu kořene.

The main priority of Cellular and Developmental Biology research program was a comparative study of proteomes of two mitogen-activated protein kinase (MAPK) mutants - *mpk4* and *mpk6*. We showed that these mutants differed mainly in proteins, which are involved in the defense of plants, e.g. certain anti-oxidative enzymes, but also in proteins important for plant development. Among these proteins we identified peroxidase and catalase enzymes, but also the cytoskeletal proteins actin and profilin. Furthermore, we have characterized the organization, dynamics and interaction of endosomes during growth of root hairs in *Arabidopsis*. We have used advantages of advanced microscopy based on spinning disk to illuminate samples and we found a new type of interaction between endosomes, which we called endosome dancing. We focused on studying the establishment of hairs, their tip growth and termination of growth. We observed significant differences in size, speed and interaction between early and late endosomes. Sizes of early and late endosomes were verified and confirmed using super-resolution microscopy based on a structural illumination of samples.

We also optimized the production method of adventitious roots from flax hypocotyl segments. We took advantage of a combination of exogenous auxin and hydrogen peroxide, and showed that it has a beneficial effect on endogenous auxin level and production of adventitious roots.

In 2016 we prepared transgenic embryogenic cultures of alfalfa carrying marker genes for microtubular and actin cytoskeleton. Selected transgenic alfalfa lines were observed using a light-sheet microscopy. Parameters of cell division which depend on the microtubular cytoskeleton were continually evaluated. Preliminary results indicate that the speed of the mitotic phases in meristematic cells of alfalfa roots depends on the overall speed of root growth.



Aplikace nejmodernějších mikroskopických metod při studiu vývojových procesů rostlin v optimálních podmínkách a při vysokém prostorovém a časovém rozlišení. Vizualizace specifického proteinu EB1c v rostoucím kořenu *Arabidopsis thaliana* pomocí „light sheet“ mikroskopu dovolila lokalizovat protein v jádrech kořenových buněk na úrovni celého orgánu (A), specifických pletiv (B), individuálních buněk (C) i subcelulárně v průběhu buněčného dělení (D). Application of advanced microscopy methods in investigation of plant developmental processes in nearly environmental conditions and in high spatial and temporal resolution. Visualization of EB1c protein in growing *Arabidopsis thaliana* root using „light sheet“ microscope allowed its localization in nuclei at organ (A), specific tissue (B) and individual cell (C) levels, and also subcellularly during cell division (D).

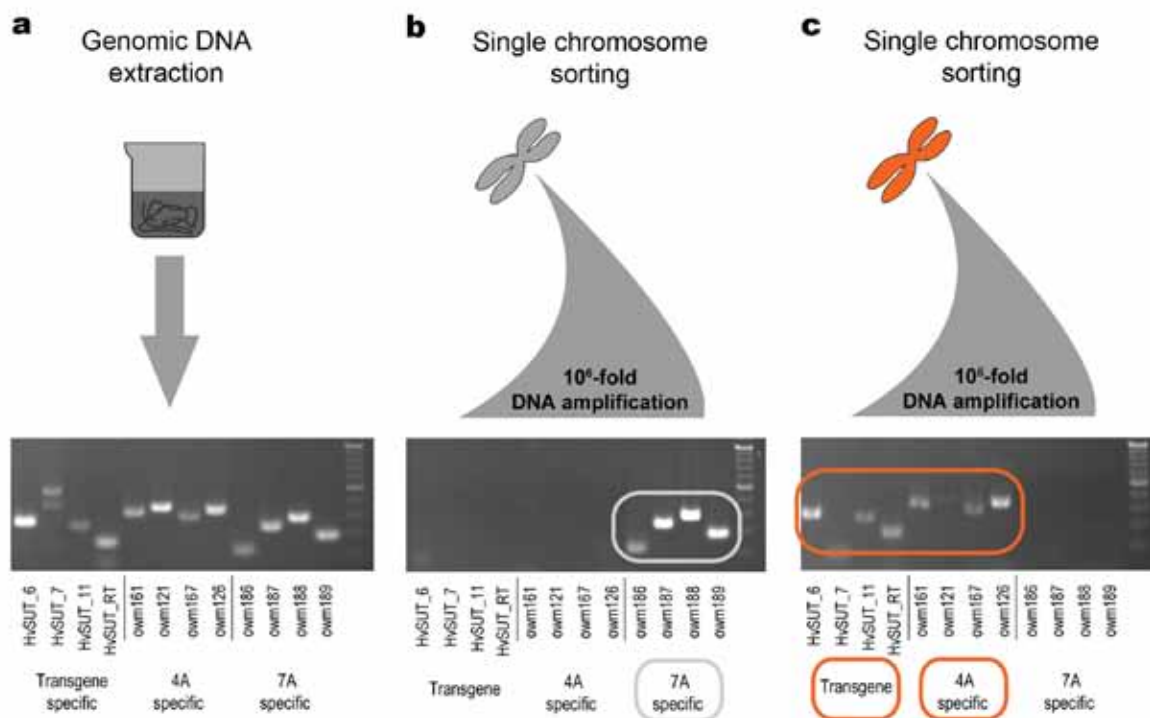


# GENETIKA A GENOMIKA ROSTLIN PLANT GENETICS AND GENOMICS

6

Byla vyvinuta nová metoda pro rychlou izolaci genů u rostlin se složitými genomy, jako jsou například ječmen a pšenice. Identifikace mutací genů, které mají za následek změnu fenotypu, např. ztrátu rezistence vůči určité chorobě, je u takových druhů obtížná nejen díky velikosti jejich genomů, ale také kvůli potlačení rekombinace na významné části genomu. Metoda označovaná MutChromSeq byla vyvinuta ve spolupráci s laboratořemi Prof. B. Kellera (University of Zürich, Švýcarsko) a Dr. B. Wulffa (John Innes Centre, Norwich, Velká Británie) a její výhodou je, že nevyžaduje genetické mapování s velkým rozlišením. Nový postup je založen na izolaci chromozómů pomocí průtokové cytometrie z několika nezávislých mutantních linií a na sekvenování chromozómové DNA. Porovnání se sekvencemi získanými z chromozómu izolovaného z původní (nemutované) linie umožňuje vyhledat gen, který obsahuje mutace u všech mutantních linií, a tak určit gen podmiňující danou vlastnost. Nová metoda byla ověřena klonováním genu *Eceriferum-q* u ječmene a genu *Pm2* podmiňujícího rezistenci vůči padlí travnímu u pšenice. Oba geny byly izolovány v čase kratším než tři měsíce a jejich identita byla ověřena sekvenováním dalších mutantů. Tyto výsledky potvrdily obrovský potenciál nové metody.

A new method for rapid isolation of genes in plants with complex genomes, such as barley and wheat has been developed. Identification of mutations of genes that result in change of phenotype, e.g. loss of resistance to a particular disease in these species is difficult not only due to the size of their genomes, but also due to the suppressed recombination of a substantial part of their genome. A method known as MutChromSeq was developed in collaboration with the laboratories of Prof. B. Keller (University of Zürich, Switzerland) and Dr. B. Wulff (John Innes Centre, Norwich, UK). Its advantage is that it does not require genetic mapping with high resolution. The new process is based on isolation of chromosomes by flow cytometry of a number of independent mutant lines and sequencing chromosomal DNA. By comparing them with sequences obtained from chromosome isolated from the original (non-mutated) line allows to identify the gene that contains mutations in all the mutant lines, and thereby to identify the gene conditioning the respective characteristics. The new method was tested by cloning *Eceriferum-q* gene in barley and *PM2* gene conditioning resistance to powdery mildew in wheat. Both genes were isolated in less than three months, and their identity was verified by sequencing other mutants. These results confirm the enormous potential of the new method.



*Elektroforetická separace PCR produktů specifických pro transgen *HvSUT1* a pro lokusy na pšeničných chromozomech 4A a 7A. a* Při použití genomické DNA transgenní linie jako šablony pro PCR jsou přítomny všechny produkty. *b* Amplifikovaná DNA z jediného neznámého chromozomu byla použita jako šablona pro PCR, dle (ne)přítomnosti markerů se jednálo o chromozom 7A, který nese transgen. *c* Markery transgenu jsou přítomny společně s těmi, které jsou specifické pro chromozom 4A, v této konkrétní linii se tedy transgen integroval do chromozomu 4A.

Agarose gel electrophoresis of PCR products with markers specific for the *HvSUT1* transgene and wheat chromosomes 4A and 7A. *a* Genomic DNA of the transgenic line served as a template for PCR, all markers are present. *b* Single anonymous chromosome was amplified, according to the markers present, it was chromosome 7A and it didn't carry the transgene. *c* Markers for the transgene are present together with those specific for the 4A chromosome, therefore in this particular line the transgene has integrated into the chromosome 4A.





Kultivar Chinese Spring pšenice seté (*Triticum aestivum*) byl vybrán jako referenční genotyp pro genetiku a sekvenování genomu této důležité plodiny. Jako první byla získána referenční sekvence chromozómu 3B, což nabídlo možnost poprvé podrobně charakterizovat vnitrodruhovou variabilitu genomu pšenice. Ve spolupráci s laboratoří Dr. C. Liu (CSIRO Agriculture, St. Lucia, Austrálie) byl pomocí průtokové cytometrie izolován chromozóm 3B z linie NIL1A odvozené z druhu *T. spelta*. Na základě porovnání sekvencí obou chromozómů bylo identifikováno asi 160 Mb sekvencí DNA v genotypu NIL1A, které v genomu Chinese Spring chybí, anebo jsou velmi změněné. Pro 37 % těchto sekvencí nebyly v dostupných databázích nalezeny podobné sekvence. Analýza potenciálních funkcí genů, které v genotypu Chinese Spring chybí, naznačila, že se nejedná o náhodný soubor genů, ale o skupiny genů s určitými funkcemi. Jejich identifikace nabízí možnost studovat evoluci různých forem pšenice a jejich planých příbuzných druhů. Získané výsledky také jasně ukázaly na potřebu získat referenční sekvence z několika dalších genotypů pšenice.

Identifikace míst inserce transgenů do jaderného genomu je důležitá pro studium vlivu okolních sekvencí DNA na funkci transgenů a také pro charakterizaci genomu nově získaných transgenních materiálů. Lokalizace jednokopiových sekvencí DNA u rostlin s velkými genomy, jako jsou ječmen a pšenice, však dosud představuje obtížný úkol. S cílem překonat tyto potíže byl pro lokalizaci sacharózového transportéru ječmene u tří transgenních linií pšenice vypracován nový postup. Tyto transgenní linie byly získány v laboratoří Dr. W. Weschke (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Německo), přičemž veškeré předchozí snahy o lokalizaci transgenů selhaly. Nový a úspěšný postup spočíval ve využití chromozómů izolovaných pomocí průtokové cytometrie jako templátu pro PCR a pro fluorescenční *in situ* hybridizaci. Tímto způsobem bylo možné u každé linie určit chromozóm nesoucí transgen. Získaný výsledek byl potvrzen pomocí PCR, pro kterou byla jako templát použita DNA amplifikovaná z jedné kopie chromozómu. Zároveň tak byla potvrzena vhodnost a výhodnost nově navrženého postupu pro lokalizaci transgenů. Nový postup je vhodný pro lokalizaci jakýchkoliv jednokopiových sekvencí DNA nejen u pšenice, ale u jakéhokoliv druhu rostlin, u kterého je možné připravit suspenzi intaktních chromozómů vhodnou pro analýzu a třídění pomocí průtokové cytometrie.

A cultivar of Chinese Spring bread wheat (*Triticum aestivum*) was chosen as the reference genotype for genetics and genome sequencing of this important crop. At first the reference sequence of 3B chromosome was obtained, which offered the first opportunity for detailed description of intraspecific variation of wheat genome. In collaboration with the laboratory of Dr. C. Liu (CSIRO Agriculture, St. Lucia, Australia) 3B chromosome of the line NIL1A derived from the species *T. spelta* was isolated using flow cytometry. Based on sequence comparison of the two chromosomes about 160 Mb of DNA sequences in genotype NIL1A missing or greatly altered in Chinese Spring genome have been identified. For 37% of these sequences we failed to find similar sequences in available databases. Analysis of the potential functions of genes missing from Chinese Spring genotype indicated that it is not a random set of genes. However, it is a group of genes with specific functions. Their identification offers the opportunity to study the evolution of various forms of wheat, and their related wild species. The results also clearly showed the need to obtain a reference sequence of several other genotypes of wheat.

Identification of insertion sites of transgenes into the nuclear genome is essential for the study of influence of the surrounding DNA sequences on transgenes and also for characterizing the genome of the newly acquired transgenic materials. Localization of single copy DNA sequences in plants with large genomes, such as barley and wheat, however remains a difficult task. In order to overcome these difficulties there was a new procedure developed to locate a sucrose transporter of barley in three transgenic lines of wheat. These transgenic lines were obtained in the laboratory of Dr. W. Weschke (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, Germany), whereas all the previous attempts to localize the transgene have failed. Novel and successful approach consisted in the use of isolated chromosomes by flow cytometry as a template for PCR and fluorescence *in situ* hybridization. This way it was possible to determine the chromosome carrying the transgene for each line. Obtained results have been confirmed by PCR using DNA amplified from a single copy chromosome as template. At the same time it confirmed suitability and efficiency of the newly proposed procedure for localization of transgenes. The new method is suitable for locating any single copy DNA sequences not only in wheat, but in any type of plant, where it is possible to prepare a suspension of intact chromosomes suitable for analysis and sorting by flow cytometry.







V roce 2016 pokračoval vývoj vysoce kapacitních izolačních postupů pro stanovení rostlinných hormonů ze vzorků rostlinných pletiv. Byly publikovány nové specifické metody, jejichž použití přispělo k účinnější izolaci různých skupin fytohormonů z komplexní rostlinné matrice před kvantitativním stanovením. Nové metody byly použity pro studium metabolismu, transportu a biologických funkcí rostlinných hormonů.

Byla vyvinuta vysoce citlivá metoda pro stanovení 22 přirozeně se vyskytujících brassinosteroidů za pomoci ultra-účinné kapalinové chromatografie a tandemové hmotnostní spektrometrie. Skupina analyzovaných látek obsahuje jak biologicky aktivní koncové produkty biosyntetické dráhy, tak jejich neméně důležité biosyntetické prekurzory a poskytuje ucelený obraz o hladině těchto fyziologicky významných látek v daném fyziologickém procesu, Tarkovská D *et al.* (Anal. Bioanal. Chem., 2016, 6799–6812). Byla také studována vzájemná interakce mezi brassinosteroidy a ostatními fytohormony u rostlin ječmene v reakci na stres suchem. Studia byla prováděna na normálních a mutantních rostlinách ječmene (mutace v signální nebo biosyntetické dráze). Bylo zjištěno, že sucho výrazně zvyšuje množství castasteronu u všech studovaných genotypů.

V *Arabidopsis thaliana* byl identifikován nový aminokyselinový konjugát jasmonátového prekurzoru cis-(+)-12-oxo-fytodienové kyseliny (OPDA-Ile) v listech kvetoucí rostliny, Floková K *et al.* (Phytochemistry, 2016, 230–237). Koncentrační hladiny látky byly časově monitorovány v lokálně mechanicky stresovaném listovém pletivu *Arabidopsis* (ekotyp Col-0 a Ws) a porovnávány s analýzou mutantních linií, defektních v biosyntéze jasmonátů (dde2.2, opr3) nebo jejich metabolismu (jar1). V další fázi byla studována biologická aktivita tohoto nového aminokyselinového konjugátu. Pomocí exprese dvou genů indukovaných OPDA a studia stability a minimální konverze OPDA-Ile během biologického experimentu byla prokázána aktivita *in planta*.

Další část výzkumu byla zaměřena na auxin, klíčovou molekulu s širokým spektrem účinků, odpovědnou za regulaci růstu a vývoje rostlin. Studium mutantů *Arabidopsis* se sníženou nebo naopak zvýšenou aktivitou enzymu nazvaného DAO1 (dioxygenase for auxin oxidation 1) bylo možné prokázat, že právě DAO1 je v rostlinách zodpovědný za odbourávání auxinu oxidací. Společně s kolegy ze Švédska a Velké Británie bylo zjištěno, že pokud je tato degradační dráha v rostlině zablokována, je vyřazení z funkce kompenzováno zvýšenou konjugací auxinu s aminokyselinami. Tím je zajištěno zachování fyziologických hladin auxinu (tzv. homeostáze auxinu), aniž by došlo k dramatickému narušení vývoje rostliny, Porco S *et al.* (P. Natl. Acad. Sci. USA, 2016, 11016–11021). Dále byla studována metabolická konverze herbicidu a auxinového analoga 2,4-D za použití nové purifikační metody založené na izolaci pomocí nově připravených monoklonálních protilátek a hmotnostně spektrometrické detekci. Bylo prokázáno, že nejen 2,4-D, ale i jeho konjugáty s aminokyselinami mají inhibiční efekt na rostlinný růst skrze TIR1/AFB auxinem zprostředkovanou signální dráhu.

Výzkum cytokininů byl podpořen řadou mezinárodních spoluprací. Např. byl podán důkaz o pozitivním vztahu světla a cytokininů během vývoje pupenů. Dále byla publikována první studie molekulárních mechanismů účinku cytokininových receptorů, CHASE domain-contain-

The research team of Metabolomics research program developed new high-throughput isolation procedures for analyses of trace amounts of phytohormones in plant tissue samples. We published new specific solid-phase extraction (SPE) protocols for effective phytohormone isolation from very complex biological matrices combined with their quantitative determination. We applied novel methods with the aim to study a metabolism, transport and functions of phytohormones as extremely important signaling molecules.

In 2016, our research goal has been focused on brassinosteroids. We have developed a sensitive mass spectrometry-based method for the simultaneous profiling of twenty-two naturally occurring brassinosteroids including biosynthetic precursors and the majority of biologically active metabolites. We also provided a comprehensive analysis of the role of endogenous brassinosteroids in regulation of the homeostasis of other phytohormones, and barley response to drought stress. Material of this study included the barley cultivar "Bowman" and characterized semi-dwarf mutants of several genes encoding enzymes participating in brassinosteroid biosynthesis and signaling, Tarkovská D *et al.* (Anal. Bioanal. Chem., 2016, 6799–6812). To response to stress conditions, drought induced a significant increase in accumulation of the biologically active form of brassinosteroids – castasterone in all analyzed genotypes.

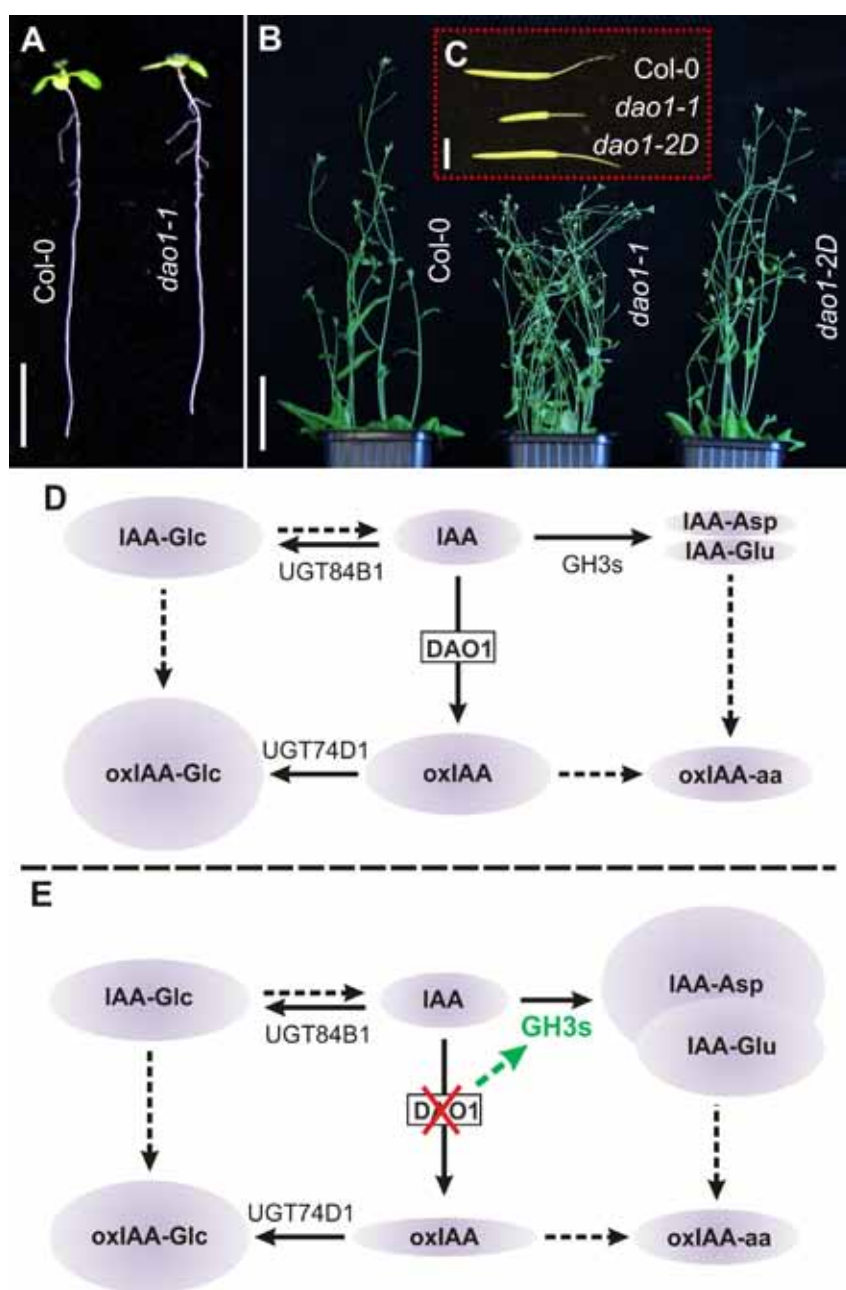
We have detected a previously undescribed isoleucine conjugate of the jasmonic acid biosynthetic precursor cis-(+)-12-oxo-phytodienoic acid (cis-(+)-OPDA-Ile) in the leaves of flowering *Arabidopsis thaliana* plants after local mechanical stress, Floková K *et al.* (Phytochemistry, 2016, 230–237). *Arabidopsis* ecotypes Col-0 and Ws, together with mutants deficient in JA biosynthesis (dde2-2, opr3) and metabolism (jar1), were studied to characterize their dynamic endogenous cis-(+)-OPDA-Ile profile. We further addressed the question on OPDA-Ile bioactivity by recording expression of two genes known to be induced by OPDA. Tests on putative conversion of OPDA-Ile during treatments revealed only negligible conversion. Both OPDA-inducible genes were significantly expressed by treatment of seedlings but less of flowering plants with OPDA-Ile suggesting a role of this compound as a signal *in planta*.

The research team was also focused on auxin, a plant hormone regulating almost every aspect of plant growth and development. We showed for the first time that DAO1 (dioxygenase for auxin oxidation 1) is the functional auxin oxidising enzyme in *Arabidopsis*. In an international project with Nottingham University (UK) and Umeå Plant Science Centre (Sweden) we provided a very detailed characterisation of this enzyme and described that mutants with reduced DAO1 activity have increased levels of auxin conjugates. This is important for keeping the auxin homeostasis balanced and control auxin concentration at optimal levels for plant growth and development, Porco S *et al.* (P. Natl. Acad. Sci. USA, 2016, 11016–11021). Moreover, we investigated metabolite conversion of 2,4-D, synthetic auxin herbicide, using a novel purification procedure based on the combination of ion exchange and immuno-specific sorbents combined with a sensitive liquid chromatography-mass spectrometry method. We identified that not only exogenous 2,4-D but also its conjugate with glutamate displayed an inhibitory effect on plant growth via the TIR1/AFB auxin-mediated signaling pathway.



ning histidine kinases (CHK1, CHK2, a CHK3) u mechu *Physcomitrella patens*. Byla připravena a ocharakterizována knihovna CHK knockout mutantů. I když nebyl sledován významnější vliv cytokininového signálu na fytohormonální homeostázu, tak výsledky ukázaly, že CHK receptory hrají základní roli při indukci pupenů a vývoji gametofor. Také byly analyzovány auxinové a cytokininové metabolity v oddělených částech prýtu a turionů dvou masožravých rostlin, *Aldrovanda vesiculosa* a *Utricularia australis*. Výsledky odhalily, že rychlá metabolizace těchto fytohormonů v prýtech je nezbytná pro udržení dynamické rovnováhy mezi stárnoucími a rychle rostoucími novými částmi výhonků, Šimura J et al. (Annals of Botany, 2016, 1037-1044).

The cytokinin research was supported by several international collaborations. We showed that CKs are initial components of the light signaling pathway that controls the initiation of bud outgrowth. We also provided a first insight into the molecular action of cytokinin in bryophyte *Physcomitrella patens* using a characterized collection of CHK (CHASE domain-containing histidine kinases) knockout mutants. The determination of cytokinin levels revealed only small impacts of cytokinin signaling on homeostasis and an essential role of CHK receptors in bud induction and gametophore development. Furthermore, the main auxin and cytokinin metabolites were analysed in separated shoot segments and turions of two carnivorous plants, *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. Our results indicated that the rapid turnover of these signaling molecules along the shoots is essential for maintaining the dynamic balance between the rapid polar growth and development of the apical parts and senescence of the older, basal parts of the shoots, Šimura J et al. (Annals of Botany, 2016, 1037-1044).



Vývojové fenotypy *dao1* mutantní linie a model homeostázy auxinu. (A) 10-denní rostlinky huseničku rolního ekotypu Col-0 a mutantní linie *dao1-1*. (B) Dospělé rostliny Col-0, *dao1-1* a *dao1-2D*. (C) Zralé šešule rostlin z panelu B. (D) V rostlině *Arabidopsis* je indol-3-ylacetátová kyselina (IAA) nevratně oxidována pomocí enzymu DAO1 na oxIAA a následně konjugována s glukosou enzymem UGT74D1 na oxIAA-Glc. IAA může být také přímo konjugována s glukosou pomocí UGT74D1 a s aminokyselinami za působení enzymů z rodiny Gretchen Hagen3 (GH3). (E) U mutantní linie *dao1-1* jsou GH3 geny silně indukované a dochází k akumulaci ireverzibilních forem konjugátů, IAA-Asp a IAA-Glu, zatímco hladina IAA-Glc se nemění.

Developmental phenotypes of *dao1* mutants and auxin homeostasis model. (A) *Arabidopsis* seedlings from Col-0 and the *dao1-1* mutant 10 days after germination. (B) Adult Col-0, *dao1-1* and *dao1-2D* plants. (C) Mature siliques from plants in B. (D) In wild-type plants, indole-3-acetic acid (IAA) is irreversibly oxidized to oxIAA by enzyme DAO1 and subsequently conjugated with glucose by the UGT74D1 enzyme to produce oxIAA-Glc. IAA can also be conjugated to either glucose (IAA-Glc) or amino acids by UGT84B1 and members of the GH3 (Gretchen Hagen3) family, respectively. (E) In the *dao1-1* mutant, GH3 genes are up-regulated to drain accumulating IAA by irreversible conjugation to form IAA-Asp and IAA-Glu, while IAA-Glc levels are unaltered.



## GENETIC RESOURCES OF VEGETABLES AND SPECIAL CROPS

Výzkumné práce provedené v tomto programu v roce 2016 lze rozdělit do několika částí:

1) Konzervace a hodnocení genetické diverzity genetických zdrojů zelenin, aromatických a kořeninových rostlin a hub.

V roce 2016 pokračovala práce s kolekcemi genetických zdrojů podle schválené Metodiky národního programu a mezinárodních platných standardů, ve kterých je zařazeno celkem 10283 položek genových zdrojů, z toho 892 položek je množeny vegetativně. Ve srovnání s minulým rokem se sbírky rozrostly o 154 položek nových genetických zdrojů. Bylo přemnoženo 292 položek semenných druhů a 893 položek vegetativně množných druhů, uživatelům bylo poskytnuto celkem 49 položek a 216 položek semenných druhů převedeno ke dlouhodobému uchování do Genové banky VÚRV, v. v. i., v Praze – Ruzyni. V kryobance VÚRV, v. v. i., je uloženo 127 položek rodu *Allium*. V informačním systému Grin Czech jsou v současné době evidována pasportní data o 10283 položkách zelenin a léčivých a kořeninových rostlin. Do informačního systému Grin Czech byla předána pasportní data o 64 nových položkách. Na pracovišti byla v průběhu vegetační sezóny 2016 získána popisná data u 502 položek, popisná data týkající se 139 položek byla předána do informačního systému. Do AEGIS je zařazeno 82 položek rodu *Allium*. Pracovní kolekce Sbírký jedlých a léčivých hub se v roce 2016 rozrostla o 36 kmenů rodu *Morchella* z 20 převážně přírodních lokalit v rámci České republiky a Slovenska.

2. Optimalizace pěstebních technologií vybraných druhů zelenin a speciálních plodin.

Druhým rokem byly testovány herbicidní přípravky Teridox 500 EC a Somero dle metodiky EPPO PP 1/49(3) při pěstování rockety seté. Ve dvou termínech byl hodnocen počet jedinců plevelů (heřmánkovce přímořský, hluchavka nachová a objímavá, ptačinec prostřední, rdesna, rozrazil perský, ježatka kuří noha, merlíky) na 1 m<sup>2</sup> plochy ošetřené přípravky Teridox 500 EC a Somero. Byl hodnocen výnos listů rockety sklizené v době konzumní zralosti z plochy 1 m<sup>2</sup>. Na základě hodnocení experimentu zaměřeného na produkci a výnos makrosklerocií smržů v neagarovém substrátu bylo vyselektováno celkem 20 kmenů potenciálně vhodných pro umělé pěstování. Bylo prokázáno, že lze uměle pěstovat smrže ve venkovním prostředí. Bylo vytipováno několik základních složek substrátu podporujících tvorbu plodnic a v následně založeném experimentu s vybranými kmeny smrže byly oproti předchozímu roku rovněž upraveny kultivační podmínky.

3) Studium rezistence vybraných GZ zelenin a speciálních plodin k chorobám a škůdcům.

Pro ČR byl nalezen a popsán nový druh patogenu chrpy žlutokvěté *Puccinia jaceae* a molekulárně geneticky bylo prokázáno, že sloučení tohoto druhu s druhem *Puccinia hieracii* je neopodstatněné.

4) Vývoj nových bioanalytických metod pro analýzu přírodních produktů.

Byly provedeny analýzy aromatických rostlin destilací a následnou GC-MS analýzou u 757 vzorků (bazalka 23, dobromysl 48, fenykl 260, máta 59, mateřídouška 326, meduňka 27, tymián 10, pelyněk 4). Dále bylo analyzováno 250 vzorků papriky na obsah capsaicinu a dihydro-

Research work performed in this programme in 2016 can be divided into several parts:

1) Conservation and evaluation of genetic diversity of vegetables, medicinal, aromatic and culinary plants (MAPs) and fungi genetic resources (GR).

In 2016, work has continued with collections of genetic resources following the approved Methodology of National Programme and internationally valid standards. At present, the standard collections include a total of 10283 genetic resources accessions, 892 of which are propagated vegetatively. The collection has grown by 154 acc. of new genetic resources. Users required 49 acc. of genetic resources during that period. In 2016, 292 acc. of generatively propagated and 893 acc. of vegetatively propagated species were successfully regenerated. Totally 216 acc. of generatively propagated species were transferred to the CRI Gene Bank in Prague – Ruzyně for a long-term conservation. There are 127 *Allium* acc. stored in CRI Cryobank. The Grin Czech information system (IS) comprises passport data about 10283 acc. Passport data on new 64 acc. have been transferred to Grin Czech IS. During vegetative period descriptive data for 502 acc. were obtained, data for 139 acc. were transferred to IS. 82 acc. of the genus *Allium* is entered in the AEGIS. In 2016, the collection of edible and medicinal mushrooms was enlarged by 36 strains of the genus *Morchella* originating from 20 largely natural localities in the Czech Republic and Slovakia.

2) Optimizing cultivation technologies of selected vegetables and special crops.

Testing of Herbicides Teridox 500 EC and Somero according to the methodology EPPO PP 1/49 (3) for the cultivation of rocket initiated last year has continued. Number of weed individuals (*Tripleurospermum maritimum*, *Lamium purpureum* and *L. amplexicaule*, *Stellaria media*, *Polygonum* spp., *Veronica persica*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium* spp.). At the time of consumer maturity the yield of rocket leaves harvested from the area of 1 m<sup>2</sup> was assessed. Based on the results of the previous experiment with *Morchella* spp. focused on evaluation of the yield of macrosclerotia in non-agar substrates totally 20 strains of *Morchella* spp. have been selected as potentially suitable for artificial cultivation. It has been also demonstrated that under conditions of the Czech Republic it is possible to grow morels artificially outdoors. Several basic components of the substrate were identified supporting formation of the fruiting bodies. Furthermore, cultivation conditions of the previous year were adjusted in a newly established experiment with the 20 selected *Morchella* strains.

3) Resistance studies of selected vegetables and special crops to diseases and pests.

A new pathogen of the giant knapweed found and described in the Czech Republic was identified as *Puccinia jaceae*. It was proven by molecular biological analysis that synonymizing of this species with the species *Puccinia hieracii* is unfounded.

4) Development of new analytical methods for natural products analyses.

In 2016, profiling of volatile compounds of 757 samples was performed by combination of steam-







capsaicinu, 39 vzorků měsíčku lékařského (karotenoidy) a 20 vzorků na polyaminy. Byla zavedena nová metoda stanovení glukosinolátů (8 látek), která bude použita ke studiu obsahu těchto sloučenin v tuřínech a ředkvi seté z kolekce genových zdrojů. Dále byly nově monitorovány obsahy rozpustných sacharidů a derivátů kvercetinu v kolekci 110 položek šalotky. Zcela nová LC-MS metoda stanovení kanabinoidů byla validována a následně bude použita při studiu technického i medicijního konopí.

5) Molekulárně biologické analýzy vybraných genetických zdrojů.

U nových myceliálních kultur 36 kmenů rodu *Morchella* byla provedena taxonomická determinace na druhové úrovni pomocí molekulárně biologických metod (Sangerovo sekvenování ITS a jiných jaderných regionů a srovnání výsledků s publikovanými sekvencemi).

-distillation and GC (basil 23, oregano 48, fennel 260, mint 59, thyme 336, melissa 27, southernwood 4). In addition, we analysed capsaicine and its dihydro-derivative in 250 samples of pepper, carotenoids in 39 samples of calendula and polyamines in 20 samples. New method for determination of glucosinolates was developed (8 compounds). The method will be used to assess glucosinolate content in turnips and radish from the gene collection. Moreover, we were monitoring levels of soluble sacharides in collection of shalotes (110 accessions). Novel LC-MS method for determination of cannabinoids was validated and will be applied to in studies of both, drug- and fiber-type cannabis.

5) Molecular biological analyses of selected genetic resources.

Thirty-six new strains of *Morchella* genus were taxonomically determined at the species level using molecular biological approach (Sanger sequencing of ITS and some other nuclear regions and comparison of the results with previously published sequences).

*Chemická analýza fytohormonů a sekundárních metabolitů rostlin*  
*Chemical analysis of phytohormones and plant secondary metabolites*





## PUBLIKOVANÉ VÝSLEDKY

### PUBLISHED RESULTS

Vědci Centra publikovali 146 článků v impaktovaných časopisech, vydali jednu knihu a pět kapitol v knihách. Průměrný impaktový faktor (IF) činil 3,861.

Vědečtí pracovníci se podíleli jako spoluautoři na článcích v časopisech jako např. Genome Biology (IF 11.313), Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (IF 9.423), Plant Cell (IF 8.538), Journal of Materials Chemistry A (IF 8.262), New Phytologist (IF 7.210), Plant Journal (IF 5.468), Plant Physiology (IF 6.280) nebo Plant Biotechnology Journal (IF 6.090).

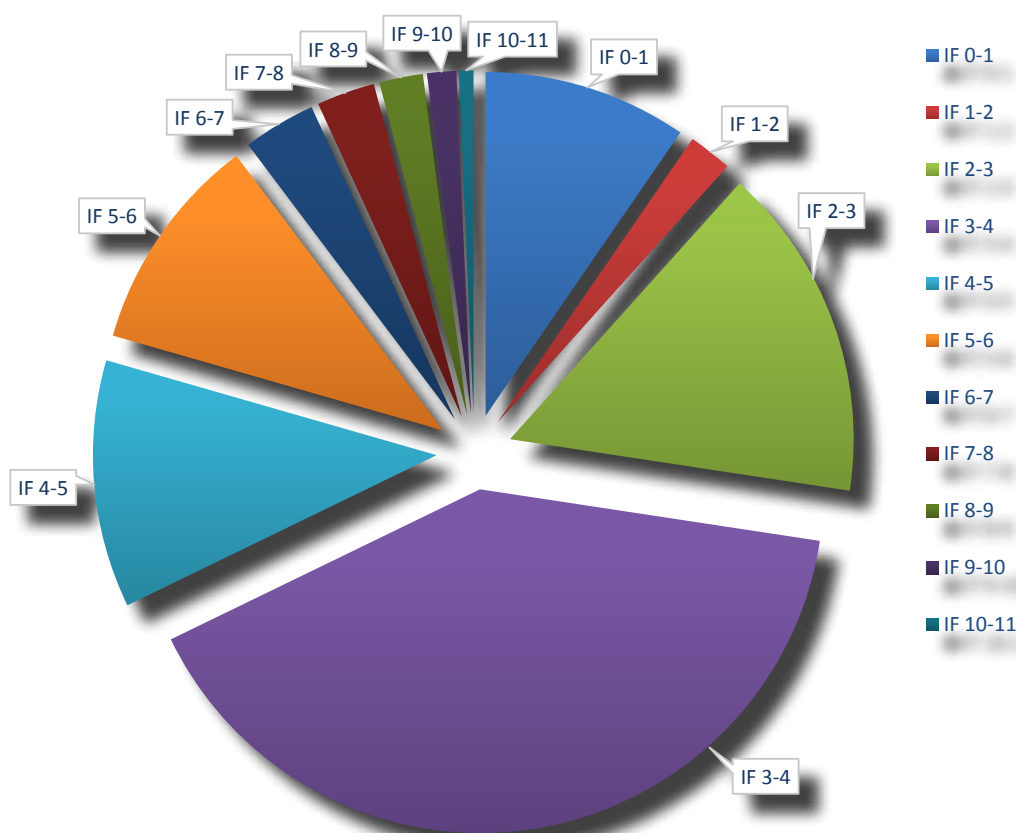
Rozdělení článků v časopisech dle impaktového faktoru je patrné z grafu.

A total of 146 papers in impacted journals, one scientific book and 5 scientific book chapters were published in 2016. The average impact factor (IF) was 3,861.

Scientists of the Centre co-authored papers published in journals such as Genome Biology (IF 11.313), Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (IF 9.423), Plant Cell (8.538), Journal of Materials Chemistry A (IF 8.262), New Phytologist (IF 7.210), Plant Journal (IF 5.468), Plant Physiology (IF 6.280), and Plant Biotechnology Journal (IF 6.090).

The graph below represents the distribution of papers in journals according to their impact factor.

#### Rozdělení publikací dle impaktového faktoru Division of papers according to impact factor



#### Vývoj počtu publikací a impakt faktoru v letech 2010 – 2016 Published papers in 2010 - 2016

ROK YEAR	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Počet publikací Number of papers		48	80	80	110	144	146
Průměrný impakt faktor Average impact factor		3,954	4,285	4,915	6,005	4,402	3,861

\*) V roce 2014 byly vydány čtyři články v prestižním časopise Science.

\*) Four papers were published in prestigious Science journal in 2014.





- Allegri L, Baldan F, Mio C, Puppini C, Russo D, Kryštof V, Damante G (2016) Effects of BP-14, a novel cyclin-dependent kinase inhibitor, on anaplastic thyroid cancer cells. *Oncol. Rep.* 35, 2413-2418; DOI: 10.3892/or.2016.4614
- Aremu AO, Plackova L, Grúz J, Biba O, Novák O, Stirk WA, Doležal K, Van Staden J (2016) Seaweed-Derived Biostimulant (Kelpak (R)) Influences Endogenous Cytokinins and Bioactive Compounds in Hydroponically Grown *Eucomis autumnalis*. *J. Plant Growth Regul* 35, 151-162; DOI: 10.1007/s00344-015-9515-8
- Aremu AO, Plačková L, Novák O, Stirk WA, Doležal K, Van Staden J (2016) Cytokinin profiles in *in vitro* acclimatized *Eucomis autumnalis* plants pre-treated with smoke-derived karrikinolide. *Plant Cell Rep.* 35, 227-238; DOI: 10.1007/s00299-015-1881-y
- Aremu AO, Plačková L, Pěňčík A, Novák O, Doležal K, Van Staden J (2016) Auxin-cytokinin interaction and variations in their metabolic products in the regulation of organogenesis in two *Eucomis* species. *New Biotechnol.* 33, 883-890; DOI:10.1016/j.nbt.2016.09.001
- Arnold MD, Gruber C, Floková K, Miersch O, Strnad M, Novák O, Wasternack C, Hause B (2016) The Recently Identified Isoleucine Conjugate of cis-12-Oxo-Phytodienoic Acid Is Partially Active in cis-12-Oxo-Phytodienoic Acid-Specific Gene Expression of *Arabidopsis thaliana*. *PLoS One* 11: e0162829; DOI:10.1371/journal.pone.0162829
- Asari S, Tarkowská D, Rolčík J, Novák O, Velázquez Palmero D, Bejai S, Meijer J (2016) Analysis of plant growth-promoting properties of *Bacillus amyloliquefaciens* UCMB5113 using *Arabidopsis thaliana* as host plant. *Planta* 19, 1-16; DOI:10.1007/s00425-016-2580-9
- Bajgar V, Penhaker M, Martinková L, Pavlovič A, Bober P, Trchová M, Stejskal J (2016) Cotton Fabric Coated with Conducting Polymers and its Application in Monitoring of Carnivorous Plants. *Sensors* 16, 498; DOI: 10.3390/s16040498
- Baltus CB, Jorda R, Marot C, Berka K, Bazgier V, Kryštof V, Prié G, Viaud-Massuar MC (2016) Synthesis, biological evaluation and molecular modeling of a novel series of 7-azaindole based tri-heterocyclic compounds as potent CDK2/Cyclin E inhibitors. *Eur. J. Med. Chem.* 108, 701-719; DOI: 10.1016/j.ejmech.2015.12.023
- Bar M, Israeli A, Levy M, Ben Gera H, Jiménez-Gómez JM, Kouril S, Tarkowski P, Ori N (2016) CLAUSA Is a MYB Transcription Factor That Promotes Leaf Differentiation by Attenuating Cytokinin Signaling. *Plant Cell* 28, 1602-1615; DOI: 10.1105/tpc.16.00211
- Baránková B, Lazár D, Nauš J (2016) Analysis of the effect of chloroplast arrangement on optical properties of green tobacco leaves. *Remote Sens. Environ.* 174, 181-196; DOI: 10.1016/j.rse.2015.12.011
- Bazgier V, Berka K, Otyepka M, Banáš P (2016) Exponential repulsion improves structural predictability of molecular docking. *J. Comput. Chem.* 37, 2485-2494; DOI: 10.1002/jcc.24473
- Beinhauer J, Lenobel R, Loginov D, Chamrád I, Řehulka P, Sedlářová M, Marchetti-Deschmann M, Allmaier G, Šebela M (2016) Identification of *Bremia lactucae* and *Oidium neolycopersici* proteins extracted for intact spore MALDI mass spectrometric biotyping. *Electrophoresis* 37, 2940-2952; DOI:10.1002/elps.201600144
- Beinhauer J, Raus M, Hanzalová A, Horčíčka P, Šebela M (2016) Intact spore MALDI-TOF mass spectrometry and proteomic analysis of *Puccinia pathogenica* fungi. *Biochim. Biophys. Acta – Proteins & Proteomics* 1864, 1093-1103; DOI: 10.1016/j.bbapap.2016.06.002
- Béres T, Tarkowski P (2016) Analýza nukleotidov v biologickom materiáli. *Chem. listy*, 110, 133-138
- Beresova L, Vesela E, Chamrád I, Voller J, Yamada M, Furst T, Lenobel R, Chroma K, Gursky J, Krizova K, Mistrik M, Bartek J. (2016) Role of DNA repair factor XPC in response to replication stress, revealed by DNA fragile site affinity chromatography and quantitative proteomics. *J. Proteome Res.* 15, 4505-4517; DOI: 10.1021/acs.jproteome.6b00622
- Biler M, Trouillas P, Biedermann D, Křen V, Kubala M (2016) Tunable optical properties of silymarin flavonolignans. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 328, 154-162; DOI: 10.1016/j.jphotochem.2016.05.024
- Boccaccini A, Lorrain R, Ruta V, Frey A, Mercey-Boutet S, Marion-Poll A, Tarkowská D, Strnad M, Costantino P, Vittorioso P (2016) The DAG1 transcription factor negatively regulates the seed-to-seedling transition in *Arabidopsis* acting on ABA and GA levels. *BMC Plant Biol.* 16:198; DOI: 10.1186/s12870-016-0890-5
- Boldizsar A, Vaňkova R, Novak A, Kalapos B, Gulyas Z, Pal M, Floková K, Janda T, Galiba G, Kocsy G (2016) The *mvp2* mutation affects the generative transition through the modification of transcriptome pattern, salicylic acid and cytokinin metabolism in *Triticum monococcum*. *K. Plant Physiol* 202, 21-33; DOI: 10.1016/j.jplph.2016.07.005
- Brabec V, Pracharova J, Stepankova J, Sadler PJ, Kasparkova J (2016) Photo-induced DNA cleavage and cytotoxicity of a ruthenium(II) arene anticancer complex. *J. Inorg. Biochem.* 160, 149-155; DOI: 10.1016/j.jinorgbio.2015.12.029
- Cápal P, Endo T, Vrána J, Kubaláková M, Karafiátová M, Komínková E, Mora-Ramirez I, Weschke W, Doležel J (2016) The utility of flow sorting to identify chromosomes carrying a single copy transgene in wheat. *Plant Methods* 12:24, DOI: 10.1186/s13007-016-0124-8







- Colak N, Torun H, Grúz J, Strnad M, Šubrtová M, Inceer H, Ayaz FA (2016) Comparison of Phenolics and Phenolic Acid Profiles in Conjunction with Oxygen Radical Absorbing Capacity (ORAC) in Berries of *Vaccinium arctostaphylos* L. and *V. myrtillus* L. Pol. J. Food Nutr. 66, 85-91; DOI: 10.1515/pjfn-2015-0053
- Colak N, Torun H, Grúz J, Strnad M, Hermosin-Gutierrez I, Hayirlioglu-Ayaz S, Ayaz FA (2016) Bog bilberry phenolics, antioxidant capacity and nutrient profile. Food Chem. 201, 339-349; DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.01.062
- Cubizolles N, Rey E, Choulet F, Rimbert H, Laugier C, Balfourier F, Bordes J, Poncet C, Jack P, James C, Gielen J, Argillier O, Jaubertie JP, Auzanneau J, Rohde A, Ouwerkerk PBF, Korzun V, Kollers S, Guerreiro L, Hourcade D, Robert O, Devaux P, Mastrangelo AM, Feuillet C, Sourdille P, Paux E (2016) Exploiting the Repetitive Fraction of the Wheat Genome for High-Throughput Single-Nucleotide Polymorphism Discovery and Genotyping. Plant Genome-US 9; DOI: 10.3835/plantgenome2015.09.0078
- Čudejková MM, Vojta P, Valík J, Galuszka P (2016) Quantitative and qualitative transcriptome analysis of four industrial strains of *Claviceps purpurea* with respect to ergot alkaloid production. New Biotechnol. 33, 743-754; DOI: 10.1016/j.nbt.2016.01.006
- Datta KJ, Gawande MB, Datta KKR, Ranc V, Pechousek J, Krizek M, Tucek J, Kale R, Pospisil P, Varma RS, Asefa T, Zoppellaro G, Zboril R (2016) Micro-mesoporous iron oxides with record efficiency for the decomposition of hydrogen peroxide: morphology driven catalysis for the degradation of organic contaminants. J. Mater. Chem. A 4, 596-604; DOI: 10.1039/C5TA08386A
- Drábek J, Smolíková M, Kalendar R, Lopes Pinto FA, Pavloušek P, Klepárník K, Frébort I (2016) Design and validation of an STR hexaplex assay for DNA profiling of grapevine cultivars. Electrophoresis 37, 3059-3067; DOI: 10.1002/elps.201600068
- Dudáš M, Vilková M, Béres T, Repčák M, Mártonfi P (2016) Two New Isomers of Palmityl-4-hydroxycinnamate from Flowers of *Taxaracum* Species. Nat. Prod. Commun. 11, 837-840
- Dušková E, Dušek K, Indrák P, Smékalová K (2016) Postharvest changes in essential oil content and quality of lavender flowers. Ind. Crop. Prod. 79, 225-231; DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.11.007
- Dziurka M, Janeczko A, Juhász C, Gullner G, Oklestková J, Novák O, Saja D, Skoczowski A, Tóbiás I, Barna B (2016) Local and systemic hormonal responses in pepper leaves during compatible and incompatible pepper-tobamovirus interactions. Plant Physiol. Bioch. 109, 355-364; DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.10.013
- Evtushenko EV, Levitsky VG, Elisafenko EA, Gunbin KV, Belousov AI, Šafař J, Doležel J, Vershinin AV (2016) The expansion of heterochromatin blocks in rye reflects the co-amplification of tandem repeats and adjacent transposable elements. BMC Genomics 17: 337; DOI: 10.1186/s12864-016-2667-5
- Eyer L, Vain T, Pařízková P, Oklestkova J, Barbez E, Kozubíková H, Pospíšil T, Wierzbicka R, Kleine-Vehn J, Fránek M, Strnad M, Robert S, Novák O (2016) 2,4-D and IAA amino acid conjugates show distinct metabolism in *Arabidopsis*. PLoS One 11, e0159269; DOI: 10.1371/journal.pone.0159269
- Floková K, Feussner K, Herrfurth C, Miersch O, Mik V, Tarkowská D, Strnad M, Feussner I, Wasternack C, Novak O (2016) A previously undescribed jasmonate compound in flowering *Arabidopsis thaliana* – The identification of cis-(+)-OPDA-Ile. Phytochemistry 122, 230-237; DOI: 10.1016/j.phytochem.2015.11.012
- Frömmel J, Tarkowski P, Kopečný D, Šebela M (2016) The use of tomato aminoaldehyde dehydrogenase 1 for the detection of aldehydes in fruit distillates. New Biotechnol. 33, 666-675; DOI: 10.1016/j.nbt.2015.11.010
- Gouil Q, Novák O, Baulcombe DC (2016) SLTAB2 is the paramutated SULFUREA locus in tomato. J. Exp. Bot. 67, 2655-2664; DOI:10.1093/jxb/erw096
- Groeme R, Airouche S, Kopečný D, Jaekel J, Savko M, Berjont N, Bussieres L, Le Mignon M, Jagic F, Zieglmayer P, Baron-Bodo V, Bordas-Le Floch V, Mascarell L, Briozzo P and Moingeon P (2016) Structural and Functional Characterization of the Major Allergen Amb a 11 from Short Ragweed Pollen. J. Biol. Chem. 291, 13076-13087; DOI: 10.1074/jbc.M115.702001
- Großkinsky DK, Tafner R, Moreno MV, Stenglein SA, García de Salamone IE, Nelson LM, Novák O, Strnad M, van der Graaff E, Roitsch T (2016) Cytokinin production by *Pseudomonas fluorescens* G20-18 determines biocontrol activity against *Pseudomonas syringae* in *Arabidopsis*. Sci. Rep. 6, 23310; DOI:10.1038/srep23310
- Gruszka D, Gorniak M, Glodowska E, Wierus E, Oklešťková J, Janeczko A, Maluszynski M, Szarejko I (2016) A Reverse-Genetics Mutational Analysis of the Barley HvDWARF Gene Results in Identification of a Series of Alleles and Mutants with Short Stature of Various Degree and Disturbance in BR Biosynthesis Allowing a New Insight into the Process. Int. J. Mol. Sci. 17, 600; DOI: 10.3390/ijms17040600
- Gruszka D, Janeczko A, Dziurka M, Pocięcha E, Oklešťkova J, Szarejko I (2016) Barley Brassinosteroid Mutants Provide an Insight into Phytohormonal Homeostasis in Plant Reaction to Drought Stress. Front Plant Sci. 7: 1824; DOI: 10.3389/fpls.2016.01824
- Halouzka R., Tarkowski P, Čavar Zeljković S (2016) Characterization of Phenolics and other Quality Parameters of Different Types of Honey. Czech J. Food Sci. 34, 244-253; DOI: 10.17221/321/2015-CJFS





- Hassler S, Jung B, Lemke L, Novák O, Strnad M, Martinoia E, Neuhaus HE (2016) Function of the Golgi-located phosphate transporter PHT4;6 is critical for senescence associated processes in *Arabidopsis*. *J. Exp. Bot.* 67, 4671-4684; DOI:10.1093/jxb/erw249
- Hényková E, Příkladová Vránová H, Amakorová P, Pospíšil T, Žukauskaite A, Vlčková M, Urbánek L, Novák O, Mareš J, Kaňovský P, Strnad M (2016) Stable isotope dilution ultra-high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry quantitative profiling of tryptophan-related neuroactive substances in human serum and cerebrospinal fluid. *J. Chromatogr. A* 1437, 145–157; DOI: 10.1016/j.chroma.2016. 02. 009
- Hinsch J, Galuszka P, Tudzynski P (2016) Functional characterization of the first filamentous fungal tRNA-isopentenyltransferase and its role in the virulence of *Claviceps purpurea*. *New Phytol.* 211, 980-992; DOI:10.1111/nph.13960
- Hloušková P, Bergougnoux V (2016) A subtracted cDNA library identifies genes up-regulated during PHOT1-mediated early step of de-etiolation in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *BMC Genomics* 17:291; DOI:10.1186/s12864-016-2613-6
- Hluska T, Dobrev PI, Tarkowská D, Frébortová J, Zalabák D, Kopečný D, Plíhal O, Kokáš F, Briozzo P, Zatloukal M, Motyka V, Galuszka P (2016) Cytokinin metabolism in maize: Novel evidence of cytokinin abundance, interconversions and formation of a new trans-zeatin metabolic product with a weak anticytokinin activity. *Plant Sci.* 247, 127–137; DOI:10.1016/j.plantsci.2016. 03. 014
- Hluska T, Dobrev PI, Tarkowská D, Frébortová J, Zalabák D, Kopečný D, Plíhal O, Kokáš F, Briozzo P, Zatloukal M, Motyka V, Galuszka P (2016) Cytokinin metabolism in maize: Novel evidence of cytokinin abundance, interconversions and formation of a new trans-zeatin metabolic product with a weak anticytokinin activity. *Plant Sci.* 247, 127–137; DOI: 10.1016/j.plantsci.2016. 03. 014
- Hřibová E, Holušová K, Trávníček P, Petrovská B, Ponert J, Šimková H, Kubátová B, Jeršáková J, Curn V, Suda J, Doležel J, Vrána J (2016) The Enigma of Progressively Partial Endoreplication: New Insights Provided by Flow Cytometry and Next-Generation Sequencing. *Genome Biol. Evol.* 8, 1996–2005; DOI: 10.1093/gbe/evw141
- Hýbl M, Doležalová I, Petřelová I, Smékalová K, Kopecký P, Dušková E, Stavělková H, Dušek (2016) Semena a plody vybraných druhů zelenin, léčivých rostlin a speciálních plodin, 1. část – zeleniny. Agriprint, s.r.o.; ISBN 978-80-87091-67-8.
- Ivaničová Z, Jakobson I, Reis D, Šafář J, Milec Z, Abrouk M, Doležel J, Jarve K, Valárik M (2016) Characterization of new allele influencing flowering time in bread wheat introgressed from *Triticum militinae*. *New Biotechnol* 33, 718 -727; DOI: 10.1016/j.nbt.2016. 01. 008
- Jiskrová E, Novák O, Pospíšilová H, Holubová K, Karády M, Galuszka P, Robert S, Frébort I (2016) Extra- and intracellular distribution of cytokinins in the leaves of monocots and dicots. *New Biotech.* 33, 735–742; DOI:10.1016/j.nbt.2015. 12. 010
- Kagy V, Wong M, Vandenbroucke H, Jenny C, Dubois C, Ollivier A, Cardi C, Mournet P, Tuia V, Roux N, Doležel J, Perrier X (2016) Traditional Banana Diversity in Oceania: An Endangered Heritage. *Plos One* 11, e0151208; DOI: 10.1371/journal.pone.0151208
- Karafiátová M, Bartoš J, Doležel J (2016) Localization of low-copy DNA sequences on mitotic chromosomes by FISH. In: Kianian PMA, Kianian SF (eds): *Methods in Molecular Biology: Plant Cytogenetics*. Springer, 49-64; ISBN 978-1-4939-3620-5; DOI: 10.1007/978-1-4939-3622-9\_5
- Karafiátová M, Doležel J (2016) Cytogenetics of cicer. In: Varshney RK, Thudi M, Muehlbauer F (eds): *The Chickpea Genome*. Springer.
- Karampelias M, Neyt P, De Groeve S, Aesaert S, Coussens G, Rolčík J, Bruno L, De Winne N, Van Minnebruggen A, Van Montagu M, Ponce MR, Micol JL, Friml J, De Jaeger G, Van Lijsebettens M (2016) ROTUNDA3 function in plant development by phosphatase 2A-mediated regulation of auxin transporter recycling. *P. NATL. ACAD. SCI. USA* 113, 2768-2773; DOI: 10.1073/pnas.1501343112
- Kokáš F, Vojta P, Galuszka P (2016) Dataset for transcriptional response of barley (*Hordeum vulgare*) exposed to drought and subsequent re-watering. *Data in Brief* 8, 334-341; DOI:10.1016/j.dib.2016. 05. 051
- Kolatorova Sosvorova L, Sarek J, Vitku J, Kvasnica M (2016) Synthesis of 3 $\alpha$ -deuterated 7 $\alpha$ -hydroxy-DHEA and 7-oxo-DHEA and application in LC-MS/MS plasma analysis. *Steroids* 112, 88–94; DOI: 10.1016/j.steroids.2016. 05. 001
- Komínková E, Dreiseitl A, Malečková E, Doležel J, Valárik M (2016) Genetic Diversity of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* in Central Europe and Its Comparison with Australian Population. *Plos One* 11, e0167099; DOI: 10.1371/journal.pone.0167099
- Koo DH, Tiwari VK, Hřibová E, Doležel J, Friebe B, Gill BS (2016) Molecular Cytogenetic Mapping of Satellite DNA Sequences in *Aegilops geniculata* and Wheat. *Cytogenet. Genome Res.* 148, 314-321; DOI: 10.1159/000447471
- Kopečný D, Končítiková R, Popelka H, Briozzo P, Vigouroux A, Kopečná M, Zalabák D, Šebela M, Skopalová J, Frébort I, Moréra S (2016) Kinetic and structural investigation of the cytokinin oxidase/dehydrogenase active site. *FEBS J.* 283 (2), 361-377; DOI:10.1111/febs.13581





- Koprna R, De Diego N, Dundálková L, Spíchal L (2016) Use of Cytokinins as Agrochemicals. *Bioorgan. Med. Chem.* 24, 484–492; DOI: 10.1016/j.bmc.2015.12.022
- Korovetská K, Novák O, Turečková V, Hájíčková M, Gloser V (2016) Signalling mechanisms involved in the response of two varieties of *Humulus lupulus* L. to soil drying: II. changes in the concentration of abscisic acid catabolites and stress-induced phytohormones. *Plant Growth Regul.* 78, 13-20; DOI:10.1007/s10725-015-0058-6
- Kouřil R, Nosek L, Bartoš J, Boekema EJ, Ilík P (2016) Evolutionary loss of light-harvesting proteins Lhcb6 and Lhcb3 in major land plant groups – break-up of current dogma. *New Phytologist* 210, 808-814; DOI: 10.1111/nph.13947
- Kovačík J, Grúz J, Bíba O, Hedbavny J (2016) Content of metals and metabolites in honey originated from the vicinity of industrial town Kosice (eastern Slovakia). *Environ. Sci. Pollutr. R.* 23, 4531-4540; DOI: 10.1007/s11356-015-5627-8
- Křupka M, Mašek J, Barkocziová L, Knotigová PT, Kulich P, Plocková J, Lukač R, Bartheldyová E, Koudelka Š, Chaloupková R, Šebela M, Zyka D, Droz L, Effenberg R, Ledvina M, Miller AD, Turánek J, Raška M (2016) The Position of His-Tag in Recombinant OspC and Application of Various Adjuvants Affects the Intensity and Quality of Specific Antibody Response after Immunization of Experimental Mice. *Plos One* 11, e0148497; DOI: 10.1371/journal.pone.0148497
- Kubala M, Cechova P, Geleticova J, Biler M, Stenclova T, Trouillas P, Biedermann D (2016) Flavonolignans as a novel class of sodium pump inhibitors. *Front. Physiol.* 7, 115; DOI: 10.3389/fphys.2016.00115
- Kuczynska K, Cmoch P, Rárová L, Oklešťková J, Korda A, Pakulski Z, Strnad M (2016) Influence of intramolecular hydrogen bonds on regioselectivity of glycosylation. Synthesis of lupane-type saponins bearing the OSW-1 saponin disaccharide unit and its isomers. *Carbohydr Res.* 423, 49-69; DOI: 10.1016/j.carres.2016. 01. 010
- Kučera L, Fanali S, Aturki Z, Pospíšil T, Bednář P (2016) Comparison of nano and conventional liquid chromatographic methods for the separation of (+)-catechin-ethyl-malvidin-3-glucoside diastereoisomers. *J. Chromatogr. A* 1428, 126–133; DOI: 10.1016/j.chroma.2015. 09. 074
- Kvasnica M, Oklestkova J, Bazgier V, Rárová L, Korinkova P, Mikulik J, Budesinsky M, Beres T, Berka K, Lu Q, Russinova E, Strnad M (2016) Design, synthesis and biological activities of new brassinosteroid analogues with phenyl group in the side chain. *Org. Biomol. Chem.* 14, 8691-8701; DOI: 10.1039/C6OB01479H
- Lamie PF, Ali WAM, Bazgier V, Rárová L (2016) Novel N-substituted indole Schiff bases as dual inhibitors of cyclooxygenase-2 and 5-lipoxygenase enzymes: Synthesis, biological activities *in vitro* and docking study. *Eur. J. Med. Chem.* 123, 803–813; DOI: 10.1016/j.ejmech.2016. 08. 013
- Leljak-Levanić D, Mrvková M, Turečková V, Pěňčík A, Rolčík J, Strnad M, Mihaljević S (2016) Hormonal and epigenetic regulation during embryogenic tissue habituation in *Cucurbita pepo* L. *Plant Cell Rep.* 35, 77-89; DOI: 10.1007/s00299-015-1869-7
- Loginov D, Šebela M (2016) Proteomics of survival structures of fungal pathogens. *New Biotechnol.* 33, 655-665; DOI:10.1016/j.nbt.2015. 12. 011
- Majeská Čudejková M, Vojta P, Valík J, Galuszka P (2016) Quantitative and qualitative transcriptome analysis of four industrial strains of *Claviceps purpurea* with respect to ergot alkaloid production. *New Biotechnol.* 33, 743-754; DOI:10.1016/j.nbt.2016. 01. 006
- Malik S, Bhushan S, Sharma M, Ahuja PS (2016) Biotechnological approaches to the production of shikonins: a critical review with recent updates. *Crit. Rev Biotechnol.* 36, 327-340; DOI: 10.3109/07388551.2014.961003
- Malinowski R, Novák O, Borhan MH, Spíchal L, Strnad M, Rolfe SA (2016) The role of cytokinins in clubroot disease. *Eur. J. Plant Pathol.* 145, 543–557; DOI:10.1007/s10658-015-0845-y
- Margaritopoulou T, Kryovrysanaki N, Megkoula P, Prassinos C, Samakovli D, Milioni D, Hatzopoulos P (2016) HSP90 canonical content organizes a molecular scaffold mechanism to progress flowering. *Plant J.* 87; 174-187; DOI: 10.1111/tpj.13191
- Martin G, Baurens FC, Droc G, Rouard M, Cenci A, Kilian A, Hastie A, Doležel J, Aury JM, Alberti A, Carreel F, D'Hont A (2016) Improvement of the banana „*Musa acuminata*” reference sequence using NGS data and semi-automated bioinformatics methods. *BMC GENOMICS* 17:243; DOI: 10.1186/s12864-016-2579-4
- Martín-Rodríguez JA, Huertas R, Ho-Plágaro T, Ocampo JA, Turečková V, Tarkowská D, Ludwig-Müller J, García-Garrido JM (2016) Gibberellin–Abscisic Acid Balances during Arbuscular Mycorrhiza Formation in Tomato. *Front. Plant Sci.*, in press; DOI:10.3389/fpls.2016.01273
- Miguel A, Milhinhos A, Novák O, Jones B, Miquel CM (2016) The SHORT-ROOT-like gene PtSHR2B is involved in *Populus phellogen* activity. *J. Exp. Bot.* 67, 1545-1555; DOI: 10.1093/jxb/erv547
- Molnár I, Vrána J, Burešová V, Cápál P, Farkaš A, Darko E, Cseh A, Kubaláková M, Molnar-Lang M, Doležel J (2016) Dissecting the U, M, S and C genomes of wild relatives of bread wheat (*Aegilops* spp.) into chromosomes and exploring their synteny with wheat. *Plant J* 88, 452-467; DOI: 10.1111/tpj.13266
- Morzycki JW, Rárová L, Grúz J, Sawczuk T, Kielczewska U, Siergiejczyk L, Wojtkielewicz A (2016) Synthesis of aromatic retinoids and curcuminoids and evaluation of their antiproliferative, antiradical and anti-inflammatory activities. *ChemistryOpen* 5, 339-350. DOI: 10.1002/open.201600027







- Nauš J, Šmecko S, Špundová M (2016) Chloroplast avoidance movement as a sensitive indicator of relative water content during leaf desiccation in the dark. *Photosynthesis Res.* 129, 217-225; DOI: 10.1007/s11120-016-0291-5
- Nisler J, Kopečný D, Končítíková R, Bazgier V, Berka K, Zalabák D, Briozzo P, Strnad M (2016) Novel thidiazuron-derived inhibitors of cytokinin oxidase/dehydrogenase. *Plant Mol. Biol.* 92, 235-248; DOI: 10.1007/s11103-016-0509-0
- Nosek L, Semchonok D, Boekema EJ, Ilík P, Kouřil R (2017) Structural variability of plant photosystem II megacomplexes in thylakoid membranes. *Plant J.*, in press; DOI: 10.1111/tbj.13325
- Novák D, Kuchařová A, Ovečka M, Komis G, Šamaj J (2016) Developmental Nuclear Localization and Quantification of GFP-Tagged EB1c in *Arabidopsis* Root Using Light-Sheet Microscopy. *Front. Plant Sci.* 6, 1185; DOI:10.3389/fpls.2015.01187
- Otto M, Naumann C, Brandt W, Wasternack C, Hause B (2016) Activity Regulation by Heteromerization of *Arabidopsis* Allene Oxide Cyclase Family Members. *Plants* 5, 3; DOI: 10.3390/plants5010003
- Pacheco-Villalobos D, Díaz-Moreno SM, van der Schuren A, Tamaki T, Kang YH, Gujas B, Novak O, Jaspert N, Li Z, Wolf S, Oecking C, Ljung K, Bulone V, Hardtke CS (2016) The Effects of High Steady State Auxin Levels on Root Cell Elongation in *Brachypodium*. *Plant Cell* 28, 1009-1024; DOI:10.1105/tpc.16.01057
- Patel RV, Mistry B, Syed R, Rathi Ak, Lee YJ, Sung JS, Shinf HS, Keum YS (2016) Chrysin-piperazine conjugates as antioxidant and anticancer agents. *Eur. J. Pharm. Sci* 88, 166-177; DOI: 10.1016/j.ejps.2016. 02. 011
- Pavlovič A, Krausko M, Adamec L (2016) A carnivorous sundew plant prefers protein over chitin as a source of nitrogen from its traps. *Plant Physiol. Biochem.* 104, 11-16; DOI: 10.1016/j.plaphy.2016. 03. 008
- Pavlovič A, Stolárik T, Nosek L, Kouřil R, Ilík P (2016) Light-induced gradual activation of photosystem II in dark-grown Norway spruce seedlings. *Biochim. Biophys. Acta-Bioenerg.* 1857, 799-809; DOI:10.1016/j.bbabi.2016. 02. 009
- Petrik M, Zhai CY, Nový Z, Urbánek L, Haas H, Decristoforo C (2016) *In Vitro* and *In Vivo* Comparison of Selected Ga-68 and Zr-89 Labelled Siderophores. *Mol. Imaging Biol.* 18, 344-352; DOI: 10.1007/s11307-015-0897-6
- Petrovská B, Šebela M, Doležel J (2016) Discovering the world of plant nuclear proteins. In: Rose RJ (ed.) *Molecular Cell Biology of the Growth and Differentiation of Plant Cells*. CRC Press, 22-36; ISBN 9781498726023; DOI: 10.1201/b20316-4
- Petrovská B, Šebela M, Doležel J (2016) Discovering the world of plant nuclear proteins. In: Rose RR (ed): *Molecular Cell Biology of the Growth and Differentiation of Plant Cells*. CRC Press, 22-36; ISBN 978-1-4987-2602-3; DOI: 10.1201/b20316-4
- Pilařová V, Gottvald T, Svoboda P, Benešová K, Běláková S, Novák O, Nováková L (2016) Development and optimization of ultra-high performance supercritical fluid chromatography mass spectrometry method for high-throughput determination of tocopherols and tocotrienols in human serum. *Anal. Chim. Acta* 934, 252-265; DOI:10.1016/j.aca.2016. 06. 008
- Plíhalová L, Vylíčilová H, Doležal K, Zahajská L, Zatloukal M, Strnad M (2016) Synthesis of aromatic cytokinins for plant biotechnology. *New Biotechnol.* 33, 614-624; DOI:10.1016/j.nbt.2015. 11. 009
- Pociecha E, Dziurka M, Oklešťková J, Janeczko A (2016) Brassinosteroids increase winter survival of winter rye (*Secale cereale* L.) by affecting photosynthetic capacity and carbohydrate metabolism during the cold acclimation process. *Plant Growth Regul.* 18, 1-9; DOI: 10.1007/s10725-016-0149-z
- Porco S, Pěňčík A, Rashed A, Voß U, Casanova-Sáez R, Bishopp A, Golebiowska A, Bhosale R., Swarup R, Swarup K, Peňáková P, Novák O, Staswick P, Hedden P, Phillips AL, Vissenberg K, Bennett MJ, Ljung K (2016) The dioxygenase-encoding AtDAO1 gene controls IAA oxidation and homeostasis in *Arabidopsis*. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 113, 11016-11021; DOI:10.1073/pnas.1604375113
- Pospíšil P (2016) Production of Reactive Oxygen Species by Photo system II as a Response to Light and Temperature Stress. *Front Plant Sci.* 7, 1951-1951; DOI: 10.3389/fpls.2016.01950
- Pospíšilová H, Jiskrová E, Vojta P, Mrízová K, Kokáš F, Majeská Čudejková M, Bergougnoux V, Plíhal O, Klimešová J, Novák O, Dzurová L, Frébort I, Galuszka P (2016) Transgenic barley overexpressing a cytokinin dehydrogenase gene shows greater tolerance to drought stress. *New Biotech.* 33, 692-705; DOI:10.1016/j.nbt.2015. 12. 005
- Pracharova J, Radosova Muchova T, Dvorak Tomastikova E, Intini F, Pacifico C, Natile G, Kasparkova J, Brabec V (2016) Anticancer potential of a photoactivated transplatin derivative containing methylazaindole ligands mediated by ROS generation and DNA cleavage. *Dalton T.* 45, 13179-13186; DOI: 10.1039/C6DT01467D
- Prasad A, Ferretti U, Sedlářová M, Pospíšil P (2016) Singlet oxygen production in *Chlamydomonas reinhardtii* under heat stress. *Sci Rep* 6, 20094; DOI: 10.1038/srep20094
- Pyszková M, Biler M, Biedermann D, Valentová K, Kuzma M, Vrba J, Ulrichová J, Sokolová R, Mojvič M, Popović-Bijelić A, Kubala M, Trouillas P, Křen V, Vacek J (2016) Flavonolignan 2,3-dehydroderivatives: Preparation, antiradical and cytoprotective activity. *Free Rad. Biol. Med.* 90, 114-125; DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2015. 11. 014





- Rárová L, Steigerová J, Kvasnica M, Bartůňek P, Křížová K, Chodounská H, Kolář Z, Sedlák D, Oklešťková J, Strnad M (2016) Structure activity relationship studies on cytotoxicity and the effects on steroid receptor of AB-functionalized cholestanes. *J Steroid Biochem. Mol. Biol.* 159, 154-169; DOI: 10.1016/j.jsbmb.2016. 03. 017
- Roche J, Love J, Guo Q, Song J, Cao M, Fraser K, Jones C, Novák O, Turnbull MH, Jameson PE (2016) Metabolic changes and associated cytokinin signals in response to nitrate assimilation in roots and shoots of *Lolium perenne*. *Physiol. Plantarum* 156, 497-511; DOI: 10.1111/ppl.12412
- Roman H, Girault T, Barbier F, Péron T, Brouard N, Pencik A, Novak O, Vian A, Sakr S, Lothier J, Le Gourrierc J, Leduc N (2016) Cytokinins are initial targets of light in the control of bud outgrowth. *Plant Physiol.* 172, 489-509; DOI:10.1104/pp.16.00530
- Rosero A, Oulehlová S, Stillerová L, Schieberotvá P, Grunt M, Žárský V, Cvrčková F (2016) *Arabidopsis* FH1 Formin Affects Cotyledon Pavement Cell Shape by Modulating Cytoskeleton Dynamics. *Plant Cell Physiol.* 57, 488-504; DOI: 10.1093/pcp/pcv209
- Rýdlová J, Jelínková M, Dušek K, Dušková E, Vosátka M, Puschel D (2016) Arbuscular mycorrhiza differentially affects synthesis of essential oils in coriander and dill. *Mycorrhiza* 26, 123-131; DOI:10.1007/s00572-015-0652-5
- Samec D, Valek-Zulj L, Martinez S, Grúz J, Piljac A, Piljac-Zegarac J (2016) Phenolic acids significantly contribute to antioxidant potency of *Gynostemma pentaphyllum* aqueous and methanol extracts. *Ind. Crop. Prod.* 84, 104-107; DOI: 10.1016/j.indcrop.2016. 01. 035
- Sánchez-López ÁM, Bahaji A, De Diego N, Baslam M, Li J, Muñoz FJ, Almagro G, García-Gómez P, Amezttoy K, Ricarte-Bermejo A, Novák O, Humplík JF, Spíchal L, Doležal K, Ciordia S, Mena MC, Navajas R, Baroja-Fernández E, Pozueta-Romero J (2016) *Arabidopsis* Responds to *Alternaria alternata* Volatiles by Triggering Plastid Phosphoglucose Isomerase-Independent Mechanis. *Plant Physiol.* 172, 1989-2001; DOI:10.1104/pp.16.00945
- Sánchez-López ÁM, Baslam M, De Diego N, Muñoz FJ, Bahaji A, Almagro G, Ricarte-Bermejo A, García-Gómez P, Li J, Humplík JF, Novák O, Spíchal L, Doležal K, Baroja-Fernández E, Pozueta-Romero J (2016) Volatile compounds emitted by diverse phytopathogenic microorganisms promote plant growth and flowering through cytokinin action. *Plant, Cell & Environment* 39, 2592-2608; DOI:10.1111/pce.12759
- Sanchez-Martin J, Steuernagel B, Ghosh S, Herren G, Hurni S, Adamski N, Vrána J, Kubaláková M, Krattinger SG, Wicker T, Doležel J, Keller B, Wulff BBH (2016) Rapid gene isolation in barley and wheat by mutant chromosome sequencing. *Genome Biol.* 17:221; DOI: 10.1186/s13059-016-1082-1
- Sardos J, Rouard m, Hueber Y, Cenci A, Hyma KE, van den Houwe I, Hřibová E, Courtois B, Roux N (2016) A Genome-Wide Association Study on the Seedless Phenotype in Banana (*Musa* spp.) Reveals the Potential of a Selected Panel to Detect Candidate Genes in a Vegetatively Propagated Crop. *Plos One* 11, e0154448; DOI: 10.1371/journal.pone.0154448
- Semina E, Zukauskaitė A, Sackus A, De Kimpe N, Mangelinckx S (2016) Selective Elaboration of Aminodiols towards Small Ring alpha- and beta-Amino Acid Derivatives that Incorporate an Aziridine, Azetidone, or Epoxide Scaffold. *Eur. J. Org. Chem.* 9, 1720-1731; DOI: 10.1002/ejoc.201600036
- Shahnejat-Bushehri A, Tarkowska D, Sakuraba Y, Balazadeh S (2016) *Arabidopsis* NAC transcription factor JUB1 regulates GA/BR metabolism and signalling. *Nat. Plants* 2, 16013 DOI: 10.1038/nplants.2016.13
- Shorinola O, Bird N, Simmonds J, Berry S, Henriksson T, Jack P, Werner P, Gerjets T, Balcárková B, Valárik M, Holdsworth MJ, Flintham J, Uauy C (2016) The wheat *Phs-A1* pre-harvest sprouting resistance locus delays the rate of seed dormancy loss and maps 0.3 cM distal to the *PM19* genes in UK germplasm. *J. Exp. Bot.* 67, 4169-4178; DOI: 10.1093/jxb/erw194
- Sidoryk K, Cmoch P, Rárová L, Oklešťková J, Pakulski Z, Strnad M (2016) Synthesis of S-(28a-homobetulin-28a-yl) thiophosphate, thiophosphonate, and thiophosphinate. *Phosphorus Sulfur Silicon Relat. Elem.* 191, 1240-1244; DOI: 10.1080/10426507.2016.1165679
- Sidoryk K, Rárová L, Oklešťková J, Pakulski Z, Strnad M, Cmoch P, Luboradzki R (2016) Synthesis of 28a-homoselenolupanes and 28a-homoselenolupane saponins. *Org. Biomol. Chem.* 14, 10238-10248; DOI:10.1039/C6OB01938B
- Sidoryk K, Korda A, Rárová L, Oklešťková J, Pakulski Z, Strnad M, Cmoch P, Gwardiak K, Karczewski R (2016) Synthesis and Cytotoxicity of 28a-Homothiolupanes and 28a-Homothiolupane Saponins. *Eur. J. Org. Chem.* 2016, 373-383; DOI: 10.1002/ejoc.201501147
- Simon S, Skupa P, Viaene T, Zwiewka M, Tejos R, Klíma P, Carna M, Ročík J, De Rycke R, Moreno I, Dobrev PI, Orellana A, Zažímalová E, Friml J (2016) PIN6 auxin transporter at endoplasmic reticulum and plasma membrane mediates auxin homeostasis and organogenesis in *Arabidopsis*. *New Phytol.* 211; 65-74; DOI: 10.1111/nph.14019
- Sinha RK, Pospíšil P, Maheshwari P, Eudes F (2016) Bcl-2 Delta 21 and Ac-DEVD-CHO Inhibit Death of Wheat Microspores. *Front Plant Sci* 7: 1931; DOI: 10.3389/fpls.2016.01931
- Sochor M, Trávníček B (2016) Melting pot of biodiversity: first insights into the evolutionary patterns of the Colchic bramble flora (*Rubus* subgenus *Rubus*). *Bot. J. Linn. Soc.* 181, 610-620; DOI: 10.1111/boj.12436





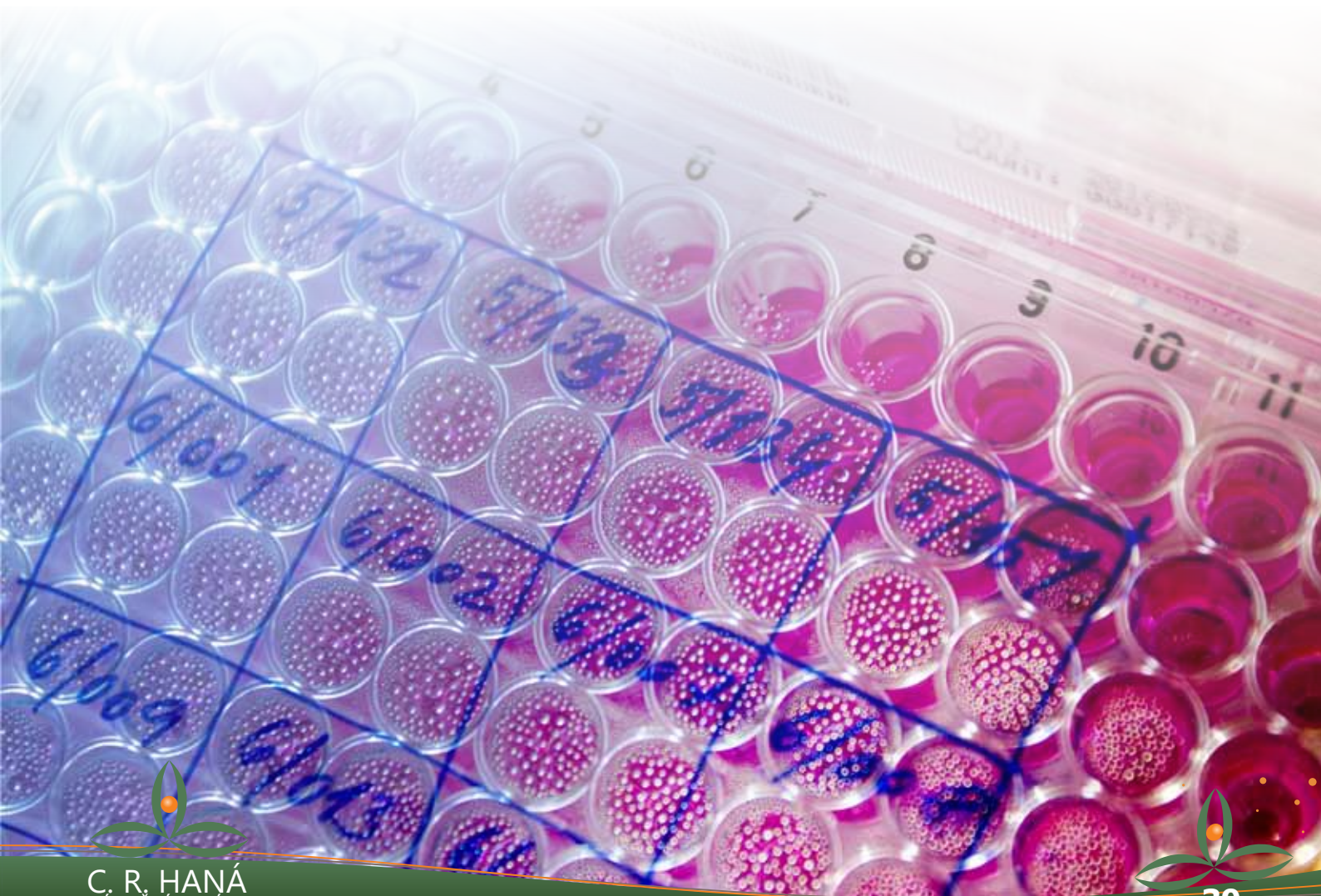
- Sosvorová LK, Sarek J, Vitku J, Kvasnica M (2016) Synthesis of 3 alpha-deuterated 7 alpha-hydroxy-DHEA and 7-oxo-DHEA and application in LC-MS/MS plasma analysis. *Steroids* 112, 88-94; DOI: 10.1016/j.steroids.2016.05.001
- Staňková H, Hastie AR, Chan S, Vrána J, Tulpová Z, Kubaláková M, Visendi P, Hayashi S, Luo MC, Batley J, Edwards D, Doležel J, Šimková H (2016) BioNano genome mapping of individual chromosomes supports physical mapping and sequence assembly in complex plant genomes. *Plant Biotechnol. J.* 14; 1523-1531; DOI: 10.1111/pbi.12513
- Steiner E, Livne S, Kobinson-Katz T, Tal L, Pri-Tal O, Mosquna A, Tarkowska D, Mueller B, Tarkowski P, Weiss D (2016) The Putative O-Linked N-Acetylglucosamine Transferase SPINDLY Inhibits Class I TCP Proteolysis to Promote Sensitivity to Cytokinin. *Plant Physiol.* 171, 1485-1494; DOI: 10.1104/pp.16.00343
- Šafář J, Šimková H, Doležel J (2016) Construction of BAC libraries from flow-sorted chromosomes. In: Kianian PMA, Kianian SF (eds): *Methods in Molecular Biology: Plant Cytogenetics*. Springer, 135-149; ISBN 978-1-4939-3620-5; DOI: 10.1007/978-1-4939-3622-9\_11
- Šamaj J, Frébort I (2016) *Plant Biotechnology: Green for Good III* New Biotechnol. 33, 593; DOI: 10.1016/j.nbt.2016.04.004
- Šebela M (2016) Solid mixed matrices and their advantages in matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry. *Spectroscopy Europe* 28, 10-14
- Šebela M (2016) Analysis and sequencing of nucleic acids by matrix-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry. *Spectroscopy Europe* 28, 11-15
- Šimura J, Spíchal L, Adamec L, Pěňčík A, Rolčík J, Novák O, Strnad M (2016) Cytokinin, auxin and physiological polarity in the aquatic carnivorous plants *Aldrovanda vesiculosa* and *Utricularia australis*. *Annals of Botany* 117, 1037-1044; DOI: 10.1093/aob/mcw020
- Šmehilová M, Dobrušková J, Novák O, Takáč T, Galuszka P (2016) Cytokinin-specific glycosyltransferases possess different roles in cytokinin homeostasis maintenance. *Front Plant Sci.* 7:1264; DOI: 10.3389/fpls.2016.01264
- Takáč T, Obert B, Rolčík J, Šamaj J (2016) Improvement of adventitious root formation in flax using hydrogen peroxide. *New Biotech.* 33, 728-734; DOI: 10.1016/j.nbt.2016.02.008
- Takáč T, Vadovič P, Pechan T, Luptovčík I, Šamajová O, Šamaj J (2016) Comparative proteomic study of *Arabidopsis* mutants *mpk4* and *mpk6*. *Sci Rep* 6, 28306; DOI: 10.1038/srep28306
- Tarkowska D, Novák O, Oklešťková J, Strnad M (2016) The determination of 22 natural brassinosteroids in a minute sample of plant tissue by UHPLC-ESI-MS/MS. *Anal. Bioanal. Chem.* 408, 6799-6812; DOI: 10.1007/s00216-016-9807-2
- Tarkowska D, Strnad M (2016) Plant ecdysteroids: plant sterols with intriguing distributions, biological effects and relations to plant hormones (2016) *PLANTA* 244, 545-555; DOI: 10.1007/s00425-016-2561-z
- Vacek J, Zatloukalova M, Geleticova J, Kubala M, Modriansky M, Fekete L, Masek J, Hubatka F, Turanek J (2016) Electrochemical platform for the detection of transmembrane proteins reconstituted into liposomes. *Anal. Chem.* 88, 4548-4556; DOI: 10.1021/acs.analchem.6b00618
- Vallverdu-Queralt A, Biler M, Meudec E, Le Guerneve C, Vernhet A, Mazauric JP, Legras JL, Loonis M, Trouillas P, Cheyrier V, Dangles O (2016) p-Hydroxyphenyl-pyranoanthocyanins: An Experimental and Theoretical Investigation of Their Acid-Base Properties and Molecular Interactions. *Int. J. Mol. Sci.* 17: 1842; DOI: 10.3390/ijms17111842
- Velebil J, Trávníček B, Sochor M, Havlíček P (2016) Five new bramble species (*Rubus*, *Rosaceae*) in the flora of the Czech Republic. *Dendrobiology* 75, 141-155; DOI: 10.12657/denbio.075.014
- Vidic D, Čavar Zeljković S, Dizdar M, Maksimović M (2016) Essential oil composition and antioxidant activity of four Asteraceae species from Bosnia. *J. Essent. Oil Res.* 28, 445-457; DOI: 10.1080/10412905.2016.1150216
- Visendi P, Berkman, Hayashi S, Golicz A, Bayer P, Ruperao P, Hurgobin B, Montenegro J, Chan Chon-Kit K, Staňková H, Batley J, Šimková H, Doležel J, Edwards D (2016) An efficient approach to BAC based assembly of complex genomes. *Plant Methods* 12:2; DOI: 10.1186/s13007-016-0107-9
- Vlčková H, Svoboda P, Novák O, Solich P, Nováková L (2016) Development of MEPS-UHPLC-MS/MS multistatin methods for clinical analysis. *Bioanalysis* 8, 333-349; DOI: 10.4155/bio.15.245
- Vlk M, Micolova P, Urban M, Kvasnica M, Saman D, Sarek J (2016) 15N-labelled pyrazines of triterpenic acids. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 308, 733-739; DOI: 10.1007/s10967-015-4479-5
- Vojta P, Kokáš F, Husičková A, Grúz J, Bergougnoux V, Marchetti CF, Jiskrová E, Ježilová E, Mik V, Ikeda Y, Galuszka P (2016) Whole transcriptome analysis of transgenic barley with altered cytokinin homeostasis and increased tolerance to drought stress. *New Biotechnol.* 33, 676-691; DOI: 10.1016/j.nbt.2016.01.010
- von Schwartzenberg K, Lindner AC, Gruhn N, Šimura J, Novák O, Strnad M, Gonneau M, Nogué F, Heyl A (2016) CHASE domain-containing receptors play an essential role in the cytokinin response of the moss *Physcomitrella patens*. *J Exp Bot.* 67, 667-679; DOI: 10.1093/jxb/erv479
- von Wangenheim D, Rosero A, Komis G, Šamajová O, Ovečka M, Voigt B, Šamaj J (2016) Endosomal Interactions during Root Hair Growth. *Front. Plant Sci.* 6, 1262; DOI: 10.3389/fpls.2015.01262







- Vrána J, Cápal P, Čihalíková J, Kubaláková M, Doležel J (2016) Flow sorting plant Chromosomes. In: Kianian PMA, Kianian SF (eds): *Methods in Molecular Biology: Plant Cytogenetics*. Springer, 119-134; ISBN 978-1-4939-3620-5; DOI: 10.1007/978-1-4939-3622-9\_10
- Vylíčilová H, Husičková A, Spíchal L, Srovnal J, Doležal K, Plíhal O, Plíhalová L (2016) C2-substituted aromatic cytokinin sugar conjugates delay the onset of senescence by maintaining the activity of the photosynthetic apparatus. *Phytochemistry* 122, 22-33; DOI: 10.1016/j.phytochem.2015.12.001.
- Vymětalová L, Havlíček L, Štunc A, Skrášková Z, Jorda R, Pospíšil T, Strnad M, Kryštof V (2016) 5-Substituted 3-isopropyl-7-[4-(2-pyridyl)benzyl]amino-1(2)H-pyrazolo[4,3-d]pyrimidines with anti-proliferative activity as potent and selective inhibitors of cyclin-dependent kinases. *Eur. J. Med. Chem.* 110, 291-301; DOI: 10.1016/j.ejmech.2016.01.011
- Wasternack C, Strnad M (2016) Jasmonate signaling in plant stress responses and development – active and inactive compounds. *New Biotechnol.* 33, 604-613; DOI: 10.1016/j.nbt.2015.11.001
- Wróbel TM, Kiełbus M, Kaczor AA, Kryštof V, Karczmarzyk Z, Wysocki W, Fruziński A, Król SK, Grabarska A, Stepulak A, Matosiuk D (2016) *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 31,608-18; DOI: 10.3109/14756366.2015.1057716
- Zalabák D, Johnová P, Plíhal O, Šenková K, Šamajová O, Jiskrová E, Novák O, Jackson D, Mohanty A, Galuszka P (2016) Maize cytokinin dehydrogenase isozymes are predominantly localized to the vacuole. *Plant Physiol. Biochem.* 104, 114-124; DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.03.013
- Zhang S, Ulrich M, Gromnicka A, Havlíček L, Kryštof V, Jorda R, Strnad M, Vollmar AM, Zahler S (2016) Anti-angiogenic effects of novel cyclin-dependent kinase inhibitors with a pyrazolo[4,3-d]pyrimidine scaffold. *Brit. J. Pharmacol.* 173, 2645-2656; DOI: 10.1111/bph.13546
- Zwanenburg B, Mwakaboko AS, Kannan C (2016) Suicidal germination for parasitic weed control. *Pest Manag. Sci.* 72, 2016-2025; DOI: 10.1002/ps.4222
- Zwanenburg B, Čavar Zeljković Z, Pospíšil T (2016) Synthesis of strigolactones, a strategic account. *Pest. Manag. Sci.* 72, 15-29; DOI: 10.1002/ps.4105
- Zwanenburg B, Pospíšil T, Čavar Zeljković Z (2016) Strigolactones: new plant hormones in action. *Planta* 243, 1311-1326; DOI:10.1007/s00425-015-2455-5





## PATENTY A UŽITNÉ VZORY

### PATENTS AND UTILITY MODELS

Výsledky vědy a výzkumu, které mají potenciál komerčního využití, jsou ochráněny vhodnou formou průmyslového vlastnictví. Využívanými formami jsou patenty (české a ve vhodných případech i zahraniční) a užitné vzory. Z dalších aplikovaných výsledků lze uvést převod výroby látek z laboratorního do poloprodučního měřítka, zejména v souvislosti s přípravou komercializace vhodných výsledků.

Pro udělení patenty a registrované užitné vzory jsou následně vyhledávání potenciální komerční partneři, kteří mají zájem o poskytnutí licenčních práv.

Již třetím rokem jsou pro patentovou ochranu a dopracování komerčně nadějných výsledků vědy a výzkumu využívány i programy typu „proof-of-concept“, v roce 2016 konkrétně TACR GAMA.

S využitím těchto finančních zdrojů je rychleji připravována komercializace a vyhledávání komerčních partnerů.

**V roce 2016 byla udělena průmyslově právní ochrana v podobě šesti zahraničních patentů (z toho dva evropské).**

Research and development results with the potential for commercial utilization are protected by appropriate industrial property rights. Commonly used ways of protection are patents, both Czech and international, and utility models. Transformation of substance preparation from laboratory to pilot plant scale is also one of applied results used especially in commercialization process.

Potential commercial partners are sought after for commercialization of granted patents and registered utility models.

Financial sources such as „proof-of-concept“ have been used for industrial property rights protection and for finalization of commercially perspective R & D results since 2014. Commercialization and the search for potential commercial partners has been accelerated due to these funds.

**In 2016, six international patents were granted (two of which European patents)).**

ROK YEAR	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Udělené patenty Granted patents	-	0	2	5	8	4	6
Zaregistrované užitné vzory Registered utility models?	-	0	5	2	0	6	0

#### Udělené patenty Patents granted

Mik V, Szüčová L, Doležal K, Spíchal L, Galuszka P, Strnad M, Grúz J (2016) **Use of 6-substituted 9-halogenoalkyl purines for regulation of growth and development of whole plants, plant cells and plant organs, novel 6-substituted 9-halogenoalkylpurines**, Univerzita Palackého v Olomouci, evropský patent č. EP 2613631.

Mik V, Szüčová L, Doležal K, Spíchal L, Galuszka P, Strnad M, Grúz J (2016) **Use of 6-substituted 9-halogenoalkyl purines for regulation of growth and development of whole plants, plant cells and plant organs, novel 6-substituted 9-halogenoalkylpurines**, Palacký University Olomouc, European patent No. EP 2613631.

Zahajská L, Hanuš J, Spíchal L, Voller J, Strnad M, Zatloukal M (2016) **6, 8-disubstituted purine compositions and their pharmaceutical and cosmetic use**, Univerzita Palackého v Olomouci, evropský patent č. EP 2755977.

Zahajská L, Hanuš J, Spíchal L, Voller J, Strnad M, Zatloukal M (2016) **6, 8-disubstituted purine compositions and their pharmaceutical and cosmetic use**, Palacký University Olomouc, European patent No. EP 2755977.

Strnad M, Gucký T, Jorda R, Zatloukal M, Kryštof V, Rárová L, Řezníčková E, Mikulits W (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Univerzita Palackého v Olomouci a BioPatterns s.r.o., singapurský patent č. 11201505640V.

Strnad M, Gucký T, Jorda R, Zatloukal M, Kryštof V, Rárová L, Řezníčková E, Mikulits W (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Palacký University Olomouc and BioPatterns s.r.o., singapore patent No. 11201505640V.







Gucký T, Jorda R, Kryštof V, Mikulits W, Rárová L, Řezníčková E, Strnad M, Zatloukal M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Univerzita Palackého v Olomouci a BioPatterns s.r.o., australský patent č. AU2014214355.

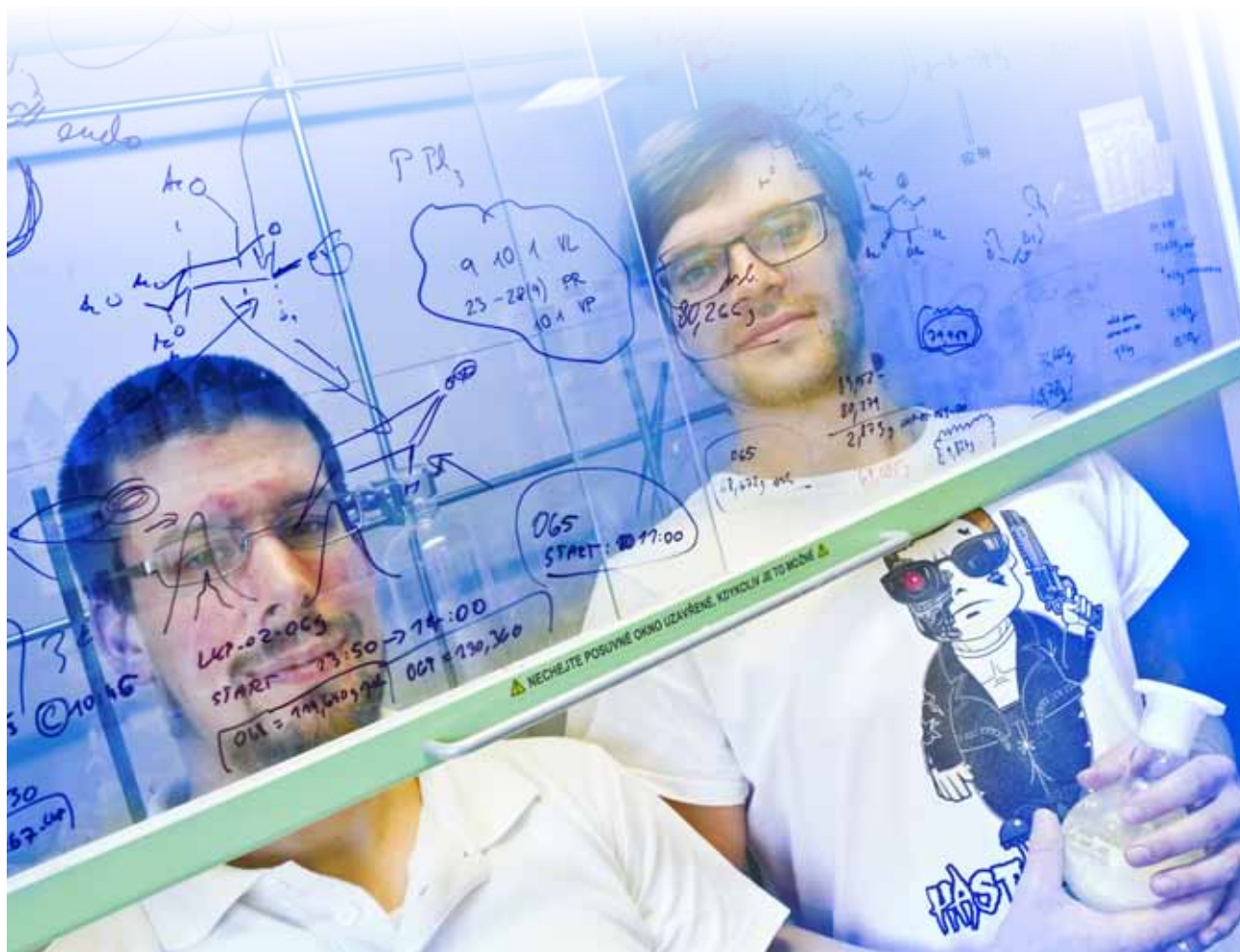
Gucký T, Jorda R, Kryštof V, Mikulits W, Rárová L, Řezníčková E, Strnad M, Zatloukal M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Palacký University Olomouc and BioPatterns s.r.o., Australian patent No. AU2014214355.

Gucký T, Jorda R, Zatloukal M, Kryštof V, Rárová L, Řezníčková E, Mikulits W, Strnad M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Univerzita Palackého v Olomouci a BioPatterns s.r.o., jihoafrický patent č. 2015/05318.

Gucký T, Jorda R, Zatloukal M, Kryštof V, Rárová L, Řezníčková E, Mikulits W, Strnad M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Palacký University Olomouc and BioPatterns s.r.o., South African patent No. 2015/05318.

Gucký T, Jorda R, Kryštof V, Mikulits W, Rárová L, Řezníčková E, Strnad M, Zatloukal M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Univerzita Palackého v Olomouci a BioPatterns s.r.o., novozélandský patent č. 710291.

Gucký T, Jorda R, Kryštof V, Mikulits W, Rárová L, Řezníčková E, Strnad M, Zatloukal M (2016) **2-substituted-6-biarylmethylamino-9-cyclopentyl-9H-purine derivatives, use thereof as medicaments, and pharmaceutical compositions**, Palacký University Olomouc and BioPatterns s.r.o., New Zealand patent No. 710291.







## ŘEŠENÉ GRANTY

### CURRENT GRANTS

Vědečtí pracovníci jsou úspěšní při získávání finančních prostředků z českých a zahraničních grantových zdrojů, které jsou významné pro podporu vědecké činnosti Centra.

V roce 2016 pokračovalo řešení 51 grantů zahájených v předchozích letech. Skončila realizace 16 grantů a byly zahájeny práce na 11 nových grantech.

Prostředky získávané z grantů jsou významným finančním zdrojem pro zajištění provozu Centra. V roce 2016 pokračovala realizace projektu Udržitelný rozvoj výzkumu v Centru regionu Haná podpořeného z Národního programu udržitelnosti I. Dotace je využívána na pokrytí významné části provozních nákladů a k nákupu nákladných přístrojů. Získaná podpora na období 2014 - 2018 činí přes 393 milionů korun, celkové náklady projektu převyšují jednu miliardu korun, zbytek uhradí Centrum z vlastních zdrojů. Schválená podpora bude využita k dosažení nových mezinárodně uznatelných výsledků výzkumu a vývoje, k dalšímu rozvoji mezinárodní spolupráce, uplatnění výsledků v inovacích a k vytvoření podmínek pro zaměstnance a mobilitu výzkumných pracovníků.

V roce 2016 byly opět využívány programy typu „proof-of-concept“ (TAČR GAMA) pro patentovou ochranu a dopracování komerčně nadějných výsledků vědy a výzkumu. S využitím těchto finančních zdrojů je rychleji připravována komercializace a vyhledávání komerčních partnerů.

Researchers of the Centre are successful in winning grant awards from Czech and foreign grant providers. These funds are important to support scientific activities of the Centre.

In 2016 the realization of 51 research projects started in previous years continued. Realization of 16 grants were completed and work on 11 new research projects started.

Grant award incomes are a significant financial resource for operation of the Centre. Realization of project Sustainability of Research Development at the Centre of the Region Haná supported by National Sustainability Program I continued in 2016. The project covers significant part of operational costs and purchase of expensive instruments. Financial volume of the grant is 393 million CZK for the period 2014 - 2018, and total project costs are more than 1 billion CZK. The difference will be covered by the Centre using its own sources. Financial support will be used to achieve new internationally acceptable R & D results to develop international cooperation, to support innovation process and to prepare conditions for employees and for mobility of researchers.

In 2016 financial sources of „proof-of-concept“ type (TAČR GAMA) were used for industrial property rights protection and for finalization of commercially perspective R & D results so commercialization and search for potential commercial partners is accelerated using these funds.

#### Řešené granty Current grants

POSKYTOVATEL GRANT PROVIDER	ČÍSLO, NÁZEV GRANTU RESEARCH GRANT NO. AND TITLE	OBDOBÍ GRANT DURATION	FINANČNÍ OBJEM ZA ROK 2016 (TIS. KČ) GRANT AWARD YEAR 2016 (THOUSAND CZK)
AV ČR	Akademická prémie Praemium Academiae 2012, prof. Doležel (započteno do institucionálních prostředků) Praemium Academiae 2012 (included into Institutional incomes)	2012-2018	5 000
GA ČR	GPP501/12/P160, Inaktivace cytokininů v <i>Arabidopsis thaliana</i> - různé role isoformů cytokinin glykosyltransferas? Dr. Šmehilová Cytokinin deactivation in <i>Arabidopsis thaliana</i> - different roles of cytokinin glycosyltransferases isoforms?	2012-2017	přerušen
GA ČR	GAP501/12/G090, Evoluce a funkce komplexních genomů rostlin, spoluřešitel prof. Doležel Evolution and function of complex plant genomes	2012-2018	3 245
GA CR	GAP501/12/O161, Sinice <i>Nostoc</i> jako genetický a funkční model pro metabolismus rostlinných hormonů cytokininů, prof. Frébort Cyanobacterium <i>Nostoc</i> as a genetic and functional model for the plant cytokinin hormone metabolism	2012-2016	2 200
GA CR	GAP501/12/2220, Evoluce pohlavních chromozomů - chromozomálně specifická genomika u rodu <i>Silene</i> , Dr. Hobza, spoluřešitel Dr. Šafář Sex chromosome evolution - chromosome-specific genomics in genus <i>Silene</i>	2012-2016	1 102
EC-Research Executive Agency	FP7-PEOPLE-2012-CIG, Structural response of photosynthetic apparatus to stress, Dr. Kouřil	2013-2016	Finanční vyrovnání proběhne v r. 2017
GA ČR	GA13-04454S, Cizorodý genetický materiál v genomu <i>Elymus repens</i> a ostatních <i>Triticeae</i> : jeho charakteristika, původ a evoluční význam, Dr. Šafář Foreign genetic material in <i>Elymus repens</i> and other <i>Triticeae</i> grasses: its nature, origin, and evolutionary implications	2013-2016	298
GA ČR	GA13-08786S, Chromosomální rameno 3DS pšenice seté: sekvence a funkce v rámci allopolyploidního genomu, Dr. Bartoš Chromosome arm 3DS of bread wheat: its sequence and function in allopolyploid genome	2013-2017	2 304
GA ČR	GA13-28093S, Vliv teploty a fotosynteticky aktivní radiace na dynamiku regulace funkce fotosystému II vyšších rostlin, Dr. Kouřil Impact of temperature and photosynthetically active radiation on dynamics of regulation of photosystem II function in higher plants	2013-2016	1 053
NPU I	LO1204, Udržitelný rozvoj výzkumu Centrum regionu Haná, prof. Frébort Sustainable development of research in the Centre of the Region Haná	2014-2018	71 585





GA ČR	14-28443S, Temná hmota jádra rostlinné buňky - charakterizace jaderných proteinů, řešitel prof. Šebela, spoluřešitel Dr. Petrovská Dark matter in plant cell nuclei - characterization of nuclear proteins	2014-2016	UP: 1 423 ÚEB: 1 408
GA ČR	14-27598P, Fosforylace a funkční regulace cytoskeletálního proteinu End Binding 1c pomocí mitogen-aktivovaných proteinkináz, Dr. Doskočilová Mitogen-activated protein kinase-dependent phosphorylation and functional regulation of cytoskeletal End binding 1c protein	2014-2016	362
GA ČR	14-12355S, Celo-transkriptomová studie transgenního ječmene se změněnou rovnováhou cytokininu, doc. Galuszka Whole transcriptome study of transgenic barley with altered cytokinin homeostasis	2014-2016	2 056
GA ČR	14-07418P, Mechanismus účinku antagonistů cytokininového signálu při stresu kadmíem - zabránění příjmu nebo zvýšení sekvence v rostlině? Dr. Gemrotová Mode of action of cytokinin signalling antagonists in the cadmium stress - prevention of uptake or increased sequestration?	2014-2016	608
GA ČR	14-07164S, Klonování a molekulární charakterizace pšeničného genu QPm-tut-4A s rasově nespecifickou rezistencí vůči padlí travní u klíčících i dospělých rostlin, Dr. Valárik Cloning and molecular characterization of wheat QPm-tut-4A gene conferring seedling and adult plant race nonspecific powdery mildew resistance	2014-2016	2 001
MŠMT ČR	LD14105, Vývoj panelu markerů pro genotypování a molekulární charakterizaci izolátů <i>B. graminis</i> f. sp. <i>Hordei</i> , Dr. Valárik Development of marker panel for genotyping and molecular characterization of <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>Hordei</i> isolates	2014-2017	750
GA ČR	14-27669P, Studium molekulárních mechanismů protinádorových a antiangiogenních účinků brassinosteroidů, Dr. Rárová The study of molecular mechanisms of anticancer and antiangiogenic activities of brassinosteroid	2014-2016	792
TA ČR	TA04010331, Charakterizace a selekce <i>C. sativa</i> pro potravinářské i nepotravinářské využití pomocí biotechnologických postupů a vysokokapacitních metod, spoluřešitelé Ing. Dušek, Ing. Dušková Characterization and selection of <i>C. sativa</i> for food and non-food use by means of biotechnological processes and high-performance methods	2014- 2017	500
KUS	QJ1310227, Nové poznatky z biologie a epidemiologie patogenů řepky a jejich rezistence k pesticidům v podmínkách České republiky jako základy racionalizace ochrany proti nim, Dr. Koprna New findings from biology, epidemiology and resistance of winter rape pathogens to pesticides in the Czech Republic as a base of their integrated management	2013-2017	158
GA ČR	15-16888S, Aromatické a isoprenoidní cytokininy v topolu: biosyntéza a percepce, doc. Tarkowski Aromatic and isoprenoid cytokinins in poplar: biosynthesis and perception	2015-2017	1 416
GA ČR	15-19266S, Modus operandi cytokinin-vnímajících histidin kinas v rostlinách, Dr. Spíchal Modus operandi of cytokinin-sensing histidin kinases in plants	2015-2017	1 211
GA ČR	15-17282Y, Chemicko-genetická analýza role cyklin-dependetních kinas v nádorových buněčných liniích, Dr. Jorda Chemical genetic analysis of role of cyclin-dependent kinases in cancer cell lines	2015-2017	1 197
GA ČR	15-08202Y, Syntéza nových brassinosteroidů a studium jejich interakce s rostlinnými a živočišnými receptory, Dr. Kvasnica Synthesis of new brassinosteroids and study of their interaction with plant and animal receptors	2015-2017	206
NAZV	QJ1510098, Nové linie pšenice pro efektivnější využití vstupů a s vyšší odolností ke stresům, spoluřešitel Dr. Pospíšilová New breeding lines of winter wheat for a more efficient use of inputs and with higher stress resistance	2015-2017	853
GA ČR	GA15-22322S, Molekulární modulace metabolismu cytokininů v modelových rostlinách <i>Physcomitrella</i> a kukuřice se zaměřením na funkci nukleosidas, řešitel prof. Štrnad (ÚEB AV ČR, v.v.i.), spoluřešitel Dr. Kopečný (UP v Olomouci) Molecular modulation of cytokinin metabolism in model plants <i>Physcomitrella</i> and maize focused on function of nucleosidases	2015-2017	UP: 996 ÚEB: 1 045
Scientific and Technological Co-operation Programme Austria - Czech Republic	7AMB15AT011, Kvalitativní a kvantitativní analýza působení pseudotrypsinu na proteinové substráty jako příspěvek pro proteomiku, prof. Šebela Qualitative and quantitative analysis of the performance of pseudotrypsin towards protein substrates as a contribution to proteomics	2015-2016	15
AKTION	7AMB15AT004, Vliv analogů strigolaktonů na subcelulární distribuci PIN auxinových transporterů v <i>Arabidopsis</i> , doc. Tarkowski Effects of strigolactone analogues on subcellular distribution of dynamic PIN proteins in <i>Arabidopsis</i>	2015-2016	4
TA ČR	TA04010627, Vývoj biodegradabilních funkčních folií a obalů s obsahem živin a účinných látek pro využití v rostlinné produkci, Dr. Spíchal Development of biodegradable functional foils and packages containing nutrients and active substances for utilisation in plant production	2015-2017	1 092
TA ČR	TA04020547, Progresivní biotechnologie na bázi nových syntetických derivátů cytokininů k získání dihaploidních linií kmínu, lnu a hrachu, spoluřešitel Dr. Doležal Progressive biotechnology based on new synthetic cytokinin derivatives to obtain doubled haploid lines of caraway, linseed and pea	2014-2017	206
TA ČR	TH01030748, Podpora čmeláků v krajině, spoluřešitelé Ing. Dušek, Ing. Dušková Support of bumble-bees in landscape	2015 - 2018	673





NAZV	QJ1510160, Nové technologie získávání biologicky aktivních látek z léčivých a aromatických rostlin jako zdrojů účinných látek botanických pesticidů a potravinových doplňků, spoluřešitelé Ing. Dušek, Ing. Dušková New technologies of biological active substances isolation from medicinal and aromatic plants as sources of active substances of botanic pesticides and dietary supplements	2015 - 2018	1 031
NAZV	QJ1510047, Využití synergických účinků konopí, medu a propolis pro podpůrnou léčbu infekcí mléčné žlázy, spoluřešitelé Ing. Dušek, Ing. Dušková Utilisation of synergic effects of cannabis, honey and propolis for supportive therapy of mammary gland infection	2015 - 2018	425
GA ČR	GA14-34792S, Nové analytické přístupy pro stanovení fytohormonů, řešitel Dr. Novák (ÚEB AV ČR, v.v.i.), spoluřešitelka Dr. Tarkovská (UP v Olomouci) New analytical approaches in phytohormone analysis	2014-2016	UP: 861 ÚEB: 1 246
GA ČR	GA15-19284S, Studium fosforylace KATANINU1 a štěpení mikrotubulů v huseníčku, prof. Šamaj Study of KATANIN1 phosphorylation and microtubules fission in <i>Arabidopsis</i>	2015-2017	2 063
MŠMT ČR	LG15017, Spolupráce s Bioversity International při analýze a uchování globální genetické diverzity banánovníku, prof. Doležal Cooperation with Bioversity International on analysis and global preservation of banana genetic diversity (BIOVERISTY)	2015-2017	1 379
MŠMT ČR	LG15028, Zastoupení České republiky v řídicím výboru Evropské biotechnologické federace, prof. Frébort Representation of the Czech Republic in the Executive Board of the European Federation of Biotechnology	2015-2017	134
MŠMT ČR	7AMB15AR011, Role metabolismu cytokininů v regulaci senescence listu a mobilizaci dusíku u transgenních obilovin v odpovědi na abiotický stres, Dr. Šmečilová Analysis of the role of cytokinins in the regulation of leaf senescence and N mobilization in genetically modified cereals in response to various abiotic stressors	2015 – 2016	100
GA ČR	16-04184S, Studium intracelulární distribuce cytokininů a mechanismu jejich transportu do vakuol, řešitel Dr. Doležal (ÚEB AV ČR, v.v.i.), spoluřešitel Dr. Plíhal (UP v Olomouci) Study of the intracellular distribution of cytokinins and their transport to vacuoles	2016 – 2018	UP: 1 402 ÚEB: 1 186
GA ČR	16-10602S, Vliv fytohormonů produkovaných houbami řádu <i>Hypocreales</i> na proces patogeneze, doc. Galuszka Role of fungus-borne phytohormones in the virulence process of plant pathogens from order <i>Hypocreales</i>	2016 – 2018	2 238
GA ČR	16-22044S, Funkční regulace fosfolipasy D alfa 1 prostřednictvím MPK3-závislé fosforylace, prof. Šamaj Regulation of phospholipase D alpha 1 function by MPK3-dependent phosphorylation	2016 – 2018	1 987
GA ČR	16-24313S, Charakterizace organizace mikrotubulů během buněčného dělení, růstu a morfogeneze rostlin pomocí superresoluční mikroskopie, Dr. Komis Revisiting microtubule organization during plant cell division, growth and morphogenesis by superresolution microscopy	2016 – 2018	1 705
GA ČR	16-07366Y, Regulace enzymatických aktivit v masožravých rostlinách, Dr. Pavlovič Regulation of enzymes activities in carnivorous plants	2016 – 2018	1 929
GA ČR	16-16992S, Chromosomová genomika <i>Agropyron cristatum</i> , planého příbuzného pšenice seté, Dr. Vrána Chromosome genomics of <i>Agropyron cristatum</i> , a wild relative of wheat	2016 – 2018	1 581
GA ČR	16-07155Y, Charakterizace regionů meiotické rekombinace v pšenici seté, Dr. Abrouk Characterization of meiotic recombination regions in bread wheat	2016 – 2018	1 600
GA ČR	16-08698S, Původ a evoluce pohlavních chromozomů u dvoudomé rostliny <i>Rumex acetosa</i> , Dr. Hobza Origin and evolution of sex chromosomes in the dioecious plant <i>Rumex acetosa</i>	2016 – 2018	877
EC	Marie Curie Actions (Innovative Training Network), SE2B - Solar Energy to Biomass – optimization of light energy conversion in plants and microalgae, spoluřešitel Dr. Kouřil	2016 - 2018	1 710
GA ČR	GA16-21053S, Využití přístupů ekologické genomiky k poznání adaptivního významu dormance semen u bobovitých rostlin, spoluřešitel, Dr. Hýbl Ecological dormancy approaches to uncovering the adaptive significance of seed dormancy in legumes	2016 - 2018	425
MZe ČR	QJ1630301, Tvorba nových systémů biologických opatření pro zachování a rozvoj biodiverzity zemědělských plodin a lesních dřevin, spoluřešitel, Dr. Stavělková Development of the new biotechnological systems for maintenance and improvement of agriculture crop and forest tree biodiversity	2016 - 2018	1 310
GA ČR	GA15-22276S, Příprava transgenních rostlin se zvýšenou rezistencí proti stresu, spoluřešitelka, Dr. Ohnoutková Preparation of transgenic plants with increased stress resistance	2015 - 2017	802
GA ČR	GA15-15264S, Cílený transport purinových inhibitorů cyklin-dependentních kinas do nádorových buněk, řešitel doc. Kryštof, spoluřešitel Dr. Gucký Targeted transport of purine cyclin-dependent kinase inhibitors into cancer cells	2015 - 2017	658
AKTION ČR-Rakousko	74p4, Ekonomické aspekty zimních ztrát včelstev a výzkum imunity včel, Mgr. Danihlik Economic impact of winter losses of honey bee colonies and research on honey bee immunity	2016	24
MŠMT	7AMB16PL051, Spolupráce rostlinných hormonů při kontrole programované buněčné smrti prostřednictvím regulace metabolismu cytokininů, Dr. Doležal Plant growth hormones crosstalk controls programmed cell death via regulation of cytokinin metabolism	2016 - 2017	56







**Nově získané granty se zahájením řešení v roce 2017**  
**New grants with realisation phase starting in 2017**

POSKYTOVATEL GRANT PROVIDER	ČÍSLO, NÁZEV GRANTU RESEARCH GRANT NO. AND TITLE	OBDOBÍ GRANT DURATION
GA ČR	17-06613S, Komplexní interakce mezi fytohormony během mrazové aklimatizace, Dr. Novák Phytohormone cross-talk during sub-zero acclimation	2017-2019
GA ČR	17-07805S, Editace genomu ječmene systémem CRISPR-Cas - nový nástroj pro moderní šlechtění, doc. Galuszka CRISPR-Cas barley genome editing: prospective tool for modern breeding	2017-2019
GA ČR	17-23702S, Kontrola organogeneze a meristémové aktivity v modelovém <i>Arabidopsis thaliana</i> prostřednictvím různých rostlinotranskripčních faktorů, Dr. Ikeda Distinct transcription factor families controlling meristem activity and organogenesis in <i>Arabidopsis</i>	2017-2019
GA ČR	17-24500S Genetické a buněčné biologické studium regulace signalizace YODA (MAP3K4) pomocí HSP90 u huseníčku, prof. Šamaj Genetic and cell biology approaches to study regulation of YODA (MAP3K4) signaling by HSP90 proteins in <i>Arabidopsis</i>	2017-2019
GA ČR	17-14007S, Modulace CDK a příbuzných molekulárních cílů u agresivních nehodgkinských lymfomů, prof. Strnad Modulation of CDK and related molecular targets in aggressive non-Hodgkin lymphomas	2017-2019
GA ČR	17-05341S, Fyzická mapa Ph2 regionu u hexaploidní pšenice, Dr. Bartoš Physical map of Ph2 region in hexaploid wheat	2017-2019
GA ČR	17-13853S, Prostorová organizace jádra mezidruhových kříženců rostlin, Dr. Kopecký Nuclear architecture in interspecific plant hybrids	2017-2019
GA ČR	17-14048S, Časová a prostorová charakterizace replikace příbuzných rostlinných druhů s kontrastní velikostí genomů, Dr. Hřibová Spatial and temporal characterization of DNA replication in phylogenetically related plant species with contrasting genome sizes	2017-2019
GA ČR	17-17564S, Dynamika a evoluce multigenních lokusů pro ribozomální RNA u <i>Triticeae</i> , Dr. Šimková Dynamics and evolution of multigene ribosomal RNA loci in <i>Triticeae</i>	2017-2019
GA ČR	17-21581Y, Homeostáze auxinu na subcelulární úrovni, Dr. Pěňčík Auxin homeostasis on subcellular level	2017-2019
GA ČR	17-06548S, Cizorodá DNA u ječmenů ( <i>Hordeum</i> spp.) – jaké mechanismy na genomické úrovni podporují horizontální přenos genů u trav, spolufešitel Dr. Šafář Foreign DNA in barley ( <i>Hordeum</i> spp.) – are there any genomic enablers of horizontal gene transfer in grasses?	2017-2019





## PROJEKTY SMLUVNÍHO VÝZKUMU A KOMERCIÁLNÍ AKTIVITY

### CONTRACTED RESEARCH PROJECTS AND COMMERCIALIZATION ACTIVITIES

V roce 2016 bylo realizováno 70 zakázek smluvního výzkumu v hodnotě 7,1 mil. Kč.

Mezi tyto zakázky patří například vysoce specializované analýzy, kvantifikace obsahu fytohormonů v dodaných rostlinných materiálech, konstrukce BAC knihoven z chromozómů, polní pokusy, návrh a optimalizace pěstebních postupů apod. Při realizaci těchto zakázek jsou využívány zkušenosti a know-how získané vědeckými pracovníky Centra.

Významnou část objemu smluvního výzkumu tvořily licenční poplatky ze smlouvy s nadnárodní společností zabývající se vývojem a prodejem agrochemikálií uzavřené v roce 2014.

Spolupráce na zakázkách smluvního výzkumu probíhá nejen s komerčními partnery, ale obdobné typy zakázek jsou realizovány i pro subjekty z akademické sféry z ČR i ze zahraničí.

Pro vyhledávání nových spoluprací s firmami se Centrum účastní akcí zaměřených na přímé setkávání s komerčními subjekty (B2B meetingy, „120 sekund“) a intenzivně využívá program Inovační vouchery v Olomouckém a Moravskoslezském kraji. V roce 2016 bylo dokončeno 9 zakázek pro firmy s využitím tohoto programu. Dále bylo ve spolupráci s firmami podáno a získáno 5 nových projektů s podporou OP PIK podprogram Inovační vouchery s realizací 2016-17. Zástupci Centra se účastní pracovních setkání s firmami na téma inovace v Olomouckém kraji a odborných veletrhů v ČR i zahraničí.

K přípravě komercializace přispívá i projekt získaný Univerzitou Palackého „Efektivní transfer znalostí Univerzity Palackého v Olomouci do praxe“ z programu TA ČR GAMA. V roce 2016 realizovalo CRH v tomto projektu jeden subprojekt a jeden nově získalo.

V roce 2016 pokračovalo vyhledávání a jednání s potenciálními zájemci o vybrané dopracované a pro komercializaci připravené výsledky CRH, která budou pokračovat v r. 2017.

Number of contractual research projects reached 70 in total volume 7,1 mil. CZK in year 2016.

Contractual research projects were similar to previous years, i.e. precise analyses and phytohormones content quantification in delivered plant samples, chromosome BAC libraries construction, field trials, development and verification of cultivation technology, etc. Implementation of the above mentioned projects has been enabled by the expert know-how of our researchers.

Part of the contractual research volume consisted of license fees from agreement with global agrochemical company signed in year 2014.

Contractual research collaboration is not limited to commercial sector but similar projects are performed for academic bodies in the Czech Republic and worldwide as well.

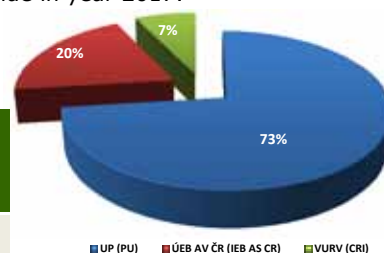
The Centre takes part in different business events (B2B meetings, „120 seconds“) and actively participates in the program of Innovation Vouchers in Olomouc and Moravian-Silesian region. Nine „innovation voucher“ projects were finished in 2016. Five new „innovation voucher“ projects co-funded by Operational programme Enterprise and innovations for competitiveness were granted to local commercial partners in Olomouc region. Realization of these projects will be finished in year 2017. Representatives of the Centre participated in many meetings with companies focused on innovations in the region and in trade fairs in Czech Republic and abroad.

Preparation of commercialization is also supported by „Effective transfer of Palacký University Olomouc results into praxis“ grant obtained by Palacký University from TA ČR GAMA program. One subproject from the scope of this grant was performed in year 2016 and another one was newly accepted.

Search for potential business partners and different business meetings took place in year 2016 and initiated contacts would continue in year 2017.

#### Podíly partnerů projektu na objemu smluvního výzkumu Project partners share of contract research volume

UNIVERZITA PALACKÉHO (V TIS. Kč) PALACKÝ UNIVERSITY (IN THOUSAND CZK)	ÚEB AV ČR, V.V.I. (V TIS. Kč) IEB AS CR (IN THOUSAND CZK)	VURV, V.V.I. (V TIS. Kč) CRI (IN THOUSAND CZK)	SOUČET (V TIS. Kč) SUMMARY (IN THOUSAND CZK)
5 177	1 392	514	7 083



V přehledu níže jsou uvedeny některé společnosti a instituce, pro které byly v roce 2016 provedeny zakázky smluvního výzkumu, nebo se kterými probíhala dlouhodobá výzkumná spolupráce.

Agritech Plant Research s.r.o.  
 AgroBioChem, s.r.o.  
 Allivictus, s.r.o.  
 BioApex s.r.o.  
 BioPatterns s.r.o.  
 Bioersity International  
 Český mák s.r.o.  
 FAGRON a.s.  
 CHEMAP AGRO s.r.o.  
 Chromservis s.r.o.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
 Masarykova univerzita  
 Mendelova univerzita v Brně  
 Moravoseed CZ a.s.  
 Muzeum Východních Čech v Hradci Králové  
 Mykologický klub Pardubice  
 Nanjing Agricultural University  
 OIChemim s.r.o.  
 Shimadzu Handels GmbH - organizační složka  
 Teva Czech Industries

TRISOL farm s.r.o.  
 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem  
 Univerzita Karlova  
 Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.  
 Vysoká škola ekonomická v Praze  
 Zemědělská agentura, s.r.o.  
 nadnárodní společnost  
 kanadská společnost

Below are listed some companies and institutions for which contractual research projects or joint development projects were realized in year 2016.





## VÝZNAMNÉ AKCE CENTRA V ROCE 2016

### KEY EVENTS 2016

#### Konference Growth Regulators on the Way 2016

Prostor Laboratoř růstových regulátorů, Univerzita Palackého v Olomouci a Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. uspořádali 3. – 5. března 2016 v Malé Morávce mezinárodní konferenci nazvanou Growth Regulators on the Way 2016.



Konference byla zaměřena na biologické a chemické přístupy spojené s růstovými regulátory a dalšími bioaktivními látkami. Mezi prezentovaná témata patřily např. fotoprotektivní účinek cytokininů, biofortifikace ječmene, high-throughput analýza fenotypu červů, syntéza fluorescenčně značených auxinů nebo analýza rostlinných hormonů na subcelulární úrovni.

Kromě vědeckých pracovníků pořádajících institucí vystoupili se svými příspěvky také zahraniční přednášející. Celkově bylo předneseno 37 příspěvků v anglickém jazyce a účastnilo se 80 hostů z ČR i zahraničí.

#### Včelí den na VÚRV

Na pracovišti Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin VÚRV, v.v.i. v Olomouci se konal 13. července 2016 tradiční Včelí den. V úvodu byly stručně představeny aktivity pracoviště spojené s regenerací a konzervací genofondů zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin (LAKR).

Další program byl už výhradně věnován včelařské problematice a opylovacímu servisu. Kromě již tradiční ukázky použití varroa lampy určené k aplikaci léčiva proti kleštíku včelímu byla letos představena další novinka – zařízení ke zvedání nástavků, které včelařům ulehčí práci ve včelnici. Návštěvníci si mohli prohlédnout i porosty genetických zdrojů zelenin a LAKR a dozvěděli se, jakým způsobem probíhá jejich regenerace s využitím opylovatelů – včel a čmeláků.

V doprovodném programu se účastníci seznámili s druhy opylovatelů (včely, čmeláci, pačmeláci, motýli), kteří se u nás vyskytují. Jako bonus byly pro návštěvníky připraveny medové perníčky, včetně receptu na jejich přípravu. Letošní velmi hojný počet účastníků z řad odborné i laické veřejnosti ukázal, že Včelí den patří k oblíbeným akcím pořádaným tímto pracovištěm.

#### Konference Growth Regulators on the Way 2016

Laboratory of Growth Regulators, Palacký University and Institute of Experimental Botany organized international conference Growth Regulators on the way 2016 on March 3 – 5, 2016 in Malá Morávka.

The conference was focused on biological and chemical approaches related to growth regulators and further bioactive substances. Among presented topics could be mentioned cytokinins photoprotective effect, biofortification of barley, high-throughput analysis of worms phenotype, synthesis of fluorescently labeled auxins, plant hormones analysis at subcellular level etc..

Besides scientists from above mentioned institutions presented their speeches also scientists from abroad. There were 37 English presentations and 80 guests from Czech Republic and from abroad.

#### Day with Bees at Crop Research Institute

Section of Applied Research of Vegetables and Special Crops hosted a traditional Day with Bees on June 13, 2016. At the beginning there was a brief introduction of the section's activities concerning mainly regeneration and conservation of gene pools of vegetables, aromatic and root plants.



The rest of the program was then solely devoted to bee problematics and pollination service. Apart from a demonstration of a varroa lamp used for applying medicine against varroa destructor, the visitors could see a new invention – a device for lifting extenders which facilitates the work of a beekeeper in apiaries. The visitors were able to take a tour through the fields of genetic resources of vegetables, medicinal, aromatic and root plants and got acquainted with the method of their regeneration with the use of bees and bumble-bees as pollinators. As a part of the accompanying program the visitors got to know different species of pollinators – bees, bumble-bees, psithyrus, butterflies, which can be found in the Czech Republic. As a bonus there were honey gingerbread cookies prepared for the visitors to taste including the recipe. This year's high number of visitors from laic as well as expert public again proved that Day with Bees belongs to favorite activities hosted by Crop Research Institute.







## Polní kázání na pracovišti Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin VÚRV, v.v.i. v Olomouci

Prohlédnout si jednotlivé kolekce rostlin přímo na poli a současně získat nové nápady a rady pro pěstování zeleniny i bylinek. Zejména z těchto důvodů navštívilo 15. června 2016 několik desítek lidí Polní kázání v areálu přírodovědecké fakulty v Holici. Tradiční akci přichystali pracovníci Výzkumného ústavu rostlinné výroby (VÚRV), jenž je součástí Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum.

„Smyslem akce je ukázat veřejnosti, jaký význam genové banky mají. Je potřeba, aby si lidé uvědomili, jak je druhová pestrost důležitá pro budoucnost,“ uvedl hlavní organizátor Polního kázání Karel Dušek z VÚRV.

Olomoucké pracoviště VÚRV pečuje o genetický materiál zelenin, aromatických, kořenových a léčivých rostlin a léčebného konopí. Uchovává přes 11 tisíc položek. Rostliny se zde pěstují na ploše zhruba osmi hektarů.

Například kolekci zahradních luskovin, rajčat a mochně představoval její kurátor Miroslav Hýbl. „Rostliny pěstujeme za účelem regenerace, tedy obnovení klíčivosti a namnožení dostatečného množství osiva pro uložení v genové bance. Každá odrůda české proveniencce, která byla kdy registrována, by měla být v kolekci genových zdrojů. Kromě toho, že odrůdy shromažďujeme, nás také zajímá to, jak jsou odolné vůči chorobám a škůdcům. A v neposlední řadě zkoumáme i kvalitu semen,“ vysvětlil Hýbl.

K nejčastějším návštěvníkům Polního kázání, které má více než dvacetiletou tradici, patří zahrádkáři a studenti. Podle pořadatelů zhruba dvacet až třicet procent účastníků přijíždí opakovaně. Božena Masaříková z Břec-lavi ale patří k těm, kteří na pozemky na ulici Šlechtitelů zavítali poprvé. „Je to tady moc zajímavé. Hlavně jsem přijela kvůli bylinkám, protože je doma na zahrádce pěstuju. Člověk leccos ví, ale tady se dozví mnoho nového,“ pochvalovala si prohlídku.

Své zástupce měla na Polním kázání i Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. „Na naší katedře se zabýváme obdobnou tematikou, takže jsme přijeli nabrat nové informace, popřemýšlet o možnostech spolupráce a podívat se, jak to funguje jinde,“ prozradil doktorand Marcel Golian.

Odborníci z VÚRV se o genetický materiál nejen starají, ale mohou ho bezplatně poskytovat vysokým školám, vědeckým pracovištím či šlechtitelům, například za účelem jeho dalšího šlechtění. Část genetického materiálu putuje do partnerských genobank a další tvoří jakousi „železnou zásobu“ pro případ nepředvídatelných událostí. K raritám olomouckého pracoviště patří například kolekce dlouhodobně vegetativně množeného česneku a nově shromažďuje i materiál ke šlechtění léčivého konopí určeného pro farmaceutické účely.



## Field sermon at Crop Research Institute

The traditional Field sermon offered a view of plant collections directly in the experimental field and ideas and advice for planting vegetables and herbs. Especially for these reasons a few dozens of people visited the experimental field of the Crop Research Institute on the Faculty of Science premises in Holice.

“The aim of this day is to show the public the importance of gene banks. It is crucial that people understand the importance of species diversity for the future,“ said the event coordinator Karel Dušek.

The Olomouc facility of Crop Research Institute looks after genetic material of vegetables, aromatic, root and medicinal plants and medical marijuana. It stores over 11 thousand items. Plants here cover the area of approximately 8 hectares.

The collections of garden legumes, tomatoes and Physalis were introduced by their curator Miroslav Hybl. “We plant these species for regeneration, i.e. restoring the germinability and multiplication of sufficient amount of seeds to be stored in the gene bank. Every variety from the Czech Republic which has ever been registered should be stored in genetic resource collections. Besides collecting the varieties, we are also interested in their resistance against diseases and pests. Last but not least we also examine the quality of the seeds,“ explained Hybl.

Some of the most common visitors of Field sermon with a longer than twenty year tradition, are gardeners and students. According to the organizers twenty to thirty per cent of the visitors arrive repeatedly. Božena Masaříková, however, is one of those who came to the event for the first time. “I find it very interesting here. I came mainly because of herbs because I grow them at my garden. I knew some things, but I learned many interesting new facts today,“ she complimented.

The Agricultural University in Nitra, Slovakia was also represented here. “We deal with similar problematics at our faculty, so we came to acquire new information and discuss possible cooperation, and see how it works elsewhere,“ said a doctoral candidate Marcel Golian.

Experts of CRI not only look after the genetic material, they may also offer it to universities, research institutes or breeders free of charge. A part of genetic material goes to partner genetic banks in order to create sufficient reserves in case of unpredictable events. A collection of longday vegetatively reproduced garlic and material for breeding medical marijuana belong to the rarities of the institute.





# OCENĚNÍ VÝSLEDKŮ VĚDECKÝCH PRACOVNÍKŮ CENTRA

## AWARDS TO SCIENTISTS OF THE CENTRE

### Ceny ředitele Centra regionu Haná

V prosinci 2016 byly opět uděleny Ceny ředitele Centra pro vědecké pracovníky za vynikající výsledky výzkumné činnosti v roce 2016. Ocenění získalo 18 laureátů ve třech kategoriích (Vědecká publikace, Získání vědeckého projektu a Realizace smluvního výzkumu) a jejich slavnostní předání se konalo u příležitosti zasedání Vědecké rady 5. prosince 2016.

Ocenění vědeckí pracovníci jsou uvedeni níže dle jednotlivých kategorií.

### Director's Award for Excellence

In December 2016 the Director's Awards for Excellence in Science were traditionally granted. Significant results and achievements accomplished by scientists in the past year were awarded. Awards were granted in three categories (Scientific papers, Grants and Contractual research). The scientists were awarded at the occasion of Scientific Board of the Centre meeting on December 5, 2016.

Awarded scientists are listed below according to the categories.



*Vědečtí pracovníci ocenění Cenou ředitele Centra regionu Haná  
Scientists awarded by Director's Award for Excellence*

#### a) Kategorie „VĚDECKÁ PUBLIKACE“ (Category “SCIENTIFIC PAPERS”)

##### 1. Lukáš Nosek

Nosek L, Semchonok D, Boekema EJ, Ilík P, Kouřil R (2017) Structural variability of plant photosystem II megacomplexes in thylakoid membranes. *Plant Journal* 89, 104–111, DOI: 10.1111/tpj.13325. IF = 5,468; journal ranking 13/209 (6 %)

##### 2. Barbora Baránková

Baránková B, Lazár D, Nauš J (2016) Analysis of the effect of chloroplast arrangement on optical properties of green tobacco leaves. *Remote Sensing of Environment* 174, 181-196. IF = 5,881; journal ranking 10/225 (4 %) *Environmental Sciences*, 1/28 *Remote Sensing*

##### 3. Roman Kouřil

Kouřil R, Nosek L, Bartoš J, Boekema EJ, Ilík P (2016) Evolutionary loss of light-harvesting proteins Lhcb6 and Lhcb3 in major land plant groups – break-up of current dogma. *New Phytologist* 210, 808- 814. IF = 7,210; journal ranking 5/209 (2 %)





#### 4. Nuria De Diego

Sánchez-López AM\*, Baslam M\*, De Diego N\*, Muñoz FJ, Bahaji A, Almagro G, Ricarte-Bermejo A, García-Gómez P, Li J, Humplík JF, Novák O, Spíchal L, Doležal K, Baroja-Fernández E, Pozueta-Romero J (2016) Volatile compounds emitted by diverse phytopathogenic microorganisms promote plant growth and flowering through cytokinin action. *Plant, Cell and Environment*, in press, DOI: 10.1111/pce.12759. IF = 6,169; journal ranking 10/209 (5 %)

Sánchez-López AM\*, Bahaji A\*, De Diego N\*, et al. (2016) Plant response to fungal volatiles is triggered by mechanisms independent of plastid phosphoglucose isomerase. *Plant Physiology*, in press, DOI:10.1104/pp.16.00945. IF = 6,28; journal ranking 8/209 (4 %)

\* společné prvoautorství

\* shared first authorship

#### 5. Mária Šmehilová

Šmehilová M, Dobrušková J, Novák O, Takáč T, Galuszka P (2016) Cytokinin-specific glycosyltransferases possess different roles in cytokinin homeostasis maintenance. *Frontiers in Plant Science* 7, Article Number: 1264. IF = 4,495; journal ranking 15/209 (7 %)

#### 6. Tomáš Takáč

Takáč T, Vadovič P, Pechan T, Luptovčíak I, Šamajová O, Šamaj J (2016) Comparative proteomic study of *Arabidopsis* mutants *mpk4* and *mpk6*. *Scientific Reports* 6, 28306. IF = 5,228; journal ranking 7/62 (11 %)

#### 7. Dominik Novák, Anna Kuchařová, Miroslav Ovečka

Novák D\*, Kuchařová A\*, Ovečka M\*, Komis G, Šamaj J (2016) Developmental nuclear localization and quantification of GFP-tagged EB1c in *Arabidopsis* root using light-sheet microscopy. *Frontiers in Plant Science* 6, Article Number: 1187. IF = 4,495; journal ranking 15/209 (7 %)

\* společné prvoautorství

\* shared first authorship

#### 8. Helena Toegelová (roz. Staňková)

Staňková H, Hastie AR, Çhan S, Vrána J, Tulpová Z, Kubaláková M, Visendi P, Hayashi S, Luo M, Batley J, Edwards D, Doležal J, Šimková H (2016) BioNano genome mapping of individual chromosomes supports physical mapping and sequence assembly in complex plant genomes. *Plant Biotechnology Journal* 14, 1523-1531. IF 6,090; journal ranking 11/209 (5 %)

#### 9. Štěpán Stočes

Stočes Š, Ruttink T, Bartoš J, Studer B, Yates S, Zwierzykowski Z, Abrouk M, Roldán-Ruiz I, Książczyk T, Rey E, Doležal J, Kopecký D (2016) Orthology guided transcriptome assembly of Italian ryegrass and meadow fescue for single-nucleotide polymorphism discovery. *Plant Genome* 9, 1-14. IF 3,509; journal ranking 29/209 (14 %)

#### 10. Eva Komínková

Komínková E, Dreiseitl A, Malečková E, Doležal J, Valárik M (2016) Genetic diversity of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* in central Europe and its comparison with Australian population. *Plos One* 11, e0167099; DOI: 10.1371/journal.pone.0167099. IF 3,057; journal ranking 11/63 (17 %)

### b) Kategorie „ZÍSKÁNÍ VĚDECKÉHO PROJEKTU“ (Category “GRANTS”)

#### 1. Andrej Pavlovič

GA ČR, GJ16-07366Y, Regulation of enzyme activities in carnivorous plants (2016 - 2018)

Regulation of enzyme activities in carnivorous plants

#### 2. Petr Galuszka

GA ČR, GA16-10602S, Vliv fytohormonů produkovaných houbami řádu Hypocreales na proces patogeneze (2016 - 2018)

The influence of phytohormones produced by Hypocreales fungi on the plant pathogenesis process

#### 3. Georgios Komis

GA ČR, GA16-24313S, Charakterizace organizace mikrotubulů během buněčného dělení, růstu a morfogeneze rostlin pomocí superresoluční mikroskopie (2016–2018)

Revisiting microtubule organization during plant cell division, growth and morphogenesis by super-resolution microscopy







#### 4. Jan Vrána

GA ČR, GA16-16992S, Chromosomová genomika *Agropyron cristatum*, planého příbuzného pšenice seté (2016 – 2018)

Chromosome genomics of *Agropyron cristatum*, a wild relative of wheat

#### 5. Michael Abrouk

GA ČR, GJ16-07155Y, Charakterizace regionů meiotické rekombinace v pšenici seté (2016–2018)

Characterization of meiotic recombination regions in bread wheat

### c) Kategorie „REALIZACE SMLUVNÍHO VÝZKUMU“ (Category “CONTRACTUAL RESEARCH”)

#### 1. Ankush Prasad

Ankush Prasad, Pavel Pospíšil (2016) Specializované analýzy dle vyvinuté a publikované metody, zahraniční společnost, 2 zakázky.

Specialised analyses based on developed and published method, foreign company, 2 contracts

### Ceny děkana Přírodovědecké fakulty

Dva vědečtí pracovníci Centra regionu Haná získali Cenu děkana Přírodovědecké fakulty za prestižní vědecké publikace. Ocenění získali doc. RNDr. Vladimír Kryštof, Ph.D. z Laboratoře růstových regulátorů a RNDr. Roman Kouřil, Ph.D. z Oddělení biofyziky.

Za rok 2016 komise vybírala z celkem 39 navržených prací. Přihlášené práce musely splňovat tři podmínky. Autor musel mít minimálně poloviční úvazek na fakultě, musel být u článku principiální autor (tedy první nebo korespondující) a publikace musí být uveřejněna v odborném časopise s impakt faktorem, jehož hodnota se řadí mezi prvních deset procent podle databáze Web of Science v příslušném oboru.

### Dean's Excellence Award

Two researchers of the Centre received the Dean's Award for an excellent scientific publication. Awards received Dr. Vladimír Kryštof, Laboratory of growth regulators and Dr. Roman Kouřil, Department of biophysics.

A total of 39 publications have complied with the three criteria: at least 0,5 author's work load at the faculty, the author has to be a principal author (i.e. first or corresponding author) and the paper has to be published in a journal with impact factor in the top ten percentile according to the Web of Science.



Vědečtí pracovníci ocenění Cenou děkana Přírodovědecké fakulty  
Scientists awarded by Dean's Excellence Award





## Student Tomáš Heger uspěl v mezinárodní soutěži EUCYS

Skvělého úspěchu na mezinárodním poli dosáhl díky účasti v projektu Badatel student biochemie Tomáš Heger. Loňský laureát České hlavičky získal třetí místo na soutěži EUCYS v Bruselu.

Soutěž EUCYS (European Union Contest for Young Scientists), kterou pořádá Evropská komise, je určena pro mladé vědecké talenty. Umožňuje jim setkat se se stejně nadanými vrstevníky a navzájem si vyměňovat zkušenosti. Letos do Bruselu přijelo 150 účastníků. Tomáš Heger, který od září studuje první ročník oboru Biochemie, si účast v soutěži vysloužil prvním místem v celostátním kole Středoškolské odborné činnosti v oboru medicína. Ve své práci zkoumal pod vedením Dr. Rárové z oddělení chemické biologie a genetiky Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum biologickou aktivitu levandulové silice a extraktů získaných ze tří kultivarů a srovnával navzájem jejich působení.

„Každý z účastníků představil na soutěži poster v angličtině. Před komisí jsem pak musel svoji práci prezentovat, posuzovala nejen znalosti, ale třeba i její přínos, odbornost tématu nebo nadšení studentů.“

O svém výzkumu hovořil před několika stovkami středoškoláků ve Stockholmu, kde součástí programu byl i oběd s laureáty Nobelovy ceny. S Nobelisty se už setkal předloni na konferenci v Izraeli, kam se dostal díky projektu Badatel. Za práci z oblasti počítačové biochemie, na níž spolupracoval s kolegou Martinem Vondrákem pod vedením školitelů z katedry fyzikální chemie a Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů, získal v roce 2015 ocenění Česká hlavička. Také Martin Vondrák zamířil na přírodovědeckou fakultu, obor Chemie.

„Díky spolupráci s vědci z přírodovědecké fakulty prostřednictvím projektu Badatel jsem měl možnost navštívit několik zemí a setkat se tam se zajímavými lidmi. Pro středoškoláky je to určitě skvělá možnost dostat se na místa, kam by třeba jinak nemohli. Navázal jsem i kontakty se zdejšími vědci a pak už jsem ani nepřemýšlel o tom, že bych šel studovat jinam než do Olomouce,“ přiznal student, který má za sebou účast na soutěžích či konferencích v Izraeli, Belgii či Francii.

Ve vědecké práci hodlá Tomáš Heger pokračovat i při svém náročném studiu.

## Ocenění získaná na sympoziu Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB, Polsko, Pulawy

Ve dnech 30. května – 2. června 2016 se uskutečnilo sympozium „Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB“. Významní vědci prezentovali svůj pohled na nový a budoucí vývoj ve výzkumu přírodních látek. Symposia se účastnili také další profesori a zkušení vědci.

Akce nabídla mladým vědcům ojedinělou příležitost představit poznatky a výsledky jejich výzkumu v oblasti fytochemie formou krátkých ústních prezentací a posterů.

## Biochemistry student Tomáš Heger has succeeded in EUCYS 2016 international competition

A Biochemistry student Tomáš Heger, the last year's laureate of Czech little head has won third place in EUCYS competition in Brussels.

European Union Contest for Young Scientists (EUCYS) organized by the European Commission is aimed at talented young scientists. It enables them to meet with their talented peers and exchange experience. This year there were 150 contestants in Brussels. Tomáš Heger, who has been studying Biochemistry since September, has secured a spot in the contest by winning first place in national round of High school research activities in the field of Medicine. In his research paper written under the supervision of Dr. Rárová of the Department of Chemical Biology and Genetics he studied biological activity of lavender essential oil and extracts gained from three different cultivars and compared their impact.

Contestants introduced their poster in English. Then they had to present their findings in front of a committee which evaluated not only knowledge but also scientific contribution of the paper, expertise of topic or student's enthusiasm.

He shared his research results with hundreds of high-school students in Stockholm where he also had the opportunity to meet

Nobel Prize laureates. He met Nobel Prize laureates last year at a conference in Israel where he introduced findings from the "Explorer" project. He has cooperated with Martin Vondrák, who now studies Chemistry at the Faculty of Science, under the supervision of researchers from Regional Centre of Advanced Technologies and Materials. For this he won the Czech little head award.

"Thanks to cooperation with researchers from the Faculty of Science through the Explorer project I have had the opportunity to visit several foreign countries and meet people I would otherwise not have met. I have gained valuable contacts with local scientists and I have not thought about studying elsewhere," admits Tomáš who has participated in conferences or competitions in Israel, Belgium or France.

He is going to continue with his research despite his demanding studies.



Student Tomáš Heger získal třetí místo na soutěži EUCYS v Bruselu  
Student Tomáš Heger ranked in third place in EUCYS contest in Brussels

## Awards from symposium Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB, Poland, Pulawy

An symposium „Trends in Natural Product Research: A Young Scientist Meeting of PSE and IUNG-PIB“ took place in Pulawy, Poland, on May 30 – June 2, 2016. Distinguished scientists gave their view on the new and future developments in natural product research. Senior researchers and professors also took part in this event.

This was a great occasion for young scientists to show their basic researches and findings in the major aspects of phytochemistry in form of short oral presentations and posters.





Symposium bylo vědecky zaměřeno na obory chemie přírodních látek, zemědělství, potravin a zdraví, farmakologie přírodních látek, allelopatie, metabolomika a další související oblasti.

Součástí akce bylo i udělování ocenění za ústní prezentace a postery a mezi oceněnými byli mladí vědci z Centra regionu Haná, kteří získali jako cenu cestovní granty.

**Jakub Hrdlička** - oral presentation „Method development for isolation and quantification of synthetic cytokinin analogues using UHPLC-ESI-MS/MS“

**Barbora Pařízková** - oral presentation „New tool for unravelling molekula base of auxin action“

**Daniela Konrádová** - poster „Creating a comprehensive library of lignans Application to total synthesis of Sanguinolignan A“

**Petra Kořínková** - oral presentation „Biological activity of brassinosteroids and their synthetic derivatives“

Scientific topics of the symposium were Natural product chemistry, Agriculture, Food and Health, Pharmacology of natural products, Allelopathy, Metabolomics and other related fields.

Awards for oral and poster presentation were granted in frame of this event. Young scientists from the Centre were among the awarded participants. As a prize they received travel bursaries.

**Jakub Hrdlička** - oral presentation „Method development for isolation and quantification of synthetic cytokinin analogues using UHPLC-ESI-MS/MS“

**Barbora Pařízková** - oral presentation „New tool for unravelling molekula base of auxin action“

**Daniela Konrádová** - poster „Creating a comprehensive library of lignans Application to total synthesis of Sanguinolignan A“

**Petra Kořínková** - oral presentation „Biological activity of brassinosteroids and their synthetic derivatives“



#### Expozice VÚRV na výstavě Flora Olomouc 2016

Ve dnech 20. až 23. října 2016 se pracovníci Sekce aplikovaného výzkumu zelenin a speciálních plodin VÚRV, v.v.i. v Olomouci zúčastnili podzimní etapy mezinárodní zahradnické výstavy FLORA Olomouc.

Kromě již tradiční ukázky dýní v rámci společné expozice Českého zahrádkářského svazu byli pracovníci tentokrát požádáni o spolupráci na realizaci doprovodného programu expozice hub a mykologické poradny. Dílčí expozice olomouckého pracoviště VÚRV byla nazvána Léčivé houby – jejich pěstování a využití. Návštěvníci se mohli dovědět, jak si vytvořit kulturu a sadbu přímo z plodnic nasbíraných v přírodě a vypěstovat si vlastní úrodu, kde lze vybrané druhy léčivých hub v přírodě najít a na čem je pěstovat. Nechyběla také informace o jedlosti a především o jejich léčivých účincích. Součástí expozice byly *in vitro* kultury hub na agarových médiích v Petriho miskách a na obilném nebo pilinovém substrátu v zavařovacích sklenicích. Návštěvníci si tak mohli prohlédnout jinak neviditelný svět hub, v přírodě skrytý pod povrchem půdy nebo v útrokách stromů. K vidění byly nejen různé typy podhoubí, ale u některých druhů i počínající tvorba plodnic. Součástí expozice bylo i poradenství, kdy byly přímo na místě zodpovězeny dotazy návštěvníků ohledně využití a pěstování jednotlivých druhů hub.



Expozice „Léčivé houby – jejich pěstování a využití“  
Exhibition “Medicinal fungi, their planting and use”

#### Exhibit of CRI at Flora Olomouc 2016

From October 20 to 23, 2016 the employees of the Section of Applied Research of Vegetables and Special Crops in Olomouc took part in the fall edition of the international gardening exhibition FLORA Olomouc.

Besides the traditional presentation of pumpkins, the employees were asked to participate in the accompanying program with fungi exposition and mycological counselling. A partial exhibition of Olomouc workplace of Crop Research Institute was called Medicinal fungi, their planting and use. Visitors could find out more about creating their own culture directly from sporocarp picked in the wild and grow their own harvest, where to look for specific mushroom species, and which medium is best for their growth. An essential part of the counselling was informing about the edibility and healing effects of certain species. There were also *in vitro* cultures of mushrooms

in agar medium in Petri dishes or in cereal or sawdust substrate in bottles. All of this gave the visitors a chance to observe otherwise invisible world of fungi hidden under the ground or inside trees. There were not only different types of mycelium but also initial creation of sporocarp of some species. There was a Q and A section where visitors may have received valuable answers about use and planting of certain fungi species.







## PRÁCE SE STUDENTY

### STUDENTS

Jako každoročně se pracovníci Centra významně zapojili do výuky studentů Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, a to v bakalářských, magisterských i doktorských programech. V současné době působí pracovníci Centra jako garanti následujících bakalářských a magisterských studijních oborů: Bioinformatika, Biotechnologie a genové inženýrství, Experimentální biologie, Experimentální biologie rostlin (pouze navazující magisterský obor), Biofyzika a Molekulární biofyzika.

Řada výzkumných pracovníků Centra působí jako vedoucí bakalářských, diplomových a disertačních prací. V roce 2016 bylo obhájeno 39 diplomových a 3 disertačních práce. V současné době pracovníci Centra vedou 47 diplomových a 65 disertačních prací.

Ph.D. studenti Centra se v roce 2015 aktivně zapojili do mezinárodních mobilit - celkem se zúčastnili 28 výzkumných stáží na zahraničních pracovištích delších než jeden měsíc. Naopak, laboratoře Centra navštívilo formou několikaměsíčních stáží 5 studentů ze zahraničí, např. ze Švýcarska, Nigerie, Litvy nebo Polska.

As every year research staff of the Centre have been involved in teaching students of the Faculty of Science, Palacký University in Olomouc in Bachelor, Master, and Doctoral study programs. Currently employees of the Centre act as guarantors of Bachelor and Master study majors, such as Bioinformatics, Biotechnology and Genetic Engineering, Experimental Biology, Plant Experimental Biology (only follow-up Master study program), Biophysics, and Molecular Biophysics.

Researchers of the Centre play an important role in teaching and supervising Bachelor's and Master's theses, and dissertations. In 2015 students defended 39 Master's theses and 3 dissertations. There are currently 47 Master's theses and 65 dissertations supervised by the Centre's researchers.

Ph. D. students from the Centre were actively involved in international activities. They took part in 28 research stays longer than one month at partner institutes abroad. On the contrary, the Centre was visited by 5 students from countries like Switzerland, Nigeria, Lithuania or Poland.

ABSOLVENT(KA) GRADUATE	ŠKOLITEL SUPERVISOR	NÁZEV PRÁCE TITLE
<b>Absolventi Mgr. / Mgr. graduates</b>		
Mgr. Balášová Michaela	prof. Mgr. Marek Šebela, Dr.	Identifikace proteinů v moči laboratorních potkanů Identification of proteins in rat urine
Mgr. Bucharová Noemi	Mgr. Václav Mik, Ph.D.	Syntéza, charakterizace a biologická aktivita caged-fytohormonů s 2-nitrobenzylovou chránící skupinou Synthesis, characterization and biological activity of caged-phytohormones with 2-nitrobenzyl protecting group
Mgr. Drabyčová Michaela	Mgr. Lucie Rárová, Ph.D.	Protizápalové účinky rostlinných extraktů Anti-inflammatory effects of plant extracts
Mgr. Durdáková Magdalena	Ing. Beáta Petrovská, Ph.D.	Charakterizace TPX2-like proteinů <i>Arabidopsis thaliana</i> Characterization of TPX2-like proteins in <i>Arabidopsis thaliana</i>
Mgr. Dvořák Petr	RNDr. Lenka Dzurová, Ph.D.	Purifikace a enzymatická charakterizace předpokládané rostlinné adenosindeaminasy Purification and enzymatic characterization of putative plant adenosine deaminase
Mgr. Floková Pavlína	Georgios Komis, Ph.D.	Úloha mitogenem aktivované protein kinázy MPK6 ve vývoji <i>Arabidopsis</i> Developmental role of <i>Arabidopsis</i> MAP kinase MPK6
Mgr. Gonzales Gabriel	RNDr. Marek Zatloukal, Ph.D.	Synthesis of 3,5,7-trisubstituted-3H-1,2,3-triazolo[4,5-d]pyrimidines with potential neuroprotective effect in <i>in vitro</i> model of Parkinson's disease Synthesis of 3,5,7-trisubstituted-3H-1,2,3-triazolo[4,5-d]pyrimidines with potential neuroprotective effect in <i>in vitro</i> model of Parkinson's disease
Mgr. Hanáková Kristýna	RNDr. Tomáš Gucký, Ph.D.	Studium modifikací vybraných inhibitorů cyklin-dependentních kináz pro cílený biologický transport The study of selected cyclin-dependent kinase inhibitors for targeted delivery
Mgr. Hradilová Michaela	Mgr. Josef Vrabka	Kvasinkové rekombinační klonování a jeho využití pro přípravu konstruktů k transformaci <i>Claviceps purpurea</i> , funkční ověření vybraných konstruktů Yeast recombinational cloning and its use for construct preparation to transform <i>Claviceps purpurea</i> , functional testing of selected constructs
Mgr. Janyšková Martina	Véronique Bergougnot-Fojtík, Ph.D.	Genetická a hormonální kontrola iniciace a vývoje nodálních kořenů u ječmene ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) Genetic and hormonal control of crown-root initiation and development in barley ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)
Mgr. Juračková Věra	Mgr. Mária Majeská Čudejčková, Ph.D.	Kvantifikace genové exprese u <i>Claviceps purpurea</i> Quantification of gene expression in <i>Claviceps purpurea</i>
Mgr. Kavalcová Petra	Ing. Tomáš Takáč, Ph.D.	Vyhodnocení a validace proteomické analýzy mutantů <i>Arabidopsis</i> mpk4 a mpk6 Evaluation and validation of proteomic analysis of <i>Arabidopsis</i> mutants mpk4 and mpk6
Mgr. Kocáb Ondřej	RNDr. Roman Kouřil, Ph.D.	Vliv vnější teploty na množství PSI-NDH superkomplexu produkovaného rostlinami The influence of external temperature on the amount of PSI-NDH supercomplex produced by plants
Mgr. Kořistka Jakub	doc. RNDr. Petr Tarkowski, Ph.D.	Strigolaktony - nová skupina fytohormonů Strigolactones - a new group of plant hormones
Mgr. Kováč Ondřej	Mgr. Tomáš Pospíšil, Ph.D.	Dusíkatá analoga a mimetika strigolaktonů N-containing strigolactone analogues and mimics
Mgr. Kučerová Michaela	Mgr. Jitka Prachařová, Ph.D.	Vliv vybraných komplexů přechodných kovů na indukci autofagie v lidských nádorových buňkách Effect of selected transition metal based complexes on autophagy induction in human cancer cells





Mgr. Lipová Nela	doc. RNDr. Pavel Pospíšil, Ph.D.	Oxidativní poškození lipidů v lidských nádorových buňkách Oxidative damage of lipids in human leukemic cells
Mgr. Maděrková Tomáš	Mgr. Lucie Rárová, Ph.D.	Účinky inhibitorů cyklin-dependentních kinas na lidské endotelové buňky <i>in vitro</i> The effects of cyclin-dependent kinase inhibitors on human endothelial cells <i>in vitro</i>
Mgr. Malečková Eva	Mgr. Miroslav Valárik, Ph.D.	Molekulární charakterizace patogenní houby <i>Blumeria graminis</i> a vývoj vhodných markerů Molecular characterization of fungal pathogen <i>Blumeria graminis</i> and development of suitable markers
Mgr. Mašková Kateřina	Mgr. Danuše Tarkowská, Ph.D.	Studium fytoekdysteroidů během ontogeneze špenátu setého ( <i>Spinacia oleracea</i> L.) Study of phytoecdysteroids during the ontogenesis of spinach ( <i>Spinacia oleracea</i> L.)
Mgr. Matušková Vlasta	RNDr. Marek Zatloukal, Ph.D.	Syntéza a studium biologické aktivity nových purinových 9-(beta)-D-nukleosidů Synthesis and biological activity of novel purine 9-(beta)-D-nucleosides.
Mgr. Mazáčová (Sobotková) Mira	Mgr. Helena Toegelová, Ph.D.	Poziční klonování genu pro rezistenci k mšici zhoubné u pšenice Positional cloning of a Russian wheat aphid resistance gene in wheat.
Mgr. Mitura Karel	Mgr. Cintia Florencia Marchetti	Regulační role cytokininů během listové senescence vyvolané zastíněním u pšenice ( <i>Triticum aestivum</i> L.) Regulatory aspects of shade-induced leaf senescence and cytokinins metabolism in <i>Triticum aestivum</i> L. (wheat).
Mgr. Němcová Michaela	Mgr. Danuše Tarkowská, Ph.D.	Biosyntéza giberelinů - studium 3beta-hydroxyláz (GA3ox) Gibberellin biosynthesis - the study of 3beta-hydroxylases (GA3ox)
Mgr. Němečková Alžběta	Mgr. Eva Hřibová, Ph.D.	Molekulární a cytogenetická charakterizace 'East African Highland' banánovníků Molecular and cytogenetic characterization of 'East African Highland' bananas
Mgr. Pilařová Eva	RNDr. Martina Špundová, Ph.D.	Vliv světla a cytokininů na indukovanou senescenci rostlin se změnou percepce cytokininů Effect of light and cytokinins on induced senescence of plants with different cytokinin perception
Mgr. Pilařová Lucie	doc. RNDr. Martin Fellner, Ph.D.	Interakce modrého světla a signálních drah brassinosteroidů v růstu rostlin Interaction of blue light and brassinosteroid signalling in plant growth
Mgr. Popa Alexandr	RNDr. Tomáš Gucký, Ph.D.	NMR studium derivátů roskovitiny s protinádorovou aktivitou NMR study of roscovitine derivatives with antitumor activity
Mgr. Popovičová (Kozielová) Lucie	Mgr. David Kopečný, Ph.D.	Studium mutantních forem nukleosid-N-ribohydrolasy 3 z kukuřice ( <i>Zea mays</i> ) Study of mutant forms of nucleoside-N-3 ribohydrolase maize ( <i>Zea mays</i> )
Mgr. Schubert Daniel	Mgr. Jiří Voller, Ph.D.	Hodnocení cytoprotektivní aktivity fytohormonů a jejich derivátů Evaluation of cytoprotective activity of phytohormones and their derivatives
Mgr. Svačina Radim	Mgr. Jan Bartoš, Ph.D.	Charakterizace delečních linií chromozomu 3D pšenice seté Characterisation of deletion lines for bread wheat chromosome 3D
Mgr. Šamšulová Veronika	RNDr. Marek Zatloukal, Ph.D.	Syntéza a studium biologické aktivity nových derivátů indazolu Synthesis and biological activity of novel heterocycles containing indazole moiety
Mgr. Šenková Karolina	Mgr. Ondřej Plíhal, Ph.D.	Příprava a transformace protoplastů jednoděložných rostlin a jejich využití pro studium lokalizace proteinů cytokininového metabolismu Preparation and transformation of monocot protoplasts and their use for localization studies of cytokinin metabolism-related proteins
Mgr. Šmoldasová Michaela	Mgr. Filip Dyčka, Ph.D.	Identifikace rostlinných patogenů pomocí hmotnostní spektrometrie Identification of phytopathogens by mass spectrometry
Mgr. Tichá Tereza	Ing. Pavel Křenek, Ph.D.	Charakterizace transgenických linií ječmene s modifikovanou expresí vybraných mitogen-aktivovaných protein kinas Characterization of transgenic barley lines with altered expression levels of selected mitogen-activated protein kinases
Mgr. Vaškebová Lenka	Mgr. Miroslav Ovečka, Ph.D.	Vliv aktinové mutace u rostlin <i>Arabidopsis thaliana</i> na integritu a dynamiku cytoskeletu v kontrolních a stresových podmínkách Influence of actin mutation in plants of <i>Arabidopsis thaliana</i> on integrity and dynamic properties of the cytoskeleton in control and stress conditions
Mgr. Zwyrtková Jana	Mgr. Eva Hřibová, Ph.D.	Analýza a cytogenetické mapování tandemově se opakujících repetitivních sekvencí v příbuzných genomech druhů <i>Festuca</i> sp. a <i>Lolium</i> sp. Analysis and cytogenetic mapping of tandemly organized repeats in the genomes of <i>Festuca</i> spp. and <i>Lolium</i> spp.
Mgr. Horváthová Agnes	doc. Mgr. Andrej Pavlovič, Ph.D.	Úloha jasmónátů v regulácii fotosyntézy a respirácie mäsožravých rastlín The role of jasmonates in regulation of photosynthesis and respiration in carnivorous plants
Mgr. Markusková Apolónia	doc. Mgr. Andrej Pavlovič, Ph.D.	Regulácia enzymatickej aktivity aspartát a cysteín proteázy v tráviacej tekutine mucholapky americkej Regulation of enzyme activity of aspartic and cysteine proteases in digestive fluid of Venus flytrap

ABSOLVENT(KA) GRADUATE	ŠKOLITEL SUPERVISOR	NÁZEV PRÁCE TITLE
<b>Absolventi PhD. / Ph.D. graduates</b>		
Mgr. Cápal Petr, Ph.D.	prof. Ing. Jaroslav Doležel, DrSc.	Analýza genomu rostlin pomocí tříděných chromozómů Plant genome analysis using flow sorted chromosomes
Mgr. Řezníčková Eva, Ph.D.	doc. RNDr. Vladimír Kryštof, Ph.D.	Charakterizace nových inhibitorů kinas v modelových systémech <i>in vitro</i> Characterization of novel kinase inhibitors in model systems <i>in vitro</i>
Mgr. Vymětalová Ladislava, Ph.D.	doc. RNDr. Vladimír Kryštof, Ph.D.	Charakterizace protinádorových a protizánětlivých účinků nových nízkomolekulárních inhibitorů cyklin dependentních kinas Characterization of antitumor and antiinflammatory effects of novel cyclin-dependent kinase inhibitors





# FINANCOVÁNÍ

## FINANCING

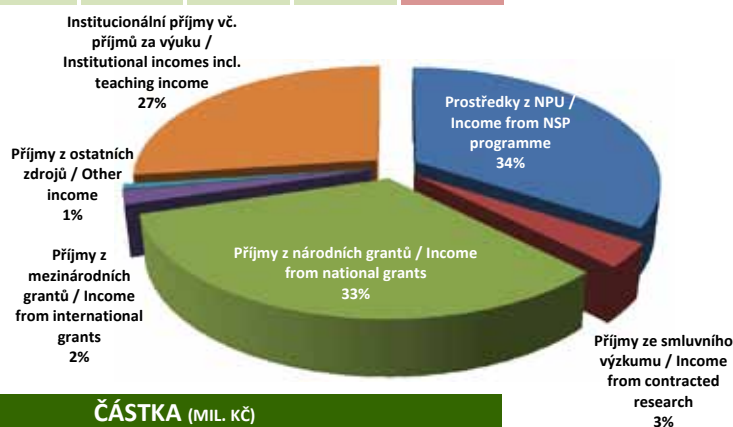
K financování Centra je využíváno několika zdrojů. Nejvýznamnějším je podpora z Národního programu udržitelnosti I a dalšími zdroji jsou národní a mezinárodní granty, institucionální zdroje a smluvní výzkum a příjmy z komercializace výsledků výzkumu.

Skladba jednotlivých zdrojů je uvedena níže.

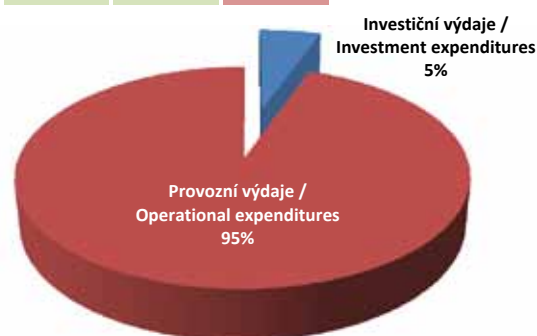
The Centre is financed from several sources. The most important source is National Programme for Sustainability I and other sources are national and international grants, institutional resources, contracted research and incomes from commercialization of research and development results

Composition of single sources is shown below.

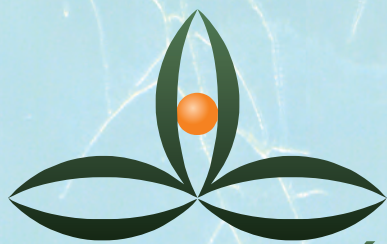
PŘÍJMY V LETECH 2011 - 2016 INCOME IN YEARS 2011 - 2016	ČÁSTKA (MIL. KČ) AMOUNT (IN MILLION CZK)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rok / Year						
Prostředky z NPU (do r. 2013 OP VaVpl) Income from NSC programme (till year 2013 OP VaVpl)	95,00	492,00	163,30	96,83	78,91	71,59
Příjmy ze smluvního výzkumu Income from contract research	5,90	8,90	7,50	15,40	18,28	7,08
Příjmy z národních grantů Income from national grants	18,60	32,40	43,60	73,00	67,93	68,66
Příjmy z mezinárodních grantů Income from international grants	0,10	0,60	1,40	1,89	2,77	4,15
Příjmy z ostatních zdrojů Other income	-	4,80	28,90	35,03	14,94	1,34
Institucionální příjmy vč. příjmů za výuku Institutional income incl. teaching income	8,80	28,50	44,10	46,97	53,71	56,76
<b>Příjmy celkem / Total income</b>	<b>128,40</b>	<b>567,20</b>	<b>288,80</b>	<b>269,12</b>	<b>236,50</b>	<b>209,59</b>



VÝDAJE V LETECH 2011 - 2016 EXPENDITURES IN YEARS 2011 - 2016	ČÁSTKA (MIL. KČ) AMOUNT (IN MILLION CZK)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rok / Year						
Investiční výdaje Investment expenditures	66,00	446,20	73,70	40,00	15,50	10,97
Provozní výdaje Operational expenditures	62,40	115,80	211,70	215,80	211,39	194,05
<b>Výdaje celkem / Total expenditures</b>	<b>128,40</b>	<b>562,00</b>	<b>285,40</b>	<b>255,80</b>	<b>226,89</b>	<b>205,02</b>







**C. R. HANÁ**

**Centrum regionu Haná**  
pro biotechnologický a zemědělský výzkum



**Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum**  
Šlechtitelů 241/27  
783 71 Olomouc – Holice  
Czech Republic

Telefon: +420 585 634 971, +420 585 634 979

Website: [www.cr-hana.eu](http://www.cr-hana.eu)

Loc: 49°34'33.828"N, 17°16'54.658"E

Vydáno: Olomouc, duben 2017

