



CENTRUM REGIONU HANÁ
PRO BIOTECHNOLOGICKÝ A ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUM

CENTRE OF THE REGION HANÁ
FOR BIOTECHNOLOGICAL AND AGRICULTURAL RESEARCH

VÝROČNÍ ZPRÁVA **ANNUAL REPORT** **2019**

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

efb | european
federation of
biotechnology



OBSAH

TABLE OF CONTENT

Úvodem Introduction	4
Představení Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum Introducing the Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research	6
Klíčové osobnosti Key researchers	9
Organizační struktura Organization chart	14
Věda a výzkum Science and research	16
Publikované výsledky Published results	26
Projekty smluvního výzkumu a komercializační aktivity Contractual research projects and commercial activities	34
Patenty a užitné vzory Patents and utility models	35
Řešené granty Current grants	36
Ocenění výsledků vědeckých pracovníků CRH Awards to scientists of the CRH	38
Práce se studenty Students	40
Financování Funding	42

ÚVODEM



Psalí úvodu pro výroční zprávu je vhodnou příležitostí k ohlédnutí se za uplynulým rokem a k bilancování. O tom, že rok 2019 byl, co se výzkumné činnosti CRH týká, dalším v sérii velmi úspěšných let, není pochyb. O dosažených vědeckých výsledcích se dočtete v této Výroční zprávě. Já bych ale chtěl tuto příležitost využít k pohledu na někdy opomíjené stránky plnohodnotné vědecké práce, totiž na popularizaci vědeckých výsledků, vzdělávání veřejnosti, poskytování informací státní správě a politické reprezentaci a v neposlední řadě také na přenos výsledků do praxe. Pro instituci financovanou z veřejných zdrojů by právě vzdělávání veřejnosti a propojení s aplikační sférou mělo být samozřejmostí a jsem nesmírně rád, že i v této oblasti patří CRH v České republice ke špičce. Protože nechci čtenáře unavovat ohromujícím výčtem aktivit, dovoluji si uvést jen několik typických příkladů.

Rostoucí požadavky na vlastnosti nových odrůd zemědělských plodin bude možné uspokojit jen s pomocí nových technik šlechtění, které zahrnují genetické manipulace. Současná evropská legislativa však brzdí využití potenciálu těchto metod a jejich přijetí veřejností brání množství pověr a mylných informací, což se CRH snaží napravovat. V reakci na tuto situaci se odborníci z CRH podíleli na uspořádání odborné konference Rizika a potenciál genového editování v Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR. Problematiku genetických modifikací rostlin také zákonodárcům osvětluje expertní stanovisko AVeX Genetické modifikace plodin připravené vědci z našeho centra. Na laickou veřejnost pak byla zaměřena přednáška doc. Aleše Pečinky Genetické modifikace: Ze zkumavky na pole? v budově Akademie věd ČR v Praze, která měla mimořádný ohlas.

Seznamování veřejnosti s činností vědeckých týmů CRH přispívá ke vzdělávání spoluobčanů a k osvětlení významu základního a aplikovaného výzkumu. Po úspěšné loňské premiéře se i letos naše centrum představilo na letní etapě květinové výstavy a zahradnických trhů Flora Olomouc. Vědci proměnili pavilon H v improvizovanou laboratoř výzkumu rostlin a přiblížili veřejnosti možnosti využití rostlinných hormonů pro ovlivnění jejich vlastností. Představili také význam opylení pro tvorbu plodů a semen a metody šlechtění nových odrůd. Noc vědců v olomouckém interaktivním muzeu vědy Pevnosti poznání byla příležitostí pro seznámení veřejnosti se skrytým světem rostlin. Zájemci si mohli vyzkoušet práci v laboratoři, mohli se pokochat zahrádkou rostlin pěstovaných ve skle na umělých živných médiích a pod mikroskopem pozorovat detaily rostlinného těla. Vědci z CRH se také podíleli na nové diskuzní platformě v Pevnosti poznání Science forum: Jiné světy. Tento formát vychází z potřeby podnítit diskuzi odborné veřejnosti a akademické obce, kterou pochopí a svým názorem obohatí i široká veřejnost. Tématem loňského setkání bylo Konopí bez předsudků a role moderátora se

INTRODUCTION

prof. Ing. Jaroslav DOLEŽEL, DrSc.

**Vědecký ředitel CRH
Scientific Director CRH**

Writing an introduction to the annual report is a good opportunity to look back at the past year and balance. There is no doubt that 2019 was another successful year in terms of CRH's research activities. You can read about the achieved scientific results further in this Annual Report. However, I would like to take this opportunity to look at the sometimes neglected aspects of full-fledged scientific work, namely to promote scientific results, educate the public, provide information to the government and politicians, and last but not least, to transfer the results into practice. For a publicly funded institution, public education and interconnection with the application sphere should be a matter of course, and I am extremely pleased that even in this aspect CRH is one of the best in the Czech Republic. Since I do not want to tire the readers with a staggering list of activities, let me give you just a few typical examples.

Increasing requirements for characteristics of new varieties of agricultural crops can only be met by new breeding techniques involving genetic manipulation. However, current European legislation hampers the exploitation of the potential of these methods and their acceptance by the public is hindered by a number of superstitions and misinformation, which CRH seeks to remedy. Therefore, CRH experts took part in organizing a conference called "Risks and potential of gene editing" in the Parliament of the Czech Republic. The issue of genetic modification of plants has been explained by an expert opinion of AVeX "Genetic modification of crops" prepared by scientists from our center. A lecture given by Aleš Pečinka at the Academy of Sciences of the Czech Republic in Prague called "Genetic Modifications: From a test tube to the field?" had an extraordinary response.

Informing the public about activities of CRH's research groups of CRH contributes to education of fellow citizens and to clarification of the importance of basic and applied research. After the successful last year's premiere, this year our center also presented itself at the summer stage of Flora Olomouc flower exhibition and gardening market. Scientists have transformed Hall H into an improvised plant research laboratory and have made it possible for the public to use plant hormones to influence their properties. They also introduced the importance of pollination for the formation of fruits and seeds and the methods of breeding new varieties. The "Night of Scientists" at Olomouc Interactive Science Museum "Fort Science" was an opportunity to introduce the hidden world of plants to the public. Visitors could try working in the laboratory, admire the garden of plants grown in glass on artificial nutrient media and observe details of the plant body under a microscope. Scientists from CRH also participated in a new discussion platform in Fort Science "Science Forum: Other Worlds". This format is based on the need to stimulate discussion between the professional public and the academic community, which can also be grasped

výborně zhostil doc. Petr Tarkowski.

Stejně jako v předchozích letech se listopadová akce Týden vědy a techniky setkala s rekordním zájmem veřejnosti a jen Centrum strukturní a funkční genomiky rostlin navštívilo 420 dětí, studentů středních i vysokých škol, dospělých návštěvníků i aktivních seniorů. Během prohlídek laboratorí CRH se hosté dozvěděli, k čemu je důležitý výzkum hospodářsky významných rostlin, například ječmene a pšenice, a jak mohou moderní metody úprav genomu přispět k získání odrůd s lepšími vlastnostmi. Naši kolegové jim také prozradili, jak vypadá dědičná informace nového druhu trávy, která pomůže v boji proti změnám klimatu, a seznámili je s výzkumem banánovníků, který v rámci rozvojové pomoci pomůže při šlechtění nových odrůd. Dozvěděli se také, jakou roli hrají rostlinné hormony a jak je lze využít v zemědělství, farmacii či kosmetickém průmyslu. Vědci z CRH se také podíleli na organizaci filmového festivalu dokumentárních filmů o jídle Země na talíři v Olomouci. Jeho program zahrnoval filmové projekce, přednášky, diskuze, praktické workshopy, poradenství i soutěže, a upozornil na to, jak obtížným úkolem bude zajištění dostatku potravin pro všechny obyvatele planety. V přednášce pro středoškoláky uspořádané v Pevnosti poznání pak ředitel CRH prof. Frébort objasnil, jak mohou rostlinné biotechnologie přispět k získání plodin s lepším výnosem, vyšší tolerancí k suchu a odolností proti škůdcům a chorobám bez dalšího zatěžování krajiny postřiky a hnojivy.

CRH je také velmi úspěšné v přenosu získaných výsledků do praxe a mezi našimi partnery jsou například ústavy aplikovaného zemědělského výzkumu, šlechtitelské firmy a také firmy, které buď přímo podnikají v oblasti zemědělské produkce, nebo pro zemědělce vyvíjejí a vyrábějí hnojiva a jiné agrochemikálie. Od loňského roku se vědci z CRH podílejí na projektu podporovaného Technologickou agenturou ČR Národní centrum kompetence: Biotechnologické centrum pro genotypování rostlin. Je to jediný projekt tohoto typu a zaměření v České republice, který propojuje přední výzkumná pracoviště profilující se v oblasti rostlinných biotechnologií s uživateli z řad šlechtitelských firem. Stěžejní aktivitou pro spolupráci s praxí je pak provozování Aplikační laboratoře pro zemědělský výzkum. Její záběr je velmi široký a zahrnuje konzultace, společné projekty i zakázkovou činnost, což umožňuje pružně reagovat na konkrétní potřeby praxe.

Věřím, že i tento krátký výčet čtenáře Výroční zprávy přesvědčil o tom, jak velkou pozornost věnuje CRH jak prezentaci svého výzkumu, tak i přenosu výsledků do praxe, spolupráci s orgány státní správy a vzdělávání veřejnosti. Spolu s vynikajícími výsledky výzkumné práce tak CRH zcela mimořádně naplňuje poslání špičkového výzkumného centra.

and enriched by the general public. Last year's topic was "Cannabis without Prejudice" and Petr Tarkowski did an excellent job as the host.

As in previous years, the November event "Week of Science and Technology" experienced a great turnout. The Center for Plant Structural and Functional Genomics itself was attended by 420 children, students of secondary schools and universities, adult visitors and active seniors. During tours of CRH's laboratories, guests learned about the importance of researching economically important plants, such as barley and wheat, and how modern methods of genome modification can contribute to obtaining varieties with better characteristics. Our colleagues also told them about the hereditary information of a new grass species that will help combat climate change, and introduced them to research on banana trees to help develop new varieties as a means of development aid. They also learned about the role of plant hormones and how they can be used in agriculture, pharmacy or cosmetics. Scientists from the center also participated in the organization of the documentary film festival about food "Earth on a Plate" in Olomouc. Its program included film screenings, lectures, discussions, workshops, counseling and competitions, and highlighted how difficult it will be to provide enough food for all people on the planet. In a lecture for high school students organized in Fort Science, the director of the CRH prof. Frébort explained how plant biotechnology can contribute to obtaining crops with better yield, higher drought tolerance and resistance to pests and diseases without further burdening the landscape with spray and fertilizers.

CRH has also been very successful in transferring obtained results into practice and we cooperate, for example, with institutes of applied agricultural research, breeding companies as well as companies that either do business directly in agricultural production or develop and produce fertilizers and other agrochemicals for farmers. Since last year, scientists from CRH have been involved in a project supported by the Technology Agency of the Czech Republic National Center of Competence called "Biotechnology Center for Plant Genotyping". It is the only project of this type and focus in the Czech Republic that connects leading research institutes in the field of plant biotechnology with users from breeding companies. The core activity for cooperation with practice is running of the Application Laboratory for Agricultural Research. Scope of its activities is very wide and includes consultations, joint projects as well as tailored work orders, which allows for flexible response to specific needs of practice.

I believe that however brief this list will convince readers of the Annual Report how much attention CRH pays to presenting its research as well as transferring results into practice, cooperation with state administration bodies and public education. Together with the excellent results of research work, CRH thus fulfills the mission of a cutting-edge research center.



prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.

Ředitel CRH

Executive Director CRH

Ačkoliv naše vědecké centrum obsahuje ve svém názvu slovo „regionální“ a jedním z našich cílů je i aktivní působení v regionu, za jeho hranicemi naše aktivity rozhodně nekončí. CRH využívala i v loňském roce svých bohatých zahraničních kontaktů i členství v Evropské biotechnologické federaci (EFB), v níž CRH zastupuje Českou republiku a kde zastávám pozici člena výkonného výboru.

V loňském roce jsme v červnu společně s EFB pořádali v Olomouci mezinárodní konferenci Plant Biotechnology: Green for Good V. Odborníci z 20 zemí světa se na ní věnovali například biotechnologiím zemědělských plodin, vztahu mezi rostlinami a mikroorganismy, genetice a genomice rostlin, molekulárnímu farmaceutu a genetickému inženýrství, možnostem zlepšování kvality potravin a krmiv nebo vztahům mezi rostlinami a životním prostředím. Jedním z úkolů setkání bylo hledat cesty, jak přispět k řešení důležitých globálních problémů včetně zajištění dostatku potravin pro stále rostoucí populaci. K nejvýznamnějším hostům patřil odborník na sekvenování genomů obilovin Nils Stein z IPK Gatersleben a Univerzity v Göttingenu či jeden z ředitelů Ústavu Maxe Plancka pro výzkum šlechtění rostlin v Kolíně nad Rýnem Miltos Tsiantis. Klíčovým řečníkem byl rovněž Kyle Lancaster z prestižní Cornell University v USA, jehož účast na konferenci finančně podpořilo Velvyslanectví USA v České republice. Velmi podnětnou přednášku pronesl Sunghwa Choe z Seoul National University v Jižní Koreji, který svůj odborný zájem soustředil zejména na editování genomu metodou CRISPR. Na konferenci zastupoval Asijskou biotechnologickou federaci, jež úzce spolupracuje s EFB. Oproti předchozímu ročníku se kvalita přednášek opět zvýšila, což považuji za velmi potěšitelné. Témata vzbudila velký zájem a podnítila diskuzi.

CRH vyslalo své zástupce i na červencový 14. Asijský biotechnologický kongres, který se konal nedaleko města Tchaj-pej na Tchaj-wanu. Posláním mezinárodního setkání se zhruba tisícovkou účastníků bylo nejen představení výsledků výzkumu, ale i hledání nových cest v oblasti biotechnologií a užší propojení evropské a asijské vědy. S tímto cílem následně přijel do Olomouce i prezident Asijské biotechnologické společnosti (AFOB) Wen-Chien Lee. Jedním z konkrétních výstupů jeho návštěvy byla dohoda o přípravě memoranda o spolupráci mezi Univerzitou Palackého, Asijskou biotechnologickou federací a National Chung Cheng University, kde profesor Lee působí.

Společně s kolegyní Michaelou Holecovou z CRH se aktivně podílíme na přípravě Evropského biotechnologického kongresu, jenž se uskuteční letos na přelomu června a července v Maastrichtu. Zapojili jsme se rovněž do procesu restrukturalizace EFB. Po plánované změně organizační struktury, v níž se počítá i se vznikem nové divize rostlinných, potravinářských a zemědělských biotechnologií, by mělo mít CRH v této evropské struktuře ještě významnější pozici než dosud.

Despite the word “regional” in its title and one of our goals being active functioning in the region, our activities certainly reach beyond its borders. Last year, CRH used its vast foreign contacts and membership in the European Federation of Biotechnology (EFB), in which CRH represents the Czech Republic and where I act as an Executive Board member.

Together with EFB we organized an international conference Plant Biotechnology: Green for Good V in Olomouc last June. Experts from 20 countries around the world focused on crop biotechnology, the relationship between plants and microorganisms, plant genetics and genomics, molecular farming and genetic engineering, possibilities to improve the quality of food and feed, or relations between plants and the environment. One of the tasks of the meeting was to look for ways to contribute to solving important global issues, including ensuring sufficient amount of food for the ever-growing population. Among the most important guests were Nils Stein, an expert in cereal genome sequencing from IPK Gatersleben and the University of Göttingen, and one of the directors of the Max Planck Institute for Plant Breeding Research in Cologne, Miltos Tsiantis. Another keynote speaker was Kyle Lancaster from the prestigious Cornell University in the USA, whose participation at the conference was financially supported by the US Embassy in the Czech Republic. Sunghwa Choe from Seoul National University in South Korea gave a very inspiring lecture, focusing mainly on CRISPR genome editing. He represented the Asian Federation of Biotechnology, which works closely with EFB. Compared to the previous year, the quality of lectures has improved again, which I find very gratifying. The topics aroused great interest and stimulated discussion.

CRH also sent representatives to the 14th Asian Biotechnology Congress, which was held near Taipei, Taiwan in July. The mission of the international meeting with about a thousand participants was not only to present the research results, but also to search for new paths in the field of biotechnology and closer links between European and Asian science. Wen-Chien Lee, president of the Asian Federation of Biotechnology (AFOB), came to Olomouc with this goal in mind. One of the outcomes of his visit was an agreement on the preparation of a Memorandum of Cooperation between Palacký University, AFOB and National Chung Cheng University, where Professor Lee works.

Together with my colleague Michaela Holecová from CRH, we are actively involved in the preparation of the European Congress on Biotechnology, which will take place in Maastricht at the turn of June and July. We were also involved in the EFB restructuring process. Following a planned change in the organizational structure, which also envisages the establishment of a new section of plant, food and agricultural biotechnology, CRH should have an even more prominent position in this European structure than hitherto.

CRH je rovněž aktivní při iniciaci změn evropské legislativy ohledně editování genomu a nových genomických technik. Již v prosinci 2018 jsme společně s vědeckým ředitelem CRH Jaroslavem Doleželem vyzvali českého premiéra a další členy vlády, aby se o změnu právních předpisů zasadili. V roce 2019 jsme se pak připojili k výzvě vědců ze 121 evropských institucí požadujících změnu legislativy týkající se geneticky modifikovaných plodin a následně i k petici celoevropské občanské iniciativy studentů Grow scientific progress: crops matter! Jsme přesvědčeni, že bez nových metod editování genomu se v budoucnu neobejdeme, pokud budeme chtít zajistit pro lidstvo dostatek potravin bez dalších nepříznivých dopadů na životní prostředí. Proto jsme připraveni se zahraničními kolegy i nadále přispívat do této debaty odbornými argumenty. I z toho důvodu jsem se letos v únoru zúčastnil jako zástupce EFB jednání Evropské komise v Bruselu a budu se dále podílet na vypracování odborného posudku v rámci dotazníkového šetření zadaného Directorate-General for Health and Food Safety – DG-SANTE.

Bez spolupráce se zahraničními kolegy se neobejde ani naše vědecká práce. Jsem rád, že v rámci našich výzkumných programů i nadále vzrůstá spolupráce s prestižními zahraničními pracovišti. Jedním z významných cílů je i nadále zapojovat do našich týmů vynikající zahraniční vědce a vytvořit v CRH příznivé podmínky pro jejich práci.

CRH is also active in initiating changes to European legislation on genome editing and new genomic techniques. Already in December 2018, together with the scientific director of CRH Jaroslav Doležal, we invited the Czech Prime Minister and other members of the government to push for a change in legislation. In 2019, we joined the challenge of scientists from 121 European institutions demanding a change in legislation on genetically modified crops and, subsequently, a petition on a pan-European student initiative Grow scientific progress: crops matter! We are convinced that we will not do without new genome editing methods in the future if we want to provide enough food for humanity without further adverse environmental impacts. That is why, along with our foreign colleagues, we are ready to continue to contribute professional arguments to this discussion. This is one of the reasons why I participated in the European Commission meeting in Brussels this year as a representative of EFB and I will continue to participate in the preparation of the expert opinion in the survey commissioned by the Directorate-General for Health and Food Safety - DG-SANTE.

Our scientific work would not be possible without cooperation with colleagues from other countries. I am glad that cooperation with prestigious international institutions continues to flourish within our research programs. One of the most important goals remains to involve excellent foreign scientists in our teams and to create favorable conditions for their work in CRH.

PŘEDSTAVENÍ CENTRA REGIONU HANÁ PRO BIOTECHNOLOGICKÝ A ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUM

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

Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum (CRH) je vědecké pracoviště, které se zaměřuje na výzkum rostlin a vývoj rostlinných biotechnologií. Kromě kvalitního základního výzkumu patří k cílům vědeckého centra přenos výsledků vědy a výzkumu do praxe. Centrum tak představuje pomyslný most mezi akademickou a komerční sférou, a to nejen v zemědělství, ale třeba i farmacii a dalších oborech.

CRH sdružuje výzkumné týmy Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého a olomouckých pracovišť Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR, v. v. i. a Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. Na interdisciplinárním výzkumu se podílí přes 220 zaměstnanců. Zdejší vědci patří ke světové špičce v oblasti čtení dědičné informace ječmene, pšenice a dalších rostlin důležitých pro výživu stále narůstající lidské populace. Na základě výsledků základního výzkumu navrhuji postupy, které umožňují šlechtitelům získat odrůdy nové generace s požadovanými vlastnostmi, zejména vyšším výnosem a odolností vůči suchu, výkyvům teplot a dalším stresovým faktorům.

CRH je **Regional Branch Office Evropské biotechnologické federace**. Ve spolupráci s EFB pořádá jednou za dva roky konferenci Plant Biotechnology: Green for Good, která účastníkům přibližuje nové trendy v oblasti rostlinných biotechnologií, genetiky či biochemie rostlin.

Centrum se podílí také na vzdělávání studentů přírodovědecké fakulty. Jeho pracovníci jsou garanti studijních oborů, podílejí se na výuce a vedou bakalářské, diplomové i doktorské disertační práce. Studenti se zapojují do výzkumných týmů a mají možnost navázat užitečné profesní kontakty, což jim dává vynikající výchozí pozice pro uplatnění na trhu práce po absolvování studia. Úkolem CRH je rovněž ochrana výsledků výzkumu formou licencí, intenzivnější uplatňování nejprogresivnějších biotechnologií v aplikační sféře či posílení konkurenceschopnosti regionálních podniků. Zaměřuje se především na české firmy, spolupracuje ale i se zahraničními partnery včetně nadnárodních institucí.

Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research (CRH) is a scientific workplace that focuses on plant research and the development of plant biotechnology. In addition to high-quality basic research, the goals of the science center include transfer of science and research results into practice. The Centre thus represents a link between the academic and commercial spheres, not only in agriculture but also in pharmacy and other fields.

CRH associates research teams of the Faculty of Science, Palacký University and Olomouc branches of the Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic, and Crop Research Institute. Local researchers are among the world leaders in reading hereditary information of barley, wheat and other plants important for nutrition of the growing population. Based on the results of basic research, they propose procedures that enable breeders to obtain new generation varieties with the desired characteristics, in particular higher yield and resistance to drought, temperature fluctuations and other stress factors.

CRH is a **Regional Branch Office of the European Federation of Biotechnology**. In cooperation with EFB, it organizes a bi-annual conference Plant Biotechnology: Green for Good, which introduces new trends in plant biotechnology, genetics and plant biochemistry.

The Centre also participates in education of students of the Faculty of Science. Its employees are guarantors of study fields, participate in teaching and lead bachelor's, master's and doctoral theses. Students engage in research teams and have the opportunity to establish useful professional contacts, giving them an excellent starting position to find employment after graduation. CRH also aims to protect research results through licenses, intensify the use of the most progressive biotechnologies in the application sector, and strengthening the competitiveness of regional enterprises. It focuses primarily on Czech companies, but also cooperates with foreign partners, including multinational institutions.



KLÍČOVÉ OSOBNOSTI

KEY RESEARCHERS

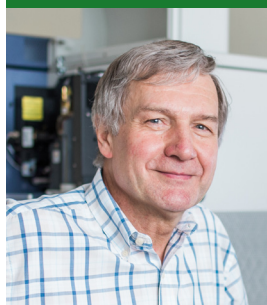
prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.

Je ředitelem CRH od jeho vzniku v roce 2010. Ve vědecké práci se věnuje molekulární biologii a biochemii se zvláštním zaměřením na enzymy metabolismu hormonů v rostlinách a možným biotechnologickým aplikacím včetně přípravy transgenního ječmene. Je autorem více než stovky článků, které se dočkaly přes 2000 citací, a dvou patentů. Od roku 2012 je členem výkonného výboru Evropské biotechnologické federace. Byl hlavním řešitelem velkého infrastrukturního projektu (> 30 mil. €) financovaného ze strukturálních fondů EU a 30 dalších výzkumných projektů. V současné době je hlavním řešitelem projektu OP VVV v rámci výzvy Excelentní výzkum.

He has been the director of CRH since its establishment in 2010. His scientific work is devoted to molecular biology and biochemistry with a special focus on metabolism enzymes of plant hormones and possible biotechnological applications including the preparation of transgenic barley. He is the author of more than a hundred of articles that have received over 2000 citations and two patents. Since 2012 he has been a member of the Executive Board of the European Federation of Biotechnology. He was the principal investigator of a large infrastructure project (> € 30 million) funded by the EU Structural Funds and 30 other research projects. At present he is the main investigator of the OP RDE project within Excellent Research call.



prof. Ing. Jaroslav DOLEŽEL, DrSc.



Je vědeckým ředitelem CRH a vedoucím olomouckého pracoviště Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR. Jeho hlavním vědeckým zaměřením je struktura a evoluce rostlinných genomů, aplikace průtokové cytometrie v rostlinné biologii

a mapování a sekvenování genomů důležitých zemědělských plodin. Je autorem více než 350 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, v roce 2014 obdržel Cenu ministra školství, mládeže a tělovýchovy za mimořádné výsledky výzkumu, experimentálního vývoje a inovací a v roce 2018 obdržel Národní cenu vlády Česká hlava za celoživotní přínos k rozvoji genetiky rostlin a aplikaci získaných výsledků v praxi.

He is the scientific director of CRH and head of the Olomouc branch of the Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic. His main scientific focus is the structure and evolution of plant genomes, application of flow cytometry in plant biology and mapping and sequencing of genomes of important agricultural crops. He is the author of more than 350 articles in impacted journals, the editor of three books and has been an investigator or member of investigating team of more than 20 projects, including EU projects. Since 2004 he has been a member of the Learned Society of the Czech Republic, in 2012 the chairman of the Academy of Sciences granted him the prestigious Academic Award - Praemium Academiae, in 2014 he received an award of the Ministry of Education, Youth, and Sports for extraordinary results of research, experimental development and innovations, and in 2018 he received a National Award "Česká hlava" for a lifetime contribution to the development of plant genetics and the application of the obtained results in practice.

prof. Mgr. Marek Šebela, Dr.

Od roku 2010 vede Oddělení biochemie proteinů, v období 2014–2018 byl zastupujícím ředitelem CRH. Obecně se zaměřuje na chemii a biochemii proteinů. Jeho výzkumný zájem spočívá především v redoxních a proteolytických 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 FEBS Congress. Získal dvě národní vědecká ocenění. Je členem redakční rady časopisu Journal of Proteomics.

Since 2010 he has been the Head of the Department of Protein Biochemistry, in 2014–2018 he was the Deputy Director of CRH. He generally focuses on protein chemistry and biochemistry. His research interest is mainly in redox and proteolytic enzymes, protein modifications (especially glycosylation) 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 organization of international scientific conferences such as Informal Meeting on Mass Spectrometry or FEBS Congress. He has won two national scientific awards. He is a member of the editorial board of the Journal of Proteomics.





prof. RNDr. Petr Ilík, Ph.D.

V CRH působí jako senior researcher a vedoucí Oddělení biofyziky. 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

50 původních odborných prací a je členem několika domácích a zahraničních vědeckých společností. Je řešitelem, spoluřešitelem nebo členem řešitelského kolektivu více než 25 grantových projektů.

In CRH he has been working as a senior researcher and head of the Department of Biophysics. His scientific work focuses on biophysics of photosynthesis and study of plant stresses. He cooperates with commercial entities to develop new devices for detecting plant stresses. He has published more than 50 original papers and is a member of several domestic and foreign scientific societies. He is an investigator, co-investigator or member of an investigating team of more than 25 grant projects.

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



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 AV ČR a Přírodovědecké fakulty UP s názvem Laboratoř růstových regulátorů. Zabývá se biologickou, medicínou a analytickou chemií rostlinných hormonů, část pracoviště se věnuje také syntéze nových růstových regulátorů se zajímavými biologickými i terapeutickými vlastnostmi. Je autorem nejméně 350 odborných vědeckých publikací a mnoha patentů po celém světě. Je členem řady mezinárodních společností, členem panelu ERC a řešitelem více než 30 národních i mezinárodních projektů.

Since 1983 he has been working at the Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic, and in 1996 he became the head of the joint laboratory of the Institute of Experimental Botany AS CR and the Faculty of Science UP

called Laboratory of Growth Regulators. He focuses on biological, medical and analytical chemistry of plant hormones, part of the workplace is also devoted to the synthesis of new growth regulators with interesting biological and therapeutic properties. He is the author of more than 350 scientific publications and many patents worldwide. He is a member of several international companies, a member of the ERC panel and an investigator of more than 30 national and international projects.



Mgr. Karel Doležal, Dr., DSc.

Působí od roku 1996 jako vědecký pracovník v Laboratoři růstových regulátorů, společném pracovišti PrF UP a ÚEB AV ČR. Jeho vědecké zaměření je syntéza více substituovaných purinových derivátů, vztah mezi jejich chemickou strukturou

a biologickou aktivitou, analytická chemie cytokininů a dalších rostlinných hormonů. Je autorem či spoluautorem více než 160 původních vědeckých publikací v impaktovaných časopisech a více než 65 udělených patentů, v posledních deseti letech byl nebo je řešitelem nebo spoluřešitelem devíti grantových projektů. Je editorem a členem redakční rady časopisů Plant Growth Regulation, South African Journal of Botany a International Journal of Molecular Sciences.

Since 1996 he has been working as a researcher in the Laboratory of Growth Regulators, a joint workplace of the Faculty of Science and the Academy of Sciences of the Czech Republic. His scientific focus is the synthesis of more substituted purine derivatives, relationship between their chemical structure and biological activity, analytical chemistry of cytokinins and other plant hormones. He is the author or co-author of more than 160 original scientific publications in impacted journals and more than 65 patents. He is an editor and member of the editorial board of the Plant Growth Regulation journal, the South African Journal of Botany and the International Journal of Molecular Sciences.

Veronique Bergougoux, Ph.D.

Absolventka Přírodovědecké fakulty Univerzity Nice-Sophia Antipolis v Nice ve Francii v roce 2007 začala působit na pozici junior researcher na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a od roku 2011 se připojila k týmu CRH, kde od roku 2017 vede Oddělení molekulární biologie. Centrem jejího odborného zájmu je rostlinná fyziologie a molekulární biologie s cílem porozumět vlivu životního prostředí na růst a vývoj rostlin a roli rostlinných hormonů v odpovědích rostlin. V současnosti se zaměřuje na porozumění vzniku a vývoje nodálních kořenů u ječmene a dalších obilovin. Publikovala 25 vědeckých publikací v impaktovaných časopisech a je řešitelkou nebo spoluřešitelkou několika národních i mezinárodních grantových projektů.

She graduated from the Faculty of Science of the University of Nice-Sophia Antipolis, Nice, France. In 2007 she started working as a junior researcher at the Faculty of Science of the Palacký University Olomouc. She studies plant physiology and molecular biology with the aim of understanding the environmental impact on plant growth and development and the role of plant hormones in plant responses. She is currently focused on understanding the origin and development of nodal roots in barley and other cereals. She has published 25 scientific publications in impacted journals and is an investigator or co-investigator of several national and international grant projects.



prof. RNDr. Jozef Šamaj, DrSc.



Vede Oddělení buněčné biologie CRH. Je autorem více než 170 vědeckých publikací zaměřených na výzkum v oblastech molekulární a buněčné biologie, proteomiky, biotechnologie, signalizace, cytoskeletonu, vezikulárního transportu, endocytózy a stresu

u rostlin. Je editorem šesti knih, národním reprezentantem v International Plant Proteomics Organization, členem několika vědeckých společností včetně Učené společnosti Slovenska a redakčních rad odborných časopisů. Doposud byl řešitelem nebo spoluřešitelem více než 20 zahraničních a domácích vědeckých projektů. Působil mimo jiné na Univerzitě Paul Sabatier v Toulouse, v Biocentru na Univerzitě ve Vídni a na Univerzitě v Bonnu, kde vedl výzkumnou skupinu.

He leads the Department of Cell Biology of CRH. He is the author of more than 170 scientific publications focused on research in molecular and cell biology, proteomics, biotechnology, signaling, cytoskeleton, vesicular transport, endocytosis and plant stress. He is the editor of 6 books, a national representative of the International Plant Proteomics Organization, a member of several scientific societies including the Learned Society of Slovakia and editorial boards of professional journals. He has been an investigator or co-investigator of more than 20 international and domestic scientific projects. He has worked at Paul Sabatier University in Toulouse, the Biocentre at the University of Vienna and the University of Bonn, where he led a research group.

doc. RNDr. Petr Tarkowski, Ph.D.

V CRH 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 (Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.). 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. V poslední době se zabývá studiem konopí a konopných produktů. Je členem několika národních a mezinárodních odborných společností, vědeckých rad, autorem a spoluautorem více než 50 vědeckých prací.

He has been working at CRH since 2010 as a senior researcher. In 2015, he became Head of the Central Laboratory and Research Support Department and at the same time the Department of Genetic Resources of Vegetables, Medicinal Plants and Special Crops (Crop Research Institute). He is devoted to the study of natural substances isolated from plants and bacteria, development of analytical methods of study of phytohormones, their chemical and biochemical transformations, eventually the appearance and interactions between phytohormones. Recently he has been studying hemp and hemp products. He is a member of several national and international learned societies, scientific councils, author and co-author of more than 50 scientific papers.





doc. Mgr. Ondřej Novák, Ph.D.

Je vědeckým pracovníkem v Ústavu experimentální botaniky AV ČR, respektive Laboratoře růstových regulátorů. 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 více než 320 vědeckých článků a jako řešitel nebo spoluřešitel je zapojen do devíti národních nebo mezinárodních grantových projektů. Je členem několika vědeckých společností a členem redakční rady časopisu International Journal of Molecular Sciences. V roce 2019 i 2018 figuroval na seznamu Highly Cited Researchers společnosti Clarivate Analytics.

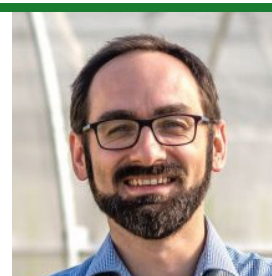
He is a researcher at the Institute of Experimental Botany of the ASCR, resp. the Laboratory of Growth Regulators. He focuses on the development of new analytical methods for qualitative and quantitative determination of biologically active substances and the study of their metabolism in plants - the use of modern isolation techniques in combination with liquid chromatography and fast scanning mass spectrometry. He has published more than 320 scientific articles and, as an investigator or co-investigator, he is involved in nine national and international grant projects. He is a member of several scientific societies and a member of the editorial board of the International Journal of Molecular Sciences. In 2019 as well as 2018 he was on the Highly Cited Researchers list of Clarivate Analytics.

doc. Mgr. Aleš Pečinka, Ph.D.

Je vedoucím výzkumné skupiny v Centru strukturální a funkční genomiky rostlin Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR. Po dokončení doktorského studia v Leibnitzově ústavu genetiky rostlin a výzkumu rostlin v Gatersleбен v Německu se věnoval postdoktorátnímu výzkumu v oblasti rostlinné epigenetiky Institutu Gregora Mendela ve Vídni. V roce 2010 založil vlastní výzkumnou skupinu v Institutu Maxe Plancka pro výzkum šlechtění rostlin v Kolíně nad Rýnem se zaměřením na analýzu stability chromatinu a genomu v Arabidopsis. V roce 2017 se skupina přestěhovala do Centra strukturální a funkční genomiky rostlin, kde sleduje stejné výzkumné směry s rozšířením na obilniny. Je odborníkem na organizaci jádra rostlin, epigenetickou regulaci genové exprese a udržování stability genomu pomocí komplexů SMC. V posledních letech tyto jevy studuje většinou v souvislosti s vývojem semen.

He is a group leader at the Centre of Plant Structural and Functional Genomics of the Institute of Experimental Botany in Olomouc, Czech Republic. After his Ph.D. at the Leibnitz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research in Gatersleben, Germany, he

performed his postdoctoral research in the field of plant epigenetics at the Gregor Mendel Institute in Vienna. In 2010, he established his own research group at the Max Planck Institute for Plant Breeding Research in Cologne focusing on the analysis of plant chromatin and genome stability in Arabidopsis. In 2017, the group moved to the Centre of Plant Structural and Functional Genomics, where it follows the same research directions with an extension to the cereal crops. He is an expert in the organization of plant nucleus, epigenetic regulation of gene expression and maintenance of genome stability by SMC complexes. In recent years, he studies these phenomena mostly in the context of seed development.



doc. Mgr. Lucie Plíhalová, Ph.D.

Od roku 2010 vede oddělení transferu technologií CRH. Odborný zájem soustředí zejména na organickou syntézu, přípravu nových heterocyklických molekul, chemickou biologii, růstové regulátory cytokininů, jejich deriváty a jejich biologickou aktivitu a uplatnění

cytokininových derivátů v praxi, zejména v kosmetice, lékařství nebo při ošetření či mikropropagaci rostlin. Byla a je řešitelkou řady grantů, v současné době je hlavní řešitelkou projektu Rozvoj předaplikačního výzkumu v oblasti nano- a biotechnologií – Předaplikační výzkum pro ITI. Je autorkou či spoluautorkou 17 patentů a celé řady užitečných vzorů.

Since 2010 she has been heading the Department of Technology Transfer. She focuses on organic synthesis, preparation of new heterocyclic molecules, chemical biology, growth regulators of cytokinins, their derivatives and their biological activity and application of cytokinin derivatives in practice, especially in cosmetics, medicine or in treatment or micropropagation of plants. She has been administering many grants, currently she is the main investigator of the Development of pre-applied research in nanotechnology and biotechnology - Pre-application Research for ITI project. She is the author or co-author of 17 patents and a number of utility models.

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
Ing. Jiban KUMAR, Ph.D.	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
Doc. RNDr. Martin KUBALA, 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 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
JUDr. Vladimír LICHNOVSKÝ	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	Zástupce Olomouckého kraje Representative of the Olomouc Region
Mgr. Jan RADOŠ	člen Rady Centra Member of the Council of the Centre	Zástupce Ministerstva zemědělství ČR Representative of the Ministry of Agriculture

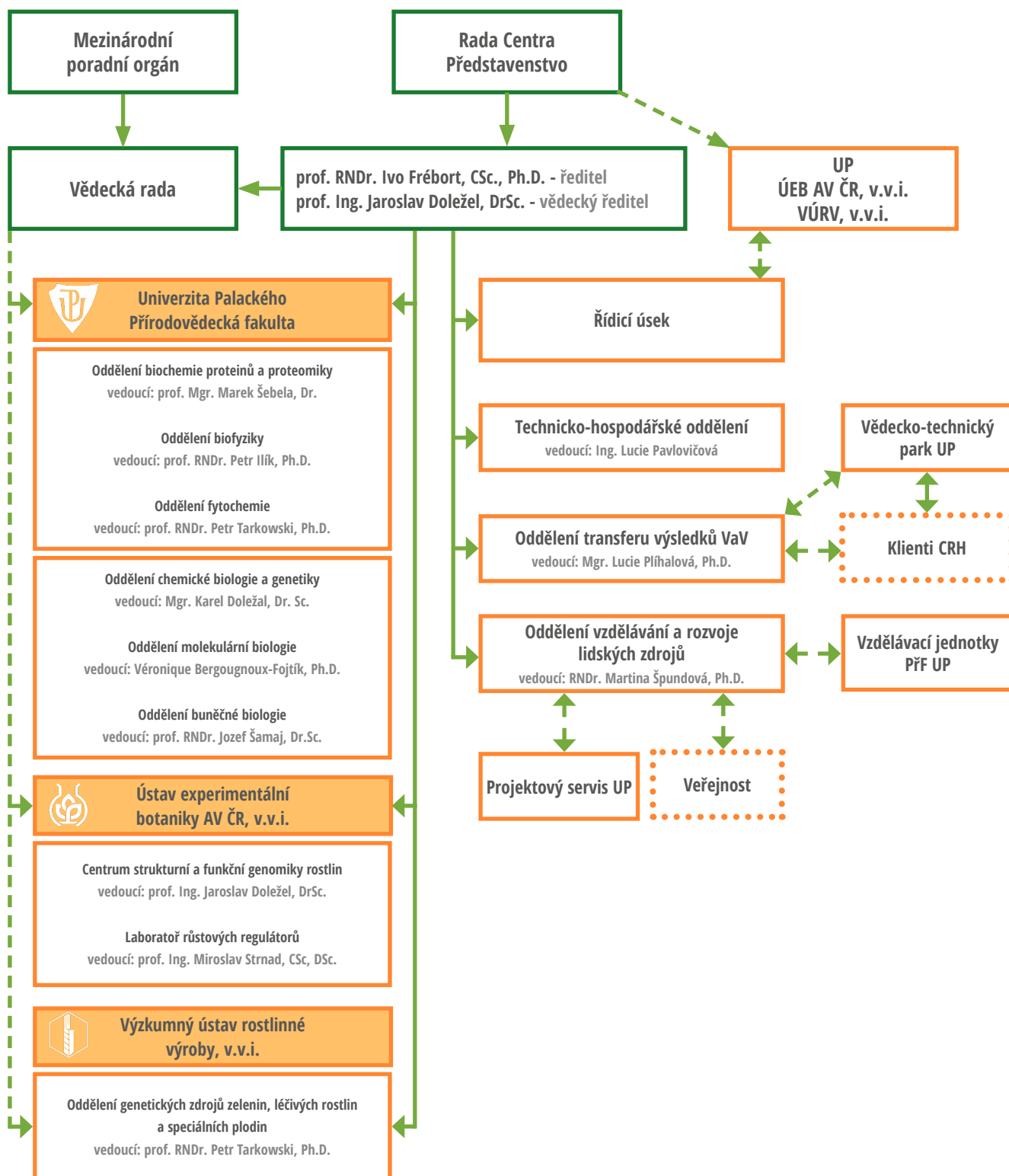
Vědecká rada Centra / Scientific Board of the Centre

Jméno člena Member	Funkce Position	Instituce Institution
prof. Ing. Jaroslav DOLEŽEL, DrSc.	Vědecký ředitel Centra a předseda Vědecké rady Centre 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. RNDr. Ivo FRÉBORT, CSc., Ph.D.	Ředitel Centra a člen Vědecké rady Centra Director of the Centre and Member of the Scientific Board	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. RNDr. Jozef ŠAMAJ, DrSc.	Člen Vědecké Rady Centra Member of the Scientific Board of the Centre	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. RNDr. Petr ILÍK, Ph.D.	Člen Vědecké Rady Centra Member of the Scientific Board of the Centre	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University Olomouc
prof. Ing. Miroslav STRNAD, CSc, DSc.	Člen Vědecké rady Centra Member of the Scientific Board of the Centre	Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Institute of Experimental Botany AS CR
prof. Mgr. Marek ŠEBELA, Dr.	Člen Vědecké Rady Centra, zastupující ředitel Centra Member of the Scientific Board of the Centre, Deputy Director of the Centre	Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci Faculty of Science, Palacký University in Olomouc
Mgr. Jan BARTOŠ, Ph.D.	Člen Vědecké rady Centra Member of the Scientific Board of the Centre	Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i. Institute of Experimental Botany AS CR
doc. RNDr. Petr TARKOWSKI, Ph.D.	Člen Vědecké rady Centra Member of the Scientific Board of the Centre	Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Crop Research Institute
prof. Ing. Olga VALENTOVÁ, CSc.	Externí akademický člen Vědecké rady Centra External Academic Member of the Scientific Board of the Centre	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze Institute of Chemical Technology, Prague
prof. RNDr. Jiří FAJKUS, CSc.	Externí akademický člen Vědecké rady Centra External Academic Member of the Scientific Board of the Centre	Masarykova univerzita, Brno Masaryk University, Brno
doc. Ing. Antonín DREISEITL, CSc.	Externí člen Vědecké rady Centra External Member of the Scientific Board of the Centre	Agrotest fyto, s. r. o. a Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o. Agrotest fyto, s. r. o. and The Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd.
prof. Jeffrey A. COLE	Externí člen Vědecké rady Centra External Member of the Scientific Board of the Centre	Viceprezident European Federation of Biotechnology Vice President of the European Federation of Biotechnology
Ing. Jan BŘEZINA	Externí člen Vědecké rady Centra External Member of the Scientific Board of the Centre	Bývalý poslanec Evropského parlamentu Former Member of the European Parliament

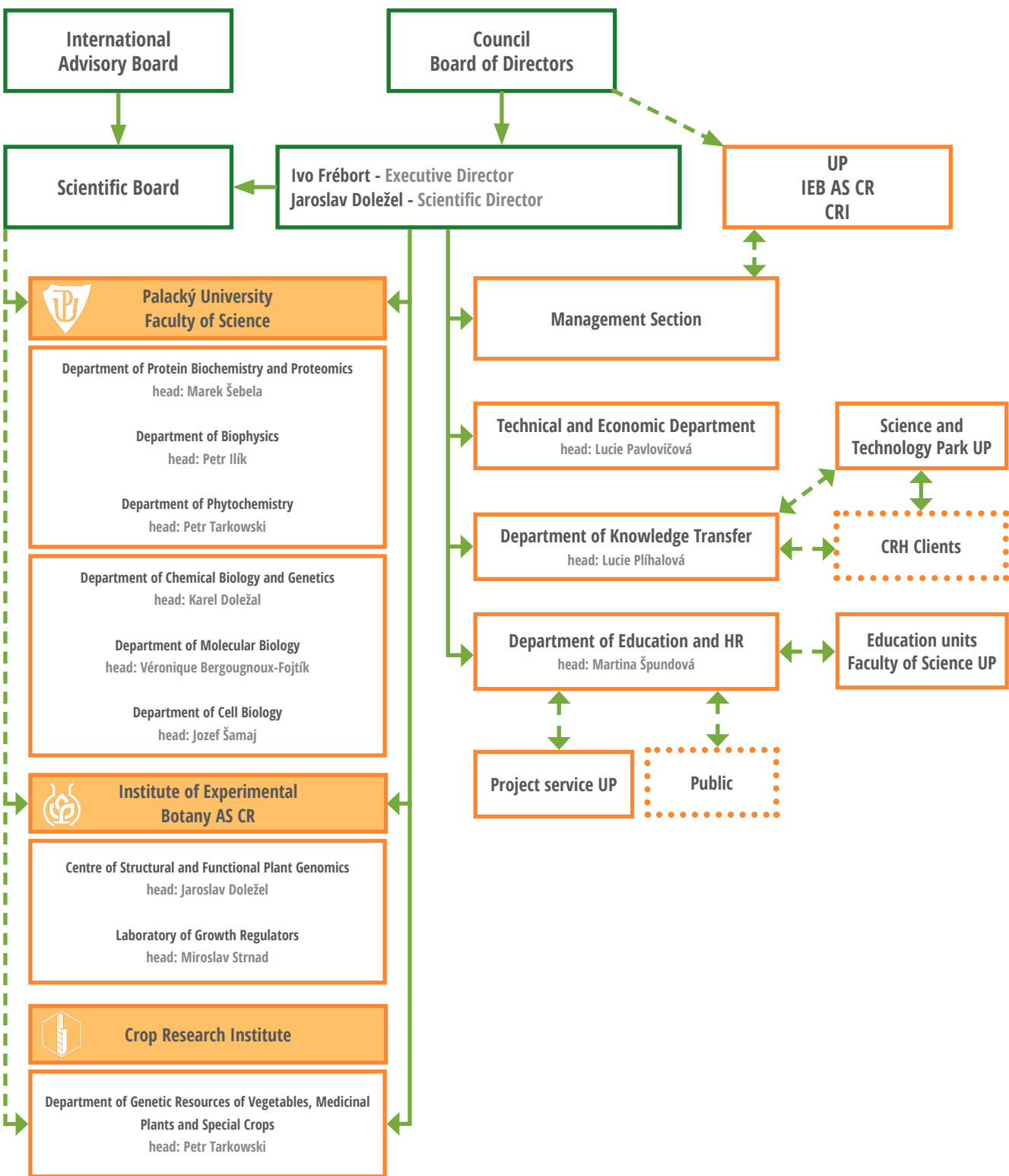
Mezinárodní poradní panel / International Advisory Board

Jméno člena Member	Instituce 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
Sebastien PRAUD	Biogemma, Clermont-Ferrand, France
Dr. Roland WOHLGEMUTH	Technical University Lodz, Poland
Prof. Dr. Nils STEIN	Liebniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben, Germany

ORGANIZAČNÍ STRUKTURA



ORGANIZATION CHART



VĚDA A VÝZKUM

Rostliny jako prostředek udržitelného globálního rozvoje

Stěžejní součástí vědeckého výkonu CRH v roce 2019 byla spojena s řešením projektu Rostliny jako prostředek udržitelného globálního rozvoje Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání – Excelentní výzkum. Cílem projektu je získání nových poznatků o regulaci růstu, utváření fenotypu a stresové adaptaci rostlin, které patří k hlavním potravinovým zdrojům lidstva. Úkolem badatelů, kteří spolupracují v rámci pěti komplexních multioborových výzkumných programů, je dospět k novým poznatkům a vyvinout techniky, jež umožní za pomoci molekulárních a genomických metod šlechtění hospodářsky významných plodin s vyššími výnosy a větší odolností vůči nepříznivým klimatickým vlivům, zejména suchu. Dalším důležitým úkolem je snížit dopad zemědělství na životní prostředí, a to například zavedením nových způsobů hnojení či eliminací používání pesticidů. Nutným předpokladem k tomu je posílení přirozené odolnosti rostlin proti houbám, bakteriím či škůdcům. Právě k těmto cílům směřovaly i v roce 2019 aktivity výzkumníků CRH ve spolupráci s jejich zahraničními partnery. Příkladem úspěšné spolupráce s ostatními univerzitami i regionální samosprávou zaměřené na uplatnění výsledků v praxi může být vytvoření struktury a kompozice zeleně, která pomůže efektivně zachytávat prachové částice masivně znečišťující ovzduší Ostravy a jiných průmyslových měst. Aktivita dokonce získala podporu v rámci společného evropského projektu Clair (CLear AIR and Climate Adaptation in Ostrava and other cities).

Díky projektu získala pracoviště CRH nové přístroje zásadního vědeckého významu. Jedná se o fluorescenční mikroskop se supervysokým rozlišením, který umožní detailní studium struktury rostlinného jádra s rozlišením v řádu desítek nanometrů, dále o vysokokapacitní sekvenátor DNA určený ke studiu sekvenční variability ve vybraných genech u odrůd či původních druhů ječmene a pšenice odolných či náchylných k stresu suchem nebo o fluorescenční mikroskop na rychlé a šetrné snímání živých rostlin při velmi vysokém rozlišení, jehož prostřednictvím bude možné studovat interakce rostlin s mikroorganismy neinvazivními metodami vitální mikroskopie.

SCIENCE AND RESEARCH

Plants as a tool for sustainable global development

A fundamental part of CRH's scientific performance in 2019 was linked to implementation of the Plants as a tool for sustainable global development project from Operational Program Research, Development and Education - Excellent Research. The aim of the project is to gain new knowledge about growth regulation, phenotype formation and stress adaptation of plants, which belong to the main food sources of the mankind. Researchers working in five complex multi-disciplinary research programs strive to gain new knowledge and develop techniques that enable cultivation of economically important crops with higher yields and greater resistance to adverse climatic conditions, especially drought, using molecular and genomic methods. Another important task is to reduce the environmental impact of agriculture, for example by introducing new fertilization methods or eliminating the use of pesticides. A necessary prerequisite for this is to strengthen natural resistance of plants to fungi, bacteria or pests. Research activities of CRH scientific staff in cooperation with their foreign partners in 2019 lead towards these goals. As an example of successful cooperation with other universities and regional self-government focused on the application of results in practice we can mention the creation of the structure and composition of greenery that will help effectively capture dust particles massively polluting the air of Ostrava and other industrial cities. The initiative received support under the joint European project Clair (CLear AIR and Climate Adaptation in Ostrava and other cities).

Thanks to the project CRH acquired new devices of significant scientific importance such as a high-resolution fluorescence microscope that enables detailed study of plant nucleus structure with a resolution of tens of nanometers; a high-capacity DNA sequencer for the study of sequence variability in selected genes in indigenous barley and wheat varieties or those resistant or susceptible to drought; or a fluorescence microscope for fast and gentle scanning of live plants at a very high resolution, through which it will be possible to study the interaction of plants with microorganisms by non-invasive vital microscopy methods.

Výzkumný program 1

Organizace jaderného genomu rostlin a její vliv na fenotyp

Uspořádání DNA v mikroskopickém prostoru buněčného jádra hraje důležitou roli při regulaci genové exprese a ovlivňuje růst a vývoj rostlin i jejich reakci na vnější podmínky. Díky pokroku v technikách sekvenování DNA je již známa poloha většiny genů a regulačních oblastí na molekule DNA. O tom, jak jsou tyto oblasti v buněčném jádře rozmístěny a jak spolu interagují, ale zatím existují jen mlhavé představy. V rámci výzkumného programu Organizace jaderného genomu rostlin a její vliv na fenotyp vědci studují prostorové uspořádání jaderného genomu důležitých plodin a využívají při tom také poznatky získané studiem modelové rostliny huseníčku rolního s menším genomem.

Analýzou prostorového uspořádání rodičovského chromatinu v buněčném jádře mezidruhových hybridů rostlin pomocí konfokální mikroskopie zjistili, že fáze buněčného cyklu, typ

Research program 1

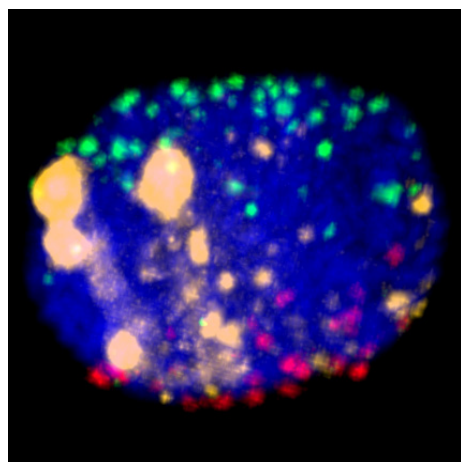
Organization of plant nuclear genome and its impact on phenotype

The arrangement of DNA in the microscopic space of the cell nucleus plays an important role in the regulation of gene expression and affects the growth and development of plants and their response to environmental conditions. Due to progress in DNA sequencing techniques, the position of most genes and regulatory regions on the DNA molecule have been unraveled. However, ideas of deployment and interactions of these areas in the cell nucleus are still somewhat vague. As part of the research program Organization of plant nuclear genome and its impact on the phenotype, scientists study spatial arrangement of the nuclear genome of important crops, using knowledge gained from the study of a model plant of *Arabidopsis* with a smaller genome.

By analyzing the spatial arrangement of parental chromatin in the cell nucleus of interspecific plant hybrids using confocal

pletiva či původ rodičovských genomů nemají podstatný vliv na uspořádání chromatinu. Získané výsledky naopak odhalily významný vliv velikosti chromozomů a jejich ramen na polohu v jádře. Toto studium také zjistilo korelaci mezi prostorovým uspořádáním chromozomů v jádře a jejich přenosem do dalších generací. Pravděpodobnost přenosu do další generace je nižší u chromozomů, jejichž telomery nebyly v kontaktu s jadernou membránou v meiotické profázi a překvapivě i v somatických pletivech.

Pomocí metody Hi-C olomoučtí vědci ve spolupráci s kolegy z Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Gatersleben, Německo) zjistili, že chromatidy kondenzovaných chromozomů ječmene jsou v mitotické metafázi tvořeny šroubovici chromatinu, jejíž závitý mají délku asi 35 Mb. Pro toto studium bylo klíčové využití metody purifikace intaktních chromozomů pomocí průtokové cytometrie. Délka závitů určená bioinformatickou analýzou byla experimentálně potvrzena pomocí fluorescenční *in situ* hybridizace. Při ní byly použity sondy složené z tisíců krátkých oligonukleotidů, které pokrývaly části chromozomu 5H ječmene. Místa hybridizace značených oligonukleotidů byla vizualizována pomocí mikroskopie se supervysokým rozlišením. Strukturu kondenzovaných mitotických chromozomů badatelé studují také pomocí elektronové mikroskopie a v rámci těchto experimentů optimalizovali metodu přípravy vzorků pro pozorování jejich trojrozměrné struktury.



Obrázek 1: Buněčné jádro linie pšenice seť s vneseným párem chromozomů žita. Pomocí fluorescenční *in situ* hybridizace byla určena poloha chromozomů žita (žlutá barva). Stejnou metodou byla určena poloha centromer (červená barva) a telomer (zelená barva). DNA pšenice byla barvena pomocí barviva DAPI (modrá barva).

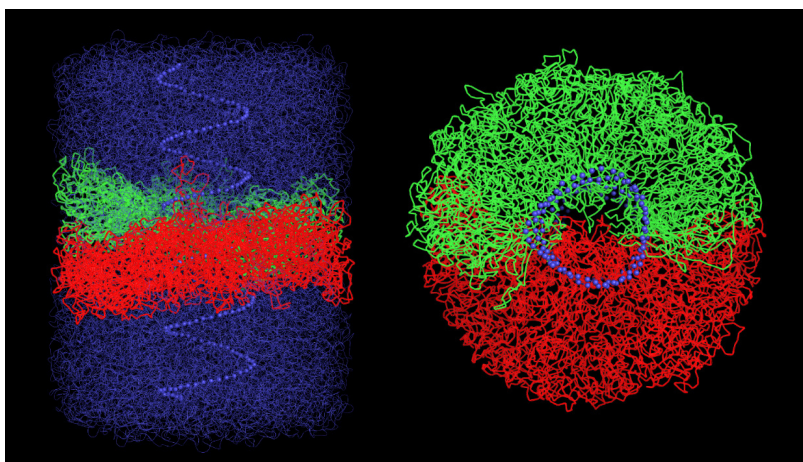
Figure 1: Cell nucleus of common wheat line with introduced pair of rye chromosomes. The position of rye chromosomes (yellow) was determined by fluorescence *in situ* hybridization. Using the same method, the centromer (red) and telomer (green) positions were determined. The wheat DNA was colored with DAPI (blue).

Sekvence genomu pšenice, podobně jako sekvence jiných složitých genomů včetně lidského, stále není úplná. Mimo jiné v ní chybí multigenní lokusy kódující ribozomální RNA. Optickým mapováním chromozomů izolovaných pomocí průtokové cytometrie výzkumníci v genomové sekvenci pšenice určili přesnou polohu těchto chybějících lokusů na chromozomech 1B, 6B a 5D, odhadli počet jednotek ribozomální DNA a identifikovali diagnostické SNP markery specifické pro jednotlivé lokusy. Následná sekvenční analýza ribozomální RNA získané z pěti různých pletiv odhalila, že příspěvek konkrétních lokusů k celkové produkci rRNA nekoreluje s počtem jednotek rDNA a je vývojově regulován.

Umístění a vzájemné interakce vláken DNA v buněčném jádře a stejně tak uspořádání DNA v kondenzovaných chromozomech

microscopy, they found that the cell cycle phases, the tissue type, or the origin of parental genomes had no significant effect on the chromatin arrangement. On the contrary, obtained results revealed a significant influence of the size of chromosomes and their arms on the position in nucleus. This study also found a correlation between the spatial arrangement of chromosomes in the nucleus and their transfer to future generations. The probability of transmission to the next generation is lower for chromosomes whose telomeres were not in contact with the nuclear membrane in meiotic prophase and, surprisingly, in somatic tissues.

Using the Hi-C method, Olomouc scientists in collaboration with colleagues from the Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Gatersleben, Germany) found that chromatids of condensed barley chromosomes are in mitotic metaphase created by chromatin helix whose threads are about 35 Mb in length. The use of intact chromosome purification using flow cytometry was crucial for this study. The thread length determined by bioinformatic analysis was experimentally confirmed by fluorescence *in situ* hybridization. Probes composed of thousands of short oligonucleotides were used to cover portions of the 5H barley chromosome. Hybridization sites of labeled oligonucleotides were visualized by super-high resolution microscopy. Researchers also study the structure of condensed mitotic chromosomes by electron microscopy and in these experiments optimized the method of sample preparation for observation of their three-dimensional structure.



Obrázek 2: Model spiralizace metafázových chromozomů ječmene. Červeně a zeleně jsou znázorněny dvě poloviny jednoho závitů šroubovice o celkové délce přibližně 35 Mb. Vlevo: pohled na část jedné chromatidy z vnějšku; vpravo: příčný řez jednou chromatidou.

Figure 3: Model of barley metaphase chromosome spiralization. Two halves of one helix thread with a total length of approximately 35 Mb are shown in red and green. Left: view of part of one chromatid from outside; right: cross section of one chromatid.

Wheat genome sequence, like that of other complex genomes, including human, is still incomplete. Among other things, it lacks multigenic loci encoding ribosomal RNA. By optical mapping of chromosomes isolated by flow cytometry, researchers determined the exact location of these missing loci on chromosomes 1B, 6B and 5D in the wheat genome sequence, estimated the number of ribosomal DNA units and identified diagnostic SNP markers specific to each locus. The following sequence analysis of ribosomal RNA obtained from five different tissues revealed that the contribution of specific loci to total rRNA production does not correlate with the number of rDNA units and is developmentally regulated.

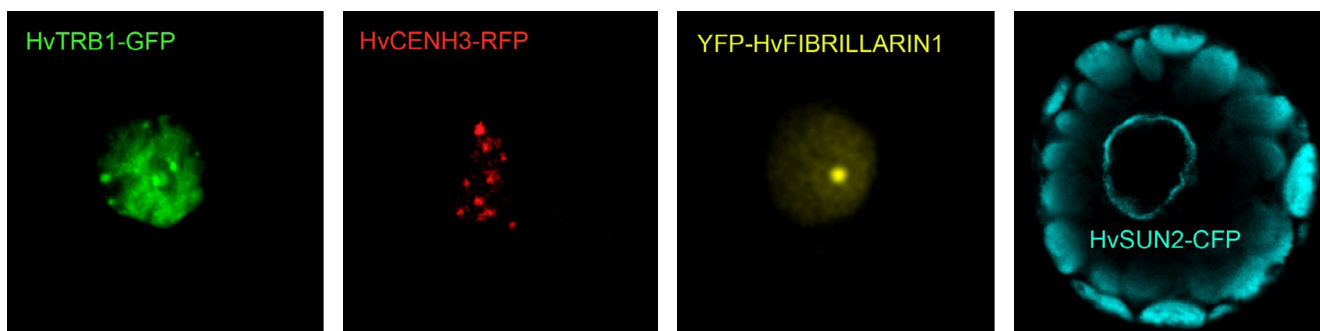
The location and interactions of DNA strands in the cell nucleus as well as the arrangement of DNA in condensed chromosomes are largely determined by chromosome structure-maintaining proteins (SMCs). In order to identify and characterize mitotic chromosome proteins, researchers have developed a method using chemical modifications of cysteine by bromomethylamine. As a result

jsou do značné míry určovány proteiny udržujícími strukturu chromozomů (SMC). Scílem identifikovat a charakterizovat proteiny mitotických chromozomů výzkumníci vypracovali metodu využívající chemické modifikace cysteinu bromethylaminem. Následkem aminoethylace se objeví kladný náboj a nové trypsinové štěpné místo pro přípravu peptidů vhodných k sekvenční analýze. Pro alternativní štěpení jaderných a chromozomálních proteinů z hroznů vinné révy izolovali proteasu CYSP, která je sice méně specifická než trypsin, avšak vysoce aktivní i v kyselém pH.

Pro vybrané kandidátní jaderné proteiny, které představují především podjednotky komplexů proteinů SMC, byla zahájena tvorba a selekce mutantních linií metodou CRISPR, a to jak u ječmene, tak modelové rostliny huseníčku rolního. Paralelně probíhá klonování a transformace translačně fúzních markerových linií pro jednotlivé oblasti buněčného jádra ječmene, což umožní studium dynamiky chromatinu v živých buňkách.

of aminoethylation, a positive charge and a new trypsin cleavage site for the production of peptides suitable for sequence analysis appear. For alternative cleavage of nuclear and chromosomal proteins from grapes, CYSP protease was isolated, which is less specific than trypsin, but highly active even in acid pH.

For selected candidate nuclear proteins, which are predominantly subunits of SMC protein complexes, the formation and selection of mutant lines was initiated by the CRISPR method, both in barley and in the model plant *Arabidopsis*. In parallel, cloning and transformation of translational fusion marker lines for individual regions of barley cell nucleus have been carried out, allowing the study of chromatin dynamics in living cells.



Obrázek 3: Příprava fluorescenčních markerových linií jaderných domén u ječmene. Binární konstrukty byly transformovány do protoplastů a signály byly snímány pomocí konfokální mikroskopie. Zeleně značený fúzní protein HvTRB1-GFP indikuje pozici telomer (shluky intenzivních signálů) v buněčném jádře a dává také rozptýlený signál v nukleoplazmě. Červený signál odpovídá histonu HvCENH3 fúzovanému s červeným fluorescenčním proteinem (RFP), který značí pozice centromer. Fúzní protein mezi jadérovým markerovým proteinem FIBRILLARIN1 a žlutým fluorescenčním proteinem (YFP) vykazuje silný signál v jádru a rozptýlený signál v nukleoplazmě. Modrým fluorescenčním proteinem (CFP) značený protein jaderné membrány HvSUN2 vykazuje předpokládanou lokalizaci (kroužek); kulovité signály po obvodu protoplastu jsou chloroplasty, které měly při daném nastavení silnou autofluorescenci.

Figure 3: Preparation of fluorescent marker lines of nuclear domains in barley. Binary constructs were transformed into protoplasts and signals were scanned by confocal microscopy. The green-labeled HvTRB1-GFP fusion protein indicates the position of the telomeres (cluster of intense signals) in the cell nucleus and also gives a scattered signal in the nucleoplasm. The red signal corresponds to the histone HvCENH3 fused to the red fluorescent protein (RFP), which indicates the centromere positions. The fusion protein between the core marker protein FIBRILLARIN1 and the yellow fluorescent protein (YFP) shows a strong signal in the nucleus and a scattered signal in the nucleoplasm. The blue fluorescent protein (CFP) labeled HvSUN2 nuclear membrane protein shows the predicted location (ring); the spherical signals around the perimeter of the protoplast are chloroplasts that have a strong autofluorescence at a given setting.

Výzkumný program 2

Editace genomu za účelem vyšší tolerance obilovin vůči suchu

Sucho dramaticky ovlivňuje výnos všech plodin na celém světě. S nastupujícími klimatickými změnami je velmi důležité vyvinout plodiny, které budou schopny se vyrovnat s nepříznivými podmínkami. V mechanismech, pomocí kterých rostliny odolávají suchu, hrají ústřední roli rostlinné hormony. Například hormony cytokininy (CK) ovlivňují řadu procesů v rostlinách, jako je dělení buněk a ukládání asimilátů fotosyntézy. Cytokininy zvyšují toleranci k mírnému vodnímu stresu a urychlují regeneraci; koreluje se zvýšenou tolerancí proti vodnímu stresu a hrají roli při alokaci asimilátů fotosyntézy při mírném vodním stresu u tabáku. V této souvislosti pracovníci CRH dokončili charakterizaci cytokininového receptoru v topolu (Jaworek et al. 2019. Planta).

Sucho vytváří stresovou odezvu, která vyžaduje, aby si rostlina vyvinula mechanismy, jako je zhášení reaktivních forem kyslíku nebo akumulace osmoprotektantů, jako je například prolin. V jejich metabolismu působí rodina enzymů aldehyddehydrogenáz, která je zapojena zejména do detoxikace aldehydů nebo katabolismu aminokyselin, jako je prolin nebo arginin. U kukuřice se ukázalo, že exprese genu kódujícího jeden z těchto enzymů, ZmALDH12, je za stresových podmínek potlačena, což přispívá k udržení vysoké hladiny těchto dvou aminokyselin. Během roku 2019 vědci

Research program 2

Genome editing for drought tolerance in cereals

Drought dramatically affect yield of all crops worldwide. With climatic changes, it is of great importance to develop crops able to cope with adverse conditions. As part of the mechanisms to withstand drought, phytohormones play a central role. For example, the hormone cytokinins (CKs) affect multiple processes in plants, such as cell division, sink strength and photosynthesis. CKs increase the tolerance to mild stress and speed up the recovery; they correlate with elevated flooding tolerance, and play a role in the sink-source polarization during mild water stress in tobacco. We conducted the characterization of the cytokinin receptor in poplar (Jaworek et al. 2019. Planta).

Drought generates stress response that requires the plant to develop mechanisms such as scavenging ROS or accumulating osmoprotectants. The aldehyde dehydrogenase family is a class of proteins involved notably in the detoxification of aldehydes or catabolism of amino acids such as proline or arginine. In maize, the ZmALDH12 was shown to be downregulated under stress conditions, contributing to maintaining high status in these two amino acids. During this year, we identified ALDHs in barley and initiated their expression regulation in barley seedlings grown in different stress conditions.

identifikovali aldehyddehydrogenázy v ječmeni a sledovali regulaci jejich exprese u sazenic ječmene pěstovaných v různých stresových podmínkách.

Zabývají se také identifikací nových genů s potenciální rolí v toleranci k suchu a udržováním výnosu v nepříznivých podmínkách. Nicméně efektivní nástroje k určení, zda rostlina podléhá stresu nebo ne, je stále potřeba vyvíjet. Biofyzici zapojení do výzkumného programu vyvíjejí metodu detekce stresu *in vivo* spojeného se zavřením stomat. Tato metoda je založena na detekci hydrogenuhlíkatu a jeho účinku na fotosystém II pomocí chlorofylové termoluminiscence.

Výzkumníci zahájili rozsáhlou genomovou asociační studii (GWAS) s cílem identifikovat nové geny související s vývojem kořenů a výnosem za sucha. Kořeny kvůli jejich ukrytí v půdě dlouho nebyly považovány za důležité ve vývoji rostlin a reakci na životní prostředí. Mají však prvořadý význam, protože jsou odpovědné za absorpci vody a živin, což jsou dva parametry nezbytné pro růst a vývoj rostlin. Studie zahrnuje 232 odrůd dvouřadého jarního ječmene pocházejícího z různých prostředí a regionů, z oblastí od Úrodného půlměsíce po nejzápadnější Evropu, jakož i exemplářů pocházejících z Etiopie. K popisu kořenového systému různých odrůd pěstovaných v kontrolovaných podmínkách nebo ve stresu pracovníci používají systém klíčení ve speciálních sáčcích. U různých krajových odrůd pozorovali velkou variabilitu kořenové architektury. Mezi parametry, které zaznamenávají, patří délka, úhel a počet kořenů, jakož i počet a rozdělení postranních kořenů. Fenotypizační data budou spojena s genotypizačními daty dostupnými ze sekvenování 50 tis. zachycených protein-kódujících sekvencí v exomu.

Paralelně byly vyvinuty nové přístupy, které přímo zacílily na specifické geny, jejichž role v iniciaci a vývoji kořenů byla popsána u různých druhů rostlin. To je zejména případ proteinu LBD, který je důležitý při vzniku laterálních kořenů u *Arabidopsis* a kořenových krčků u rýže a kukuřice. Vědci identifikovali a charakterizovali dva geny z ječmene, které byly následně vneseny do rýžového mutantu, který není schopen sám vyvinout kořenový krček. Vzhledem k tomu, že tyto geny z ječmene byly schopny obnovit produkci kořenového krčku v tomto rýžovém mutantu, je zřejmé, že jsou klíčové pro jeho vývoj.

We are also involved in the identification of new genes with a potential role in tolerance to drought and maintaining yield in adverse conditions. Nevertheless, good tools to determine whether a plant undergo stress or not need to be developed. Biophysics of our group are developing a method to detect *in vivo* stresses associated with stomata closure. This method is based on detection of bicarbonate and its effect on the photosystem II using chlorophyll thermoluminescence.

We started genome wide association studies (GWAS) with the purpose to identify new genes related to root development and yield performance under drought conditions. Roots due to their hidden status were for long considered not to play important role in plant development and response to environment. However, they are of primordial importance as they are responsible for water and nutrient uptake, two parameters essential for plant growth and development. Our GWAS includes 232 accessions of

the spring 2-rows landraces of barley originating from the Old world with a large adaptation to different environment, from the Fertile Crescent to the most west Europe, as well as accessions coming from Ethiopia. We are using the germination pouch system to describe the root system of the different landraces grown in controlled conditions or under stress. A huge variability in root architecture was observed between landraces. The length, angle and number of roots, as

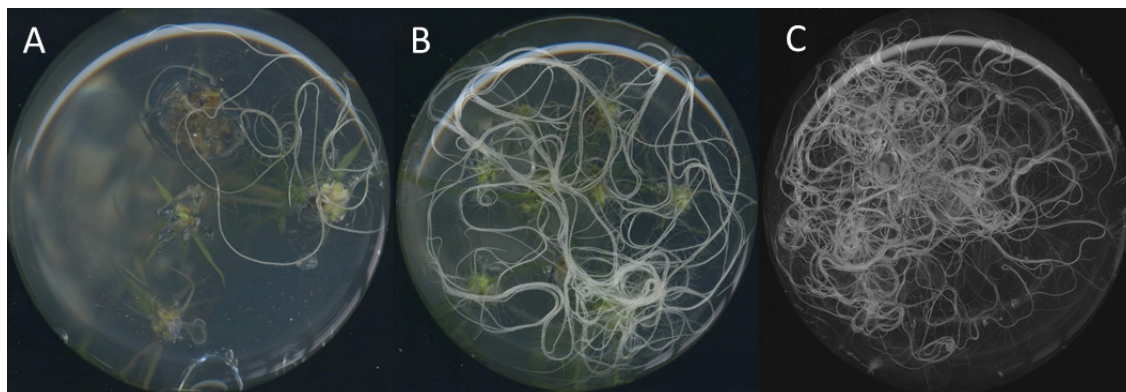
well as the number and distribution of lateral roots are among the parameters we are recording. The phenotyping data will be associated with the genotyping data available from a 50K exom capture sequencing.

In parallel, we developed candidate approaches, directly targeting specific genes whose role in root initiation and development has been described in different species. This is particularly the case of the LBD protein that are important in lateral root initiation in *Arabidopsis* and in crown-root initiation in rice and in maize. We identified and characterized two genes that were used to complement a rice mutant that is not able to develop crown-roots. The barley genes showed to restore the production of crown-root in the rice mutant.



Obrázek 1: Studie stavby kořenového systému ve speciálních sáčcích v kontrolovaných podmínkách bez vystavení stresu. A) hluboký kořenový systém B) mělký kořenový systém Měřítka představuje 2 cm.

Figure 1: Study of root system architecture in germination pouches in controlled non-stress conditions. Two contrasted phenotypes are shown: A) deep root system, B) shallow root system. Bar represents 2 cm.



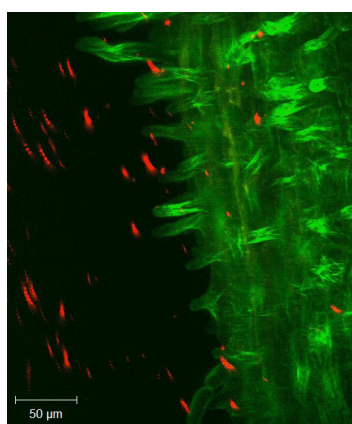
Obrázek 2: Vývoj kořenů v rýžovém mutantovi (A) s vloženými dvěma LBD geny ječmene (B a C). Všimněte si, že v B a C jsou kořeny četnější a delší než v A. Rostliny byly stejné staré ve všech případech. (Fotografie: T. Nguyen).

Figure 2: Root development in rice mutant (A) complemented with two barley LBD genes (B and C). Note that in B and C, the roots are more numerous and longer than in A. Plants were of the same age in A, B and C. (Picture: T. Nguyen).

Výzkumný program 3

Interakce rostlin s prospěšnými a patogenními mikroorganismy

Výzkumníci připravili pomocí technologie CRISPR/Cas9 další konstrukty využitelné pro genetickou manipulaci ječmenných mitogen-aktivovaných protein kináz (MAPK). Tyto konstrukty nejdříve prošly testováním metodou transientní transformace buněk cibule pomocí genového děla a následně byly stabilně transformovány do ječmene metodou kultivace Agrobakterií s nezralými zygotickými embryi. Regenerované rostliny budou dále testovány na odolnost vůči abiotickému a biotickému stresu. Byla provedena fenotypická dokumentace, ošetření elicitory a také imunobiochemické experimenty s použitím protilátek proti aktivovaným MAPK. Z těchto rostlin byly také připraveny vzorky pro proteomické analýzy, které jsou průběžně zpracovávány a vyhodnocovány. Dále byly získány nové transgenní linie vojtěšky

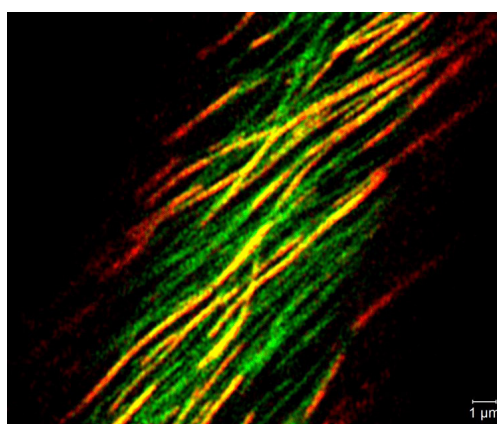
Obrázek 1: Interakce kořene vojtěšky se *Sinorhizobium*Figure 1: Interaction of alfalfa root with *Sinorhizobium*

nesoucí geny pro vybrané MAPK. Stabilní transgenní linie ječmene a vojtěšky s markerovými geny pro mikrotubulární a aktinový cytoskelet byly využity na experimenty s fluorescenčně značenými mikroorganismy *Sinorhizobium meliloti* a *Pseudomonas fluorescens* pomocí pokročilé „light-sheet“ mikroskopie. Vědci studovali především mechanismy interakce těchto mikroorganismů s rostlinami na mikroskopické úrovni. Dále probíhaly experimenty s transgenními liniemi vojtěšky s umlčenými MAPK geny (pomocí RNAi technologie) zaměřené na studium fenotypových a biochemických charakteristik a také na vývoj hlízek po interakci těchto linií s půdními bakteriemi *Sinorhizobium meliloti*. Metodický příspěvek o super-rezolučním zobrazení mikrotubulů a MAPK pomocí mikroskopie se strukturovaným osvětlením vzorku (SIM a 3D SIM) byl publikován v prestižním časopise Plant Methods. Čtyři výzkumné práce, ve kterých vědci podrobně charakterizovali biochemické a genetické interakce MPK3 a fosfolipázy D alfa 1 a proteomy (včetně validace) v nadzemní části a v kořenech mutantů, které postrádají fosfolipázu D alfa 1, publikovaly významné časopisy Frontiers in Plant Science a International Journal of Molecular Sciences (IJMS). Další dva články zaměřené na fosforylaci proteinu NRT1 (nitrátový transportér) a na fosfolipázu D delta při biotickém stresu byly publikovány ve spolupráci se zahraničním čínským pracovištěm profesora Jinxinga Lina (Beijing Forestry University) v prestižních časopisech Plant Cell a Plant Physiology. Výsledkem jiné významné spolupráce se skupinou Dr. Davida Kopeckého (Ústav experimentální botaniky, CRH) byly tři publikace ve významných časopisech Chromosoma a IJMS zaměřené na meiotické telomery a pozici introgresních chromozomů v interfázových jádrech u obilovin.

Research program 3

Interaction of plants with beneficial and pathogenic microorganisms

Using CRISPR / Cas9 technology, researchers have prepared additional constructs useful for genetic manipulation of barley mitogen-activated protein kinases (MAPK). These constructs were first tested by transient transformation of onion cells using a gene gun and were subsequently transformed into barley by cultivation of Agrobacteria with immature zygotic embryos. The regenerated plants will be further tested for resistance to abiotic and biotic stress. Phenotypic documentation, elicitor treatment and immunobiochemical experiments using antibodies against activated MAPK were performed. Samples were also prepared from these plants for proteomic analyses, which are continuously processed and evaluated. Furthermore, new transgenic alfalfa lines carrying genes for selected MAPKs were obtained. Stable barley and alfalfa

Obrázek 1: Kolokalizace mikrotubulů a MAP65-2 v hypocotylové buňce *Arabidopsis*Figure 1: Co-localization of microtubules and MAP65-2 in hypocotyl cell of *Arabidopsis*

transgenic lines with marker genes for microtubular and actin cytoskeleton were used for experiments with fluorescently labeled microorganisms *Sinorhizobium meliloti* and *Pseudomonas fluorescens* using advanced light-sheet microscopy. In particular, scientists studied the mechanisms of interaction of these microorganisms with plants at microscopic level. Experiments were carried out with transgenic alfalfa lines with silenced MAPK genes (using RNAi technology) aimed at studying phenotypic and biochemical characteristics as well as the development of tubers after the interaction of these lines with soil bacteria *Sinorhizobium meliloti*. A methodological contribution on super-resolution imaging of microtubules and MAPK by microscopy with structured sample illumination (SIM and 3D SIM) was published in the prestigious journal Plant Methods. Four research papers in which scientists have defined the biochemical and genetic interactions of MPK3 and phospholipase D alfa 1 and proteomes (including validation) in the aboveground part and roots of mutants lacking phospholipase D alfa 1 have been published by Frontiers in Plant Science and the International Journal of Molecular Sciences (IJMS). Two more articles on the phosphorylation of NRT1 (nitrate transporter) and phospholipase D delta in biotic stress have been published in collaboration with a Chinese institute of Professor Jinxing Lin (Beijing Forestry University) in the prestigious Plant Cell and Plant Physiology journals. As a result of another significant cooperation with research group of David Kopecký (Institute of Experimental Botany, CRH) three papers focused on meiotic telomeres and the position of introgressive chromosomes in interphase nuclei in cereals were published in journals Chromosoma and IJMS.

Výzkumný program 4

Nové biostimulanty pro rostlinné biotechnologie a zemědělství

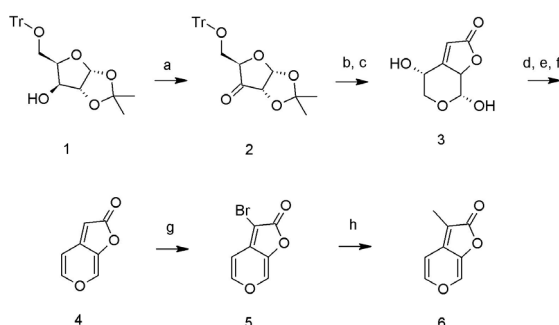
Výzkumníci zapojení do tohoto programu se v minulosti zabývali zejména chemickou biologií rostlinných hormonů, kde dosáhli důležitých výstupů nejen z hlediska základního výzkumu, ale také se jim podařilo tyto výstupy v několika případech úspěšně komercializovat. K rozhodnutí rozšířit výzkum také na ostatní kategorie biostimulantů vedl především prudce stoupající význam těchto nových nástrojů pro zvýšení zemědělské produkce, který současně akceptuje požadavek udržitelnosti.

Výzkumný program Nové biostimulanty pro rostlinné biotechnologie a zemědělství plně navazuje na stávající výzkumné programy CRH. Jsou syntetizovány nové organické látky klasickou i kombinací chemií, izolovány a identifikovány rostlinné hormony a další aktivní složky biostimulantů s prokazatelnými enzymově inhibičními, růstově-regulačními a obecně biologickými účinky. Vědci rovněž provádějí syntetické modifikace vybraných přírodních látek s cílem vyvinout inhibitory, aktivátory a (ant)agonisty účinné v mikro- a nanomolárních koncentracích.

Tato problematika je v novém programu výrazně rozšířena a zobecněna na studium dalších důležitých skupin nových biostimulantů, jako jsou například těkavé látky emitované mikroorganismy, extrakty z řas a vermikomposty. Aktivní složky biostimulantů jsou testovány na biologickou aktivitu v rostlinných biotestech, včetně jejich interakcí s vybranými enzymy. Jejich růstově-regulační vlastnosti jsou ve spolupráci s dalším výzkumným programem Monitorování environmentálních interakcí rostlin testovány pomocí „high-throughput“ fenotypizačního systému v normálních a stresových podmínkách a také v polních pokusech na hospodářsky významných plodinách – kukuřice, obiloviny, řepka, mák a další.

Dále se pracovníci zaměřují na vývoj metod a studium změn v metabolismu vybraných skupin nízkomolekulárních biologicky aktivních látek za využití moderních, vysoce selektivních a extrémně citlivých analytických metod. V rámci nového výzkumného programu jsou pro aktivní složky nových biostimulantů vyvinuty a zavedeny moderní izolační techniky, nové postupy pro extrakci a purifikaci z komplikovaných rostlinných matric. Z důvodů správného a přesného stanovení jsou připravovány nové stabilně izotopicky značené standardy. Dále jsou optimalizovány metody kvantifikace a identifikace pracující se spojenými technikami rychlé kapalinové chromatografie a citlivé rychle skenující hmotnostní spektrometrie. Metabolomický přístup pomůže i při objasňování rolí a funkcí biologicky aktivních složek biostimulantů při regulaci vývojových procesů v rostlinách a v jejich jednotlivých částech.

V loňském roce se například podařilo vyvinout, validovat a apli-



Research program 4

New biostimulants for plant biotechnology and agriculture

In the past, researchers involved in this program have mainly dealt with chemical biology of plant hormones, where they have achieved significant results not only in terms of basic research, but have also managed to commercialize these outputs in several cases. The decision to extend research to other categories of biostimulants was mainly due to the soaring importance of these new tools for increasing agricultural production, while accepting the requirement of sustainability.

The research program of New Biostimulants for Plant Biotechnology and Agriculture fully follows the existing research programs of CRH. New organic compounds are synthesized by classical and combinatorial chemistry, plant hormones are isolated and identified, and other active components of biostimulants with demonstrable enzyme inhibitory, growth-regulating and generally biological effects. Scientists are also making synthetic modifications of selected natural substances to develop inhibitors, activators and (ant) agonists effective at micro- and nanomolar concentrations.

Within the new program this issue has been significantly expanded to study other important groups of new biostimulants, such as volatile substances emitted by microorganisms, algae extracts and vermicomposts. Active compounds of biostimulants are tested for biological activity in plant bioassays, including their interactions with selected enzymes. Their growth-regulating properties are tested in cooperation with another research program Monitoring of plant environmental interactions using

a high-throughput phenotyping system under normal and stress conditions and also in field trials on economically important crops - corn, cereals, rape, poppy and others.

Furthermore, researchers have focused on the development of methods and the study of changes in metabolism of selected groups of low molecular biologically active substances using modern, highly selective and extremely sensitive analytical methods. Under the new research program, modern isolation techniques, new procedures for extraction and purification from complicated plant matrices have been developed and implemented for the active compounds of new biostimulants. For correct and accurate determination new stable isotopically labeled standards are being prepared. Further, the methods of quantification and identification working with coupled techniques of fast liquid chromatography and sensitive fast scanning mass spectrometry are optimized. Metabolomic approach will also help to clarify the roles and functions of biologically active components of biostimulants in the regulation of developmental processes in plants and their individual parts.

Obrázek 2: Schéma přípravy karrikininu

(a) TEMPO, NCS, TBAB; (b) (EtO)₂POCH₂CO₂Et, NaH; (c) CF₃COOH; (d) ClCOOEt, pyridin; (e) Et₃N, CH₂Cl₂; (f) Pd(PPh₃)₄, THF; (g) NBS, CHCl₃; (h) CH₃B(OH)₂, Pd(OAc)₂, S-Phos, tBuOK, toluen.

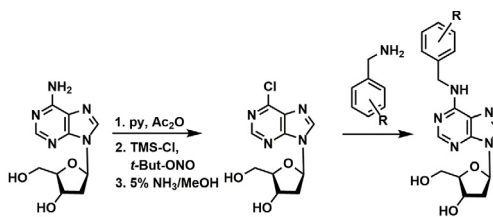
Figure 2: Karrikinin preparation diagram (a) TEMPO, NCS, TBAB; (b) (EtO)₂POCH₂CO₂Et, NaH; (c) CF₃COOH; (d) ClCOOEt, pyridin; (e) Et₃N, CH₂Cl₂; (f) Pd(PPh₃)₄, THF; (g) NBS, CHCl₃; (h) CH₃B(OH)₂, Pd(OAc)₂, S-Phos, tBuOK, toluen.

Last year, for example, we succeeded in developing, validating and applying the world's first rapid, specific, and sufficiently sensitive method based on ultra-high performance liquid chromatography in combination with tandem mass spectrometry to quantify karrikinins in biostimulants. Organic

kovat na světě vůbec první rychlou, specifickou a dostatečně citlivou metodu založenou na ultra-účinné kapalinové chromatografii v kombinaci s tandemovou hmotnostní spektrometrií pro kvantifikaci karrikininů v biostimulantech. Součástí vývoje metody byla i organická syntéza standardů těchto aktivních složek biostimulantů, které nejsou komerčně dostupné. Následně byla metoda využita k absolutní kvantifikaci karrikininů v biostimulantech různého původu a stáří. V rostlinách salátu ošetřených tímto typem biostimulantů byly pak následně stanoveny klasické rostlinné hormony (cytokininy, auxiny, kys. abscisová) a studována jejich vzájemná interakce při procesu klíčení.

Metodami organické syntézy byla připravena série nových aromatických 6-substituovaných derivátů 2'-deoxy-9-(beta)-D-ribofuranosylpurinu jako potenciálních rostlinných růstových regulátorů. Identita a čistota připravených látek byla ověřena souborem fyzikálně chemických metod (elementární analýza, HPLC-HR MS, NMR). U všech připravených látek byla následně testována jejich schopnost rozpoznání AHK3 a CRE1/AHK4 receptory, stejně jako jejich růstové regulační a zejména velmi vysoká antisenescenční aktivita.

Další skupina 25 derivátů a analog rostlinných hormonů brasinosteroidů byla připravena, charakterizována a testována s cílem zlepšení jejich terapeutického indexu při testování jejich cytotoxicity na vybraných nádorových a normálních buněčných liniích, což se podařilo prokázat. Následně byl vyvinut nový biotest pro sledování biologické aktivity brasinosteroidů na rostlinách hrachu s unikátní citlivostí 100 fmol.



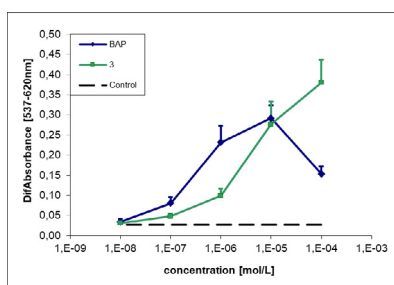
Obrázek 3: Schéma přípravy nových aromatických 6-substituovaných derivátů 2'-deoxy-9-(beta)-D-ribofuranosylpurinu

Figure 3: Diagram of preparation of new aromatic 6-substituted 2'-deoxy-9-(beta)-D-ribofuranosylpurine derivatives

synthesis of standards of these active components in biostimulants, which are not commercially available, was also part of the development of the method. Subsequently, the method was used for the absolute quantification of karrikinins in biostimulants of different origin and age. Classical plant hormones (cytokinins, auxins, abscisic acid) were then determined in lettuce plants treated with this type of biostimulant and their interaction in the germination process was studied.

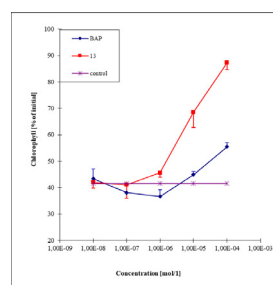
A series of novel aromatic 6-substituted 2'-deoxy-9-(beta)-D-ribofuranosylpurine derivatives as potential plant growth regulators was prepared by organic synthesis methods. The identity and purity of the prepared compounds was verified by a set of physico-chemical methods (elemental analysis, HPLC-HR MS, NMR). All prepared compounds were subsequently tested for their ability to recognize AHK3 and CRE1 / AHK4 receptors, as well as their growth regulatory and especially very high anti-senescence activity.

Another group of 25 derivatives and brassinosteroid plant hormone analog were prepared, characterized and tested in order to improve their therapeutic index in testing their cytotoxicity on selected tumor and normal cell lines, which was proven. Subsequently, a new bioassay was developed to monitor the biological activity of brassinosteroids on pea plants with a unique sensitivity of 100 fmol.



Obrázek 4: Aktivita 6-(3-hydroxybenzyl)-2'-deoxy-9-(β)-D-ribofuranosylpurinu v Amaranthovém biotestu (ve srovnání s 6-benzylaminopurinem)

Figure 4: Activity of 6-(3-hydroxybenzyl)-2'-deoxy-9-(β)-D-ribofuranosylpurine in Amaranth biotest (in comparison with 6-benzylaminopurine)



Obrázek 5: Aktivita 6-(4-fluorobenzyl)-2'-deoxy-9-(β)-D-ribofuranosylpurinu v senescenčním biotestu (ve srovnání s aktivitou 6-benzylaminopurinu)

Figure 5: Activity of 6-(4-fluorobenzyl)-2'-deoxy-9-(β)-D-ribofuranosylpurine in senescence biotest (in comparison with activity of 6-benzylaminopurine)

Výzkumný program 5

Monitoring environmentálních interakcí rostlin

V roce 2019 se účastníci výzkumného programu věnovali řešení dílčích cílů projektu zaměřených především na optimalizaci vysokokapacitního biotestování v normálních a stresových podmínkách pro rutinní "pre-screening", optimalizaci metod automatizované fenotypizace obilovin v normálních podmínkách a identifikaci stress-specifických raných znaků detekovatelných při raném vývoji obilovin a validaci softwaru obrazové analýzy pro neinvazivní polní fenotypizaci.

V rámci těchto aktivit vyvinuli metody pro velkokapacitní screening s využitím automatizovaných přístupů, metody využívající kombinaci automatizované fenotypizace pomocí snímání rostlin různými typy neinvazivních senzorů a cílené metaboliky. Dále se výzkumníci intenzivně zabývali problematikou zpracování

Research program 5

Monitoring of environmental interactions in plants

In 2019, scientists involved in this research program dealt with partial objectives of the project aimed primarily at optimizing high-capacity biotesting under normal and stress conditions for routine pre-screening, optimizing methods of automated phenotyping of cereals under normal conditions and identifying stress-specific early features detectable in early development of cereals, and validation of image analysis software for non-invasive field phenotyping.

Within these activities, they developed methods for large-scale screening using automated approaches, methods using a combination of automated phenotyping by sensing plants with various types of non-invasive sensors and targeted metabolomics. Furthermore, researchers have intensively dealt with the issue of

a interpretace dat s využitím přístupů multivariantní statistiky a také implementaci nových statistických přístupů. Výsledky práce se podařilo publikovat v mezinárodních impaktovaných časopisech jako *Plant Cell & Environment*, *Frontiers in Plant Science*, *Remote Sensing*, *Plant Methods*, *Annals of Botany* či *Plant Science*.

Ucelený systém automatizovaného pre-screeningu využívající miniaturizaci byl aplikován na testování mechanismu působení biotického stresu indukovaného těkavými látkami na modelové rostliny *Arabidopsis* v *in vitro* podmínkách. Ve spolupráci se zahraničním pracovištěm byl tento postup publikovaný v práci „Plant responses to fungal volatiles involve global post-translational thiol redox proteome changes that affect photosynthesis“ v časopise *Plant Cell & Environment*.

Mezi významné originální výsledky patří metoda velkokapacitního automatizovaného fenotypování ječmene, Marchetti et al. (*Frontiers in Plant Science*, 2019) „A novel image-based screening method to study water deficit response and recovery of barley populations using canopy dynamics phenotyping and simple metabolite profiling“. Tato práce popisuje novou screeningovou metodu analýzy odolnosti ječmene v podmínkách sucha pomocí fenomického, metabolického přístupu a multivariantní statistické analýzy. Metoda se snaží více přiblížit reálným podmínkám a analyzuje nikoliv jednotlivé rostliny, ale celé populace rostlin společně rostoucích na malé ploše. Stěžejní sledovanou vlastností je výška porostu, která se mění v závislosti na stresu a adaptaci rostliny na něj. Tato vlastnost současně úzce souvisí s obsahem některých biologicky aktivních látek v rostlinách, především některých polyaminů, které pak slouží jako markery reakce na stres. Tato metoda lze využít jak při výzkumu pro porovnání velkého množství genotypů či transgenních linií, tak při šlechtění, kdy je potřeba rychle selektovat linie odolné vůči různým typům stresu.



Další stěžejním výstupem je publikace Husíčková et al. (*Remote Sensing*, 2019) „Analysis of cold-developed vs. cold-acclimated leaves reveals various strategies of cold acclimation of field pea cultivars“. Tato práce je výsledkem spolupráce s Výzkumným ústavem rostlinné výroby a popisuje strategie chladové odolnosti vybraných kultivarů hrachu s využitím optimalizovaného protokolu neinvazivního snímání rostlin a analýzy účinnosti fotosyntézy.

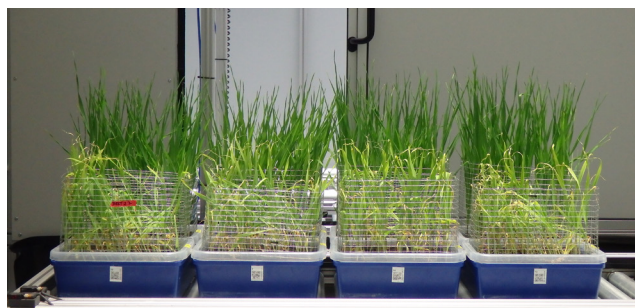
Do tisku v časopise *Plant Methods* byla přijata práce Humplík et al. „Time-to-event data in plant biology: the case for Bayes“ popisující metodu pro analýzu velkých souborů dat nově vyvinutým softwarem „bayes4plants“. Nová metoda je prezentována na příkladu vzházení u obilovin a je využitelná při neinvazivní polní fenotypizaci.

Analýza stavu techniky v oblasti experimentálních a teoretických studií optických vlastností listů vedla k publikování přehledného článku Stirbet et al. (*Annals in Botany*, 2019) popisujícího základy, historii a modelování ve studiu fotosyntézy. Tato práce představuje přehledné zpracování stavu techniky v této oblasti a diskutuje možnosti aplikace studia optických vlastností listů v rostlinné fenotypizaci a vzdáleném snímání vegetace.

data processing and interpretation using multivariate statistics and also the implementation of new statistical approaches. The results were published in international impact journals such as *Plant Cell & Environment*, *Plant Science*, *Frontiers*, *Remote Sensing*, *Plant Methods*, *Annals of Botany* and *Plant Science*.

A comprehensive automated pre-screening system using miniaturization has been applied to test the mechanism of action of volatile-induced biotic stress on model *Arabidopsis* plants *in vitro*. In collaboration with a foreign institution, this procedure was published in “Plant responses to fungal volatiles involving global post-translational thiol redox proteome changes that affect photosynthesis” in *Plant Cell & Environment*.

Significant original results include large-scale automated barley phenotyping method, Marchetti et al. (*Frontiers in Plant Science*, 2019) “A novel image-based screening method to study water deficit response and recovery of barley populations using canopy dynamics phenotyping and simple metabolite profiling”. This paper describes a new screening method for analysis of barley resistance in drought conditions using a phenomic, metabolomic approach and multivariate statistical analysis. The method tries to get closer to real conditions and analyzes not individual plants but whole populations of plants growing together in a small area. The main monitored property is the height of the vegetation, which varies depending on the stress and the plant's adaptation to it. At the same time, this property is closely related to the content of some biologically active substances in plants, especially some polyamines, which then serve as markers of stress response. This method can be used both in research for comparing large numbers of genotypes or transgenic lines, and in breeding when it is necessary to quickly select lines resistant to various types of stress.



Another key output is a publication by Husíčková et al. (*Remote Sensing*, 2019) cold-acclimated leaves reveals various strategies of cold acclimation of field pea cultivars”. This work is the result of cooperation with Crop Research Institute and describes strategies of cold resistance of selected pea cultivars using an optimized non-invasive plant imaging protocol and photosynthesis efficiency analysis.

A paper by Humplík et al. “Time-to-event data in plant biology: the case for Bayes” describing a method for analyzing large data sets by the newly developed software “bayes4plants” has been accepted by *Plant Methods* journal. The new method is presented on the example of emergence in cereals and is useful in non-invasive field phenotyping.

An analysis of the state of machinery in experimental and theoretical studies of optical properties of leaves has led to publication of a review by Stirbet et al. (*Annals in Botany*, 2019) describing the fundamentals, history and modeling in the study of photosynthesis. This work presents an overview of the state machinery in this field and discusses the possibilities of applying the study of optical properties of leaves in plant phenotyping and remote vegetation imaging.

Rozvoj předaplikačního výzkumu v oblasti nano- a biotechnologií

V roce 2019 pokračoval osmi výzkumnými záměry projekt Rozvoj předaplikačního výzkumu v oblasti nano- a biotechnologií z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání – Předaplikační výzkum pro ITI (Integrované teritoriální investice), který byl zahájen v červenci roku 2018. Projekt je realizován společně v Centru regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum a v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů. Tento projekt s rozpočtem 125,8 mil Kč vznikl v rámci potřeby přenosu uplatnitelných nejnovějších aplikovaných výsledků vědy a výzkumu Univerzity Palackého do praxe, zejména má podpořit rozvoj do praxe přenositelných moderních technologií v Olomoucké aglomeraci. Do projektu jsou zapojeni čeští i zahraniční odborníci z oborů fyzikální, organické i analytické chemie, biochemie, biotechnologie, biofyziky, aplikované fyziky, nanotechnologie, botaniky a biologie. Olomoucká aglomerace je díky Univerzitě Palackého dlouhodobě úspěšná v transferu výsledků základního výzkumu do průmyslu a biotechnologických firem a i výsledky tohoto projektu by v budoucnu měly k rozvoji Olomoucké aglomerace výrazně přispět. Tento projekt, který vznikl jako výsledek špičkového základního a aplikovaného výzkumu zúčastněných pracovišť, si klade za cíl vývoj nových a dopracování stávajících technologií, které budou přispívat k řešení velkých společenských témat. Projekt se kromě významných environmentálních úkolů zpracování odpadu a jeho znovuvyužití v zemědělství zaměřuje zejména na oblast identifikace, přípravy a zkoumání mechanismů účinku růstově regulačních látek (moderních hnojiv a regulátorů růstu), izolaci důležitých antiseptických a antimikrobiálních látek z rostlin a jejich laboratorní syntézu, genové inženýrství vedoucí ke změnám na úrovni produkce kulturních rostlin s uplatnitelností v medicíně. V rámci výše zmíněných témat řeší výzkumné záměry také propojení biotechnologií a nanotechnologií například v analytické chemii nebo v přípravě účinnějších látek s ochrannými vlastnostmi použitelnými například v kosmetice, dále pak introdukci nanotechnologií v ochraně životního prostředí a využití magnetických nanočástic v citlivé biomedicínské anebo potravinářské diagnostice. V projektu je kladen důraz hlavně na funkčnost nově vznikajících technologií a jejich pozdější průmyslovou proveditelnost. V regionálním kontextu projekt umožní flexibilnější zpětnou vazbu a přenos nejnovějších technologií do firem, které jsou přirozenými nejbližšími příjemci těchto inovací, obzvláště pokud projekt reaguje na bezprostřední potřeby komerčního sektoru v regionu specifikovaném v regionální inovační strategii RIS Olomoucké aglomerace. Projekt je naplánován až do konce roku 2022 a počítá s ochranou vzniklého duševního vlastnictví, zejména se vznikem minimálně osmi mezinárodních přihlášek vynálezu typu PCT a s publikací celé řady kvalitních odborných vědeckých prací.

V rámci výzkumných záměrů, které jsou řešeny v CRH, byla v roce 2019 rozpracována technologie přípravy antimikrobiálních chemických látek, které lze použít v zubní hygieně, například do zubních past a ústní vody. Na tuto technologii účinnou proti bakteriím zubního plaku byla již v rámci projektu podána česká přihláška vynálezu, kterou bude následovat přihláška mezinárodní –

Development of pre-applied research in nanotechnology and biotechnology

In 2019, the project Development of pre-applied research in nanotechnology and biotechnology under Operational Program Research, Development, Education - Pre-application Research for Integrated Territorial Investment (ITI), launched in July 2018, continued in eight research directions. Project has been implemented at Palacký University Olomouc, largely in the Center of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research and in the Regional Center of Advanced Technologies and Materials of the Faculty of Science, UP. This project, with a budget of CZK 125.8 million, was prepared to satisfy the need to transfer latest applicable results of science and research carried out at Palacký University into practice, in particular to support the development of transferable modern technologies in Olomouc agglomeration. Thanks to Palacký University, Olomouc agglomeration has been in the long run successful in transfer of basic research results to industry and biotechnology companies, and the results of this project should contribute significantly to the development of this region in the future. Czech and foreign experts from the fields of physical, organic and analytical chemistry, biochemistry, biotechnology, biophysics, applied physics, nanotechnology, botany and biology are involved in the project.



Designed as a result of cutting-edge basic and applied research carried out at the participating workplaces, this project aims to develop new and refine existing technologies that will contribute to addressing major issues of the society. In addition to the major environmental tasks of waste processing and its re-use in agriculture, it focuses mainly on the identification, preparation and studying mechanisms of effects of growth regulating substances (modern fertilizers and growth regulators); on isolation of important antiseptic and antimicrobial substances from plants and their laboratory synthesis; on genetic engineering leading to changes at the level of production of cultural plants with applicability in medicine. Within the aforementioned topics, the research intentions also address the interconnection

of biotechnologies and nanotechnologies, for example in analytical chemistry or in the preparation of more effective substances with protective properties applicable for example in cosmetics, as well as introducing nanotechnologies in environmental protection. The project focuses mainly on the functionality of emerging technologies and their later industrial feasibility. In the regional context, the project will allow for more flexible feedback and transfer of the latest technologies to companies that are naturally the closest beneficiaries of these innovations, especially if the project responds to the immediate needs of the commercial sector in the region specified in Olomouc Regional Innovation Strategy. The project is planned until the end of 2022 and envisages protection of arisen intellectual property, in particular at least eight international PCT patent applications and the publication of a number of high-quality scientific papers.

As part of the research plans, which were investigated in the Center of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research in 2019, the technology of preparation of antimicrobial chemicals that can be used in dental hygiene, for example in toothpastes and mouthwash, was elaborated. Czech patent application for

PCT. Dále se podařilo v rostlinách identifikovat a poté i připravit v laboratoři spektrum malých organických molekul a jejich derivátů odvozených od rostlinných hormonů, s antisenescenčními účinky. Tyto výsledky byly publikovány v prestižních vědeckých časopisech, většinou, ve spolupráci s mezinárodními pracovišti, například v Jihoafrické republice. V roce 2019 bylo projektu dedikováno celkem 10 odborných vědeckých publikací. Antisenescenční látky z rostlin byly identifikovány a strukturně modifikovány tak, aby byly stabilnější a dostupnější, byly změněny jejich fyzikálně-chemické vlastnosti, což je důležité pro jejich použití k ošetření rostlin a pro formulaci moderních hnojiv. Poprvé byly uskutečněny polní experimenty s geneticky upraveným ječmenem, který by měl poskytovat antimikrobiální peptidy. Byly zkoumány sofistikované postupy, jak purifikovat biomasu ječmene, a byly navrženy také další modifikace využívající ječmen jako produkční platformu. V rámci dalšího výzkumného záměru řešeného v CRH jsou ověřovány a vyvíjeny postupy, jak najednou testovat velké množství chemických látek na biologickou aktivitu prospěšnou pro rostliny, které mohou být následně vyselektovány jako vhodné účinné látky k formulaci hnojiv s popsáním mechanismem účinku na rostliny, což zvyšuje jejich marketingovou uplatnitelnost a celkové povědomí veřejnosti o tom, jak rostliny pracují a co ke svému životu potřebují.



V rámci projektu byla v CRH pořízena celá řada investic, které vedly k modernizaci pracoviště a ke zvýšení možností identifikace a přípravy nových aktivních látek, jako jsou například hmotnostní spektrometr s vysokým rozlišením nebo pilotní jednotka pro organickou syntézu, které jsou již součástí infrastruktury a slouží k analýze a k přípravě většího množství vzorku organické látky, například derivátů se zajímavými biologickými vlastnostmi. Pokud je takového vzorku připraveno více než několik miligramů, lze provést také další testy nezbytné pro jeho další implementaci v běžných přípravcích, například testování stability v pevné fázi a v roztoku, zkoumat možnosti jeho uskladnění anebo vytvářet směsi s jinými účinnými látkami při formulaci přípravku, například hnojiva. Dále byla pořízena automatická semipreparativní linka k izolaci peptidů a pipetovací robot. Zatímco automatická semipreparativní linka bude sloužit k izolaci rekombinantních peptidů ve vysokém stupni čistoty, ve které lze tyto peptidy testovat na lidských buňkách, pipetovací robot je již využíván k identifikaci nových molekul s využitelnou biologickou aktivitou v podobě komercializovatelných agrochemikálií, zejména růstových látek a směsí přírodního původu. Předaplikační výzkum pro ITI umožňuje neopakovatelnou možnost zkoumat mechanismy účinku izolovaných i připravených chemických látek, zlepšovat jejich design a fyzikálně-chemické vlastnosti či přímo využít rostliny nebo rostlinný materiál. To vše s pomocí přístrojů, které v praxi využívají komerční subjekty, aniž by docházelo k přímému závazku tzv. výzkumu na míru s těmito subjekty. Tyto postupy vedou k posunu ve fázi připravenosti konkrétní technologie pro komercializaci z počáteční fáze, která následuje bezprostřední základní výzkum do další fáze, tzv. ověření funkčnosti technologie za praktických podmínek, a výrazně zlepšuje uplatnění technologie pro další fázi, tzv. seed, kdy se již aplikovaný výzkum podaří přivést k životu a uvést jej na trh.

this technology effective against plaque bacteria has already been filed within the project, followed by an international application according to the PCT contract. Furthermore, we managed to identify and prepare in the laboratory a spectrum of small organic molecules and their derivatives, derived from plant hormones, with anti senescence effects. These results have been published in prestigious scientific journals, mostly with foreign participation, in cooperation with international institutions, for example in South Africa. In 2019, a total of 10 scientific publications were dedicated to the project.

Plant anti senescence agents have been identified and structurally modified to make them more stable and accessible, changing their physical-chemical properties, which is important for their use in plant treatment and in the formulation of modern fertilizers. For the first time, field experiments were carried out with genetically modified barley, which should provide antimicrobial peptides. Sophisticated analytical procedures for the purification of barley biomass were investigated and other modifications using barley as a production platform were proposed. As part of a further research plan in CRH, procedures are being examined and developed to test large quantities of chemicals at once for biological activity beneficial for plants, which can subsequently be selected as suitable active substances to design fertilizers with a described mechanism of action on plants, which increases their marketing applicability and overall public awareness of

how plants work and what they need for their lives.

The project has enabled a number of investments in CRH, which have contributed to modernization of the workplace and to increasing the possibilities for identifying and preparing new active substances, such as a high-resolution mass spectrometer or an organic synthesis pilot unit, already part of the infrastructure analyzing and preparing a larger sample of an organic substance, for example a derivative with interesting biological properties. If more than a few milligrams of such a sample is prepared, other tests necessary for its further implementation in conventional formulations may also be performed, such as solid and solution stability testing, storage possibilities, or mixtures with other active substances in preparation formulation, such as fertilizers. In addition, an automatic semipreparative line for peptide isolation and a pipetting robot were acquired. While the automatic semipreparative line will serve to purify and recover recombinant peptides to homogeneity in which these peptides can be tested on human cells, the pipetting robot is already used to identify new molecules with useful biological activity in the form of agrochemicals with potential for commercialization, especially growth agents and mixtures of natural origin. Pre-application Research into ITI provides a unique opportunity to investigate the mechanisms of action of isolated and prepared chemicals, improve their design and physico-chemical properties, or directly use plants or plant material. All this is done using the instruments commonly used by commercial entities, without a direct commitment of tailor-made research with these entities. These procedures lead to a shift in preparation of a particular technology for commercialization from an early stage that follows immediate basic research to the next phase, the so-called functional verification of the technology under practical conditions, and significantly improves the applicability of the technology in the next phase, i.e. seed, when applied research will be brought to life and bring it to the market.

PUBLIKOVANÉ VÝSLEDKY

Vědci CRH publikovali 145 článků v impaktovaných časopisech, publikovali jednu kapitolu v knize a jeden článek v recenzovaném neimpaktovaném časopise.

Průměrný impaktový faktor (IF) činil 3,97.

Vědečtí pracovníci se podíleli jako spoluautoři na článcích v časopisech jako např. *Nature Genetics* (25,455), *Trends in Plant Science* (14,006), *Nature Plants* (13,297) nebo *Molecular Plant* (10,812).

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

PUBLISHED RESULTS

A total 145 papers in impacted journals, one scientific book chapter and one paper in reviewed non-impacted journal were published in 2019.

The average impact factor (IF) was 3,97.

Scientists of the Centre co-authored papers published in journals such as *Nature Genetics* (25,455), *Trends in Plant Science* (14,006), *Nature Plants* (13,297) or *Molecular Plant* (10,812).

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

Počet publikací a impaktový faktor v letech 2011–2019

Number of papers and impact factor in 2011–2019

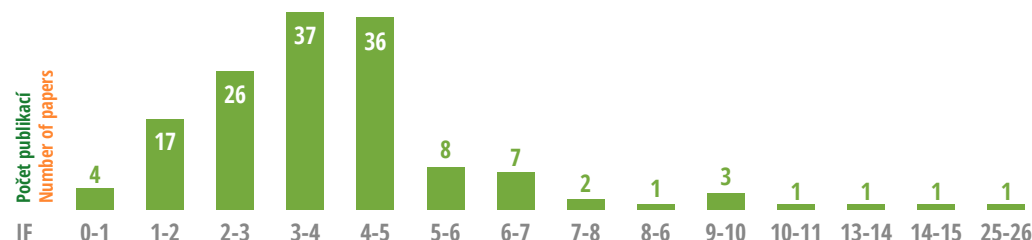
Rok Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Počet publikací Number of papers	48	80	80	110	144	147	146	161	145
Průměrný impaktový faktor Average impact factor	3,954	4,285	4,915	6,005*	4,402	3,861	4,550	4,630	3,970

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

In 2014 four papers were published in *Science*.

Rozdělení publikací dle impaktového faktoru

Division of papers according to impact factor



Publikované výsledky 2019

Published results 2019

Skokan R, Medvecká E, Viaene T, Vosolsobě S, Zwiewka M, Müller K, Skůpa P, **Karady M**, Zhang Y, Janacek DP, Hammes UZ, Ljung K, Nodzyński T, Petrášek J, Friml J (2019) PIN-driven auxin transport emerged early in streptophyte evolution. *Nat. Plants* 5, 1114-1119; DOI:10.1038/s41477-019-0542-5

Kreplak J, Madoui M-A, Cápál P, Novák P, Labadie K, Aubert G, Bayer PE, Gali KK, Syme RA, Main D, Klein A, Bérard A, Vrbová I, Fournier C, d'Agata L, Belser C, Berrabah W, Toegelová H, Milec Z, Vrána J, Lee HT, Kougbeadjo A, Térézol M, Huneau C, Turo CJ, Mohellibi N, Neumann P, Falque M, Gallardo K, McGee R, Tar'an B, Bendahmane A, Aury JM, Batley J, Le Paslier MC, Ellis N, Warkentin TD, Coyne CJ, Salse J, Edwards D, Lichtenzweig D, Macas J, **Doležel J**, Wincker P, Burstin J (2019) A reference genome for pea provides insight into legume genome evolution. *Nat. Genet.* 51, 1411-1422; DOI: 10.1038/s41588-019-0480-1

Metcalfe CJ, Li J, Giorgi D, **Doležel J**, Piperidis N, Aitken KS (2019) Flow cytometric characterisation of the complex polyploid genome of *Saccharum officinarum* and modern sugarcane cultivars. *Sci. Rep.* 9:19362; DOI: 10.1038/s41598-019-55652-3

Hajheidari M, Wan Y, Bhatia N, Vuolo F, Franco-Zorrilla JM, **Karady M**, Mentink RA, Wu AH, Oluwatobi BR, Muller B, Dello Ioio R, Laurent S, Ljung K, Huijser P, Gan XC, Tsiantis M (2019) Autoregulation of RCO by Low-Affinity Binding Modulates Cytokinin Action and Shapes Leaf Diversity. *Curr. Biol.* 29, 4183-4192.e6; DOI:10.1016/j.cub.2019.10.040

- Nowicka A, Tokarz B, Zwyrteková J, Tomašíková Dvořák E, Procházková K, Ercan U, Finke A, Rozhon W, Poppenberger B, Otmar M, Niezgodzki I, Krečmerová M, Schubert I, Pecinka A (2019) Comparative analysis of epigenetic inhibitors reveals different degrees of interference with transcriptional gene silencing and induction of DNA damage. *Plant J.*, in press; DOI:10.1111/tpj.14612
- Vilková M, Šoral M, Bečka M, Potočník I, Sabolová D, Béres T, Dušek M, Imrich J (2019) H-1, C-13 and N-15 NMR of spiro acridines integrated with pyrrole scaffolds. *Mag. Reson. Imaging* 58, 204-214; DOI:10.1002/mrc.4974
- Husičková A, Humplík JF, Hýbl M, Spíchal L, Lazár D (2019) Analysis of cold-developed vs. cold-acclimated leaves reveals various strategies of cold acclimation of field pea cultivars. *Remote Sens.* 11, 2964; DOI:10.3390/rs11242964
- Nyine M, Uwimana B, Akech V, Brown A, Ortiz R, Doležal J, Lorenzen J, Swennen R (2019) Association genetics of bunch weight and its component traits in East African highland banana (*Musa* spp. AAA group). *Theor. Appl. Genet.* 132, 3295-3308; DOI:10.1007/s00122-019-03425-x
- Ochędzan-Siodlak W, Siodlak D, Piontek A, Doležal K (2019) Titanium and Vanadium Catalysts with 2-Hydroxyphenyloxazoline and Oxazine Ligands for Ethylene-Norbornene (co)Polymerization. *Catalysts* 9:1041; DOI:10.3390/catal9121041
- Aremu AO, Masondo NA, Gruz J, Doležal K, Van Staden J (2019) Potential of Smoke-Water and One of Its Active Compounds (karrikinolide, KAR(1)) on the Phytochemical and Antioxidant Activity of *Eucomis autumnalis*. *Antioxid.* 8:611, DOI:10.3390/antiox8120611
- Kloth KJ, Abreu IN, Delhomme N, Petřík I, Villard C, Strom C, Amini F, Novák O, Moritz T, Albrechtsen BR (2019) PECTIN ACETYLESTERASE9 Affects the Transcriptome and Metabolome and Delays Aphid Feeding. *Plant Physiol.* 181,1704-1720; DOI:10.1104/pp.19.00635
- Danks GB, Galbiati H, Raasholm M, Cleuren YNT, Valen E, Navratilova P, Thompson EM (2019) *Trans*-splicing of mRNAs links gene transcription to translational control regulated by mTOR. *BMC Genomics* 20:908; DOI: 10.1186/s12864-019-6277-x
- Ivanizs L, Monostori I, Farkas A, Megyeri M, Mikó P, Türkösi E, Gaál E, Lenyko-Thegze A, Szoke-Pázsai K, Szakács E, Darkó E, Kiss T, Kilian A, Molnár I (2019) Unlocking the Genetic Diversity and Population Structure of a Wild Gene Source of Wheat, *Aegilops biuncialis* Vís., and Its Relationship With the Heading Time. *Front. Plant Sci.* 10:1531; DOI:10.3389/fpls.2019.01531
- Šimoníková D, Němečková A, Karafiátová M, Uwimana B, Swennen R, Doležal J, Hřibová E (2019) Chromosome Painting Facilitates Anchoring Reference Genome Sequence to Chromosomes *In Situ* and Integrated Karyotyping in Banana (*Musa* Spp.). *Front. Plant Sci.* 10:1503; DOI:10.3389/fpls.2019.01503
- Milišunaite V, Kadlecová A, Žukauskaite A, Doležal K, Strnad M, Voller J, Arbačiauskiene E, Holzer W, Šačkus A (2019) Synthesis and anthelmintic activity of benzopyrano[2,3-c]pyrazol-4(2H)-one derivatives. *Mol. Divers.*, in press; DOI: 10.1007/s11030-019-10010-3
- Boudichevskaja A, Houben A, Fiebig A, Prochazkova K, Pecinka A, Lermontova I (2019) Depletion of KNL2 Results in Altered Expression of Genes Involved in Regulation of the Cell Cycle, Transcription, and Development in *Arabidopsis*. *Int. J. Mol. Sci.* 20:5726; DOI:10.3390/ijms20225726
- Perlikova P, Kvasnica M, Urban M, Hajduch M, Sarek J (2019) 2-Deoxyglycoside Conjugates of Lupane Triterpenoids with High Cytotoxic Activity-Synthesis, Activity, and Pharmacokinetic Profile. *Bioconjugate Chem.* 30, 2844-2858; DOI:10.1021/acs.bioconjchem.9b00565
- Lebeda A, Krístková E, Kitner M, Majeský L, Doležalová I, Khoury CK, Widrechner MP, Hu JG, Carver D, Achicanoy HA, Sosa CC (2019) Research Gaps and Challenges in the Conservation and Use of North American Wild Lettuce Germplasm. *Crop Sci.* 59, 2337-2356; DOI:10.2135/cropsci2019.05.0350
- Němečková A, Wasch C, Schubert V, Ishii T, Hřibová E, Houben A (2019) CRISPR/Cas9-Based RGEN-ISL Allows the Simultaneous and Specific Visualization of Proteins, DNA Repeats, and Sites of DNA Replication. *Cytogenet. Genome Res.* 159, 48-53; DOI:10.1159/000502600
- Kovačević J, Prucková Z, Pospíšil T, Kašpárková V, Rouchal M, Vícha R (2019) A New Hyaluronan Modified with beta-Cyclodextrin on Hydroxymethyl Groups Forms a Dynamic Supramolecular Network. *Molecules* 24:3849; DOI: 10.3390/molecules24213849
- Smýkalová I, Vrbová M, Cvečková M, Plačková L, Žukauskaite A, Zatloukal M, Hrdlička J, Plíhalová L, Doležal K, Griga M (2019) The effects of novel synthetic cytokinin derivatives and endogenous cytokinins on the in vitro growth responses of hemp (*Cannabis sativa* L.) explants. *Plant Cell Tiss. Org.* 139, 381-394; DOI:10.1007/s11240-019-01693-5
- Kubalová I, Zalabák D, Mičúchová A, Ikeda Y (2019) Mutations in tetrapyrrole biosynthesis pathway uncouple nuclear WUSCHEL expression from de novo shoot development in *Arabidopsis*. *Plant Cell Tiss. Org.* 139, 395-401; DOI:10.1007/s11240-019-01680-w
- Malaga S, Janeczko A, Janowiak F, Waligórski P, Oklestkova J, Dubas E, Krzewska M, Nowicka A, Surówka E, Rapacz M, Wójcik-Jagla M, Kopeć P, Hura T, Ostrowska A, Kaczanowska K, Zur I (2019). Involvement of homocastasterone, salicylic and abscisic acids in the regulation of drought and freezing tolerance in doubled haploid lines of winter barley. *Plant Growth Regul.* 90, 173-188; DOI:10.1007/s10725-019-00544-9
- Prasad A, Pospíšil P, Tada M (2019) Editorial: Reactive Oxygen Species (ROS) Detection Methods in Biological System. *Front. Physiol.* 10:1316; DOI:10.3389/fphys.2019.01316
- Marchetti CF, Ugena L, Humplík JF, Polak M, Zeljkovic SC, Podlesakova K, Furst T, De Diego N, Spichal L (2019) A Novel Image-Based Screening Method to Study Water-Deficit Response and Recovery of Barley Populations Using Canopy Dynamics Phenotyping and Simple Metabolite Profiling. *Front. Plant Sci.* 10:1252; DOI:10.3389/fpls.2019.01252

Marzec M, Hensel G (2019) More precise, more universal and more specific - the next generation of RNA-guided endonucleases for genome editing. *FEBS J.* 286, 4657-4660; DOI:10.1111/febs.15079

Olaetxea M, Mora V, Bacaicoa E, Baigorri R, Garnica M, Fuentes M, Zamarreno AM, Spíchal L, Garcia-Mina JM (2019) Root ABA and H⁺-ATPase are key players in the root and shoot growth-promoting action of humic acids. *Plant Direct* 3:UNSP 175; DOI:10.1002/pld3.175

Gupta S, Pláčková L, Kulkarni MG, Doležal K, Van Staden J (2019) Role of Smoke Stimulatory and Inhibitory Biomolecules in Phytochrome-Regulated Seed Germination of *Lactuca sativa*. *Plant Physiol.* 181, 458-470; DOI:10.1104/pp.19.00575

Zhang X, Cui Y, Yu M, Su B, Gong W, Baluška F, Komis G, Šamaj J, Shan X, Lin J (2019) Phosphorylation-mediated dynamics of nitrate transporter NRT1.1 regulate auxin flux and nitrate signaling in lateral root growth. *Plant Physiol.* 181, 480-498; DOI:10.1104/pp.19.00346

Said M, Parada AC, Gaál E, Molnár I, Cabrera A, Doležal J, Vrána J (2019) Uncovering homeologous relationships between tetraploid *Agropyron cristatum* and bread wheat genomes using COS markers. *Theor. Appl. Genet.* 132, 2881-2898; DOI:10.1007/s00122-019-03394-1

Nowicka A, Juzoń K, Krzewska M, Dziurka M, Dubas E, Kopeć P, Zieliński K, Zur I (2019) Chemically-induced DNA de-methylation alters the effectiveness of microspore embryogenesis in triticale. *Plant Sci.* 287:110189; DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110189

Jorda R, Řezníčková E, Kielczewska U, Maj J, Morzycki JW, Siergiejczyk L, Bazgier V, Berka K, Rárová L, Wojtkielewicz A (2019) Synthesis of novel galeterone derivatives and evaluation of their in vitro activity against prostate cancer cell lines. *Eur. J. Med. Chem.* 179, 483-492; DOI:10.1016/j.ejmech.2019.06.040

Sochor M, Trávníček B, Kiraly G (2019) Ploidy level variation in the genus *Rubus* in the Pannonian Basin and the northern Balkans, and evolutionary implications. *Plant Syst. Evol.* 305, 611-626; DOI:10.1007/s00606-019-01593-3

Feng KW, Cui LC, Wang L, Shan D, Tong W, Deng PC, Yan ZG, Wang MX, Zhan HS, Wu XT, He WM, Zhou XQ, Ji JJ, Zhang GP, Mao L, Karafiátová M, Šimková H, Doležal J, Du XH, Zhao SC, Luo MC, Han DJ, Zhang C, Kang ZS, Appels R, Edwards D, Nie XJ, Song WN (2019) The improved assembly of 7DL chromosome provides insight into the structure and evolution of bread wheat. *Plant Biotechnol. J.* 18, 732-742; DOI:10.1111/pbi.13240

Dordevic D, Buchtova H, Jancikova S, Macharackova B, Jarosova M, Vitez T, Kushkevych I (2019) Aluminum contamination of food during culinary preparation: Case study with aluminum foil and consumers' preferences. *Food Sci. Nutri.* 7, 3349-3360; DOI:10.1002/fsn3.1204

Novohradsky V, Vigueras G, Pracharova J, Cutillas N, Janiak C, Kostrhunova H, Brabec V, Ruiz J, Kasparkova J (2019) Molecular superoxide radical photogeneration in cancer cells by dipyrrophenazine iridium(III) complexes. *Inorg. Chem. Front.* 6, 2500-2513; DOI: 10.1039/c9qi00811j

Koláčková V, Perníčková K, Vrána J, Duchoslav M, Jenkins G, Phillips D, Turkosi E, Šamajová O, Sedlářová M, Šamaj J, Doležal J, Kopecký D (2019) Nuclear Disposition of Alien Chromosome Introgressions into Wheat and Rye Using 3D-FISH. *Int. J. Mol. Sci.* 20:4143; DOI:10.3390/ijms20174143

Sadura I, Pociecha E, Dziurka M, Oklestkova J, Novak O, Gruszka D, Janeczko A (2019) Mutations in the *HvDWARF*, *HvCPD* and *HvBRI1* Genes-Involved in Brassinosteroid Biosynthesis/Signalling:Altered Photosynthetic Efficiency, Hormonal Homeostasis and Tolerance to High/Low Temperatures in Barley. *J. Plant. Growth Regul.* 38, 1062-1081; DOI: 10.1007/s00344-019-09914-z

Hreusova M, Nováková O, Kostrhunová H, Prachařová J, Brabec V, Kašpárková J (2019) DNA modification by cisplatin-like Pt(II) complexes containing 1,1',-binaphthyl-2,2',-diamine ligand does not correlate with their antiproliferative activity in cancer cells. *Inorg. Chim. Acta* 495. UNSP 118952; DOI:10.1016/j.ica.2019.06.003

Kumar V, Okem A, Moyo M, Gruz J, Doležal K, Van Staden J (2019) Effect of zinc on the production of phenolic acids and hypoxoside in micropropagated *Hypoxis hemerocallidea*. *Plant Growth Regul.* 89, 19-24; DOI:10.1007/s10725-019-00513-2

Voller J, Zahajská L, Plíhalová L, Jeřábková J, Burget D, Pataki AC, Kryštof V, Zatloukal M, Brábek J, Rösel D, Mik V, Tkáč M, Pospíšil T, Gucký T, Doležal K, Strnad M (2019) 6-Substituted purines as ROCK inhibitors with anti-metastatic activity. *Bioorg. Chem.* 90: UNSP 103005; DOI:10.1016/j.bioorg.2019.103005

Bhattacharyya P, Kumar V, Grúz J, Doležal K, Van Staden J (2019) Deciphering the phenolic acid reserves and antioxidant activity within the protocorm like bodies of *Ansellia africana*: A vulnerable medicinal orchid. *Ind. Crop. Prod.* 135, 21-29; DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.03.024

Blanco-Ania D, Mateman JJ, Hýlová A, Spíchal L, Debie LM, Zwanenburg B (2019) Hybrid-type strigolactone analogues derived from auxins. *Pest Manag. Sci.* 75, 3113-3121; DOI:10.1002/ps.5553

Kasai S, Sugiura Y, Prasad A, Inoue KY, Sato T, Honmo T, Kumar A, Pospíšil P, Ino K, Hashi Y, Furubayashi, Matsudaria M, Suda A, Kunikata R, Matsue T (2019) Real-time imaging of photosynthetic oxygen evolution from spinach using LSI-based biosensor. *Sci. Rep.* 9:12234; DOI: 10.1038/s41598-019-48561-y

Kumar A, Prasad A, Sedlářová M, Pospíšil P (2019) Characterization of Protein Radicals in *Arabidopsis*. *Front. Physiol.* 10:958; DOI:10.3389/fphys.2019.00958

- Pouramini P, Fotokian MH, Dehghan H, **Hensel G** (2019) Effect of *Thiobacillus* and Superabsorbent on Essential Oil Components in *Thyme* Species. J. Essent. Oil Bear. Plants 22, 799-810; DOI:10.1080/0972060X.2019.1623086
- Voller J, Bérés T, Zatloukal M, Džubák P, Hajdúch M, Doležal K, Schmölling T, Miroslav S (2019) Anti-cancer activities of cytokinin ribosides. Phytochem. Rev. 18, 1101-1113; DOI:10.1007/s11101-019-09620-4
- Masondo NA, Aremu AO, Kulkarni MG, Petřík I, Plačková L, Šubrtová M, Novák O, Grúz J, Doležal K, Strnad M, Finnie JY, Van Staden J (2019) Elucidating the role of Kelpak (R) on the growth, phytohormone composition, and phenolic acids in macronutrient-stressed *Ceratotheca triloba*. J. Appl. Phycol. 31, 2687-2697; DOI:10.1007/s10811-019-01759-z
- Pavlović I, Tarkowski P, Prebeg T, Lepeduš H, Salopek-Sondi B (2019) Green spathe of peace lily (*Spathiphyllum wallisii*): An assimilate source for developing fruit. S. Afr. J. Bot. 124, 54-62; DOI: 10.1016/j.sajb.2019. 04. 014
- Doyle SM, Rigal A, Grones P, Karady M, Barange DK, Majda M, Pařížková B, Karampelias M, Zwiewka M, Pěncík A, Almqvist F, Ljung K, Novák O, Robert S (2019) A role for the auxin precursor anthranilic acid in root gravitropism via regulation of PIN-FORMED protein polarity and relocalisation in *Arabidopsis*. New Phytol. 223, 1420-1432; DOI:10.1111/nph.15877
- Bildziukevich U, Rárová L, Janovská L, Šaman D, Wimmer Z (2019) Enhancing effect of cystamine in its amides with betulinic acid as antimicrobial and antitumor agent *in vitro*. Steroids 148, 91-98; DOI:10.1016/j.steroids.2019. 04. 004
- Hrdlička J, Gucký T, Novák O, Kulkarni M, Gupta S, Van Staden J, Doležal K (2019) Quantification of karrikins in smoke water using ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Plant Methods 15:81; DOI:10.1186/s13007-019-0467-z
- Harrington SA, Cobo N, Karafiátová M, Doležal J, Borrill P, Uauy C (2019) Identification of a Dominant Chlorosis Phenotype Through a Forward Screen of the *Triticum turgidum* cv. Kronos TILLING Population. Front. Plant. Sci. 10:963; DOI:10.3389/fpls.2019.00963
- Ameztoy K, Baslam M, Sánchez-Lopéz ÁM, Munoz FJ, Bahaji A, Almagro G, García-Gómez P, Bajora-Fernández E, De Diego N, Humplík JF, Ugena L, Spíchal L, Doležal K, Kaneko K, Mitsui T, Cejudo FJ, Pozueta-Romero J, (2019) Plant responses to fungal volatiles involve global posttranslational thiol redox proteome changes that affect photosynthesis. Plant Cell Environ. 42, 2627-2644; DOI:10.1111/pce.13601
- Tarkowska D (2016) Plants are Capable of Synthesizing Animal Steroid Hormones. Molecules 24:2585; DOI:10.3390/molecules24142585
- Gonin M, Bergougnoux V, Nguyen TD, Gantet P, Champion A (2019) What makes adventitious roots? Plants-Basel 8:240; DOI:10.3390/plants8070240
- Pospíšil P, Prasad A, Rác M (2019) Mechanism of the formation of electronically excited species by oxidative metabolic processes: role of reactive oxygen species. Biomolecules 9, 258; DOI:10.3390/biom9070258
- Díaz M, Pečínková P, Nowicka A, Baroux C, Sakamoto T, Gandha PY, Jeřábková H, Matsunaga S, Grossniklaus U, Pečinka A (2019) The SMC5/6 complex subunit NSE4A is involved in DNA damage repair and seed development. Plant Cell 31, 1579-1597; DOI:10.1105/tpc.18.00043
- Xavier NM, Goncalves-Pereira R, Jorda R, Hendrychová D, Oliveira MC (2019) Novel dodecyl-containing azido and glucuronamide-based nucleosides exhibiting anticancer potential. Pure Appl. Chem. 91, 1085-1105; DOI:10.1515/pac-2019-0106
- Boruc J, Deng X, Mylle E, Besbrugge N, Van Durme M, Demidov D, Dvořák Tomašíková E, Tan TRC, Vandorpe M, Eeckhout D, Beeckman T, Nowack MK, De Jaeger G, Lin H, Liu B, Van Damme D (2019) TPX2-LIKE PROTEIN3 is the primary activator of alpha-aurora kinases and is essential for embryogenesis. Plant Physiol. 180, 1389-1405; DOI:10.1104/pp.18.01515
- Said M, Kubaláková M, Karafiátová M, Molnár I, Doležal J, Vrána J (2019) Dissecting the complex genome of crested wheatgrass by chromosome flow sorting. Plant Genome 12:UNSP 180096; DOI:10.3835/plantgenome2018. 12. 0096
- Tulpová Z, Toegelová H, Lapitan NLV, Peairs FB, Macas J, Novák P, Lukaszewski AJ, Kopecký D, Mazáčová M, Vrána J, Holušová K, Leroy P, Doležal J, Šimková H (2019) Accessing a Russian Wheat Aphid Resistance Gene in Bread Wheat by Long-Read Technologies. Plant Genome 12:UNSP 180065; DOI:10.3835/plantgenome2018. 09. 0065
- Krasylenko YA, Piowarczyk R (2019) First Report of Eastern Dodder (*Cuscuta monogyna*) Parasitizing Common Fig (*Ficus carica*) at the Crimean Peninsula. Plant Dis. 103, 1795-1795; DOI:10.1094/PDIS-11-18-2079-PDN
- Dvorakova M, Hylova A, Soudek P, Petrova S, Spíchal L, Vanek T (2019) Triazolide strigolactone mimics as potent selective germinators of parasitic plant *Phelipanche ramosa*. Pest Manag. Sci. 75, 2049-2056; DOI:10.1002/ps.5330
- Jaworek P, Kopečný D, Zalabák D, Šebela M, Kouřil Š, Hluska T, Končítiková R, Podlešáková K, Tarkowski P (2019) Occurrence and biosynthesis of cytokinins in poplar. Planta 250, 229-244; DOI:10.1007/s00425-019-03152-z
- Martinčová M, Kaštier P, Krasylenko YA, Gajdoš P, Čertík M, Matusíková I, Blehová A (2019) Species-specific differences in architecture and chemical composition of dodder seeds. Flora 256, 61-68; DOI:10.1016/j.flora.2019. 04. 010
- Finke A, Mandáková T, Nawaz K, Vu GTH, Novák P, Macas J, Lysak MA, Pecinka A (2019) Genome invasion by a hypomethylated satellite repeat in Australian crucifer *Ballantinia antipoda*. Plant J. 99, 1066-1079; DOI:10.1111/tbj.14380
- Pavlovič A, Mithöfer A (2019) Jasmonate signalling in carnivorous plants: copycat of plant defence mechanisms. J. Exp. Bot. 70, 3379-3389; DOI:10.1093/jxb/erz188

- Sarikurkcü C, Ceylan O, Cavar Zeljković S (2019) *Micromeria myrtifolia*: Essential Oil Composition and Biological Activity. Nat. Prod. Commun. 14; DOI:10.1177/1934578X19851687
- Kopecký D, Horáková L, Duchoslav M, Doležel J (2019) Selective elimination of parental chromatin from introgression cultivars of *xFestulolium* (*Festuca x Lolium*). Sustainability 11:UNSP 3153; DOI:10.3390/su11113153
- Masondo NA, Aremu AO, Kulkarni MG, Petřík I, Plačková L, Šubrtová M, Novák O, Grúz J, Doležal K, Strnad M, Finnie JF, Van Staden J (2019) How Do Different Watering Regimes Affect the Growth, Chlorophyll Fluorescence, Phytohormone, and Phenolic Acid Content of Greenhouse-Grown *Ceratotheca triloba*? J. Plant Growth Reg. 38, 385-399; DOI: 10.1007/s00344-018-9848-1
- Lonardi S, Munoz-Amatriain M, Liang QH, Shu SQ, Wanamaker SI, Lo S, Tanskanen J, Schulman AH, Zhu TT, Luo MC, Alhakami H, Ounit R, Hasan AM, Verdier J, Roberts PA, Santos JRP, Ndeve A, Doležel J, Vrána J, Hokin SA, Farmer AD, Cannon SB, Close TJ (2019) The genome of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). Plant J. 98, 767-782; DOI: 10.1111/tpj.14349
- Kvasnica M, Buchtova K, Budesinsky M, Beres T, Rarova L, Strnad M (2019) Synthesis, characterization and antiproliferative activity of seco analogues of brassinosteroids. Steroids 146, 1-13; DOI:10.1016/j.steroids.2019.03.004
- Niazian M, Sadat-Noori SA, Tohidfar M, Galuszka P, Mortazavian SMM (2019) Agrobacterium-mediated genetic transformation of ajowan (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague): an important industrial medicinal plant. Ind. Crop Prod. 132, 29-40; DOI:10.1016/j.indcrop.2019.02.005
- Viktorova J, Klčova B, Rehorova K, Vlčko T, Stankova L, Jelenova N, Cejnar P, Kundu JK, Ohnoutkova L, Macek T (2019) Recombinant expression of osmotin in barley improves stress resistance and food safety during adverse growing conditions. Plos One 14: e0212718; DOI:10.1371/journal.pone.0212718
- Hanus J, Nisler J, Strnad M (2019) A Novel Method for Synthesis of *cis*-Zeatin and Its Valuable Precursor (Z)-4-Chloro-2-methyl-but-2-en-1-ol. Org. Prep. Proced. Int. 51, 368-374; DOI:10.1080/00304948.2019.1609817
- Šlachťová V, Janovská L, Brulíková L (2019) Solid phase synthesis of new thiazolidinedione-pyrimidine conjugates and their antibacterial properties. J. Mol. Struct. 1183, 182-189; DOI:10.1016/j.molstruc.2019.01.073
- Kapustová V, Tulpová Z, Toegelová H, Novák P, Macas J, Karafiátová M, Hříbová E, Doležel J, Šimková H (2019) The Dark Matter of Large Cereal Genomes: Long Tandem Repeats. Int. J. Mol. Sci. 10:2483; DOI:10.3390/ijms20102483
- Perutka Z, Šufeisl M, Strnad M, Šebela M (2019) High-proline proteins in experimental hazy white wine produced from partially botrytized grapes. Biotechnol. Appl. Biochem. 66, 398-411; DOI:10.1002/bab.1736
- Rárová L, Ncube B, Van Staden J, Furst R, Strnad M, Gruz J (2019) Identification of Narciclasine as an in Vitro Anti-Inflammatory Component of *Cyrtanthus contractus* by Correlation-Based Metabolomics. J. Nat. Prod. 82, 1372-1376; DOI: 10.1021/acs.jnatprod.8b00973
- Fajinmi OO, Kulkarni MG, Benická S, Cavar Zeljković S, Doležal K, Tarkowski P, Finnie JF, Van Staden J (2019) Antifungal activity of the volatiles of *Agathosma betulina* and *Coleonema album* commercial essential oil and their effect on the morphology of fungal strains *Trichophyton rubrum* and *T. mentagrophytes*. S. Afr. J. Bot. 122, 492-497; DOI:10.1016/j.sajb.2018.03.003
- Béres T, Černochová L, Cavar Zeljković S, Benická S, Gucký T, Berčák M, Tarkowski P (2019) Intralaboratory comparison of analytical methods for quantification of major phytocannabinoids. Anal. Bioanal. Chem. 411, 3069-3079; DOI:10.1007/s00216-019-01760-y
- Kubczak M, Szustka A, Bloński JZ, Gucký T, Misiewicz M, Krystof V, Robak P, Rogalińska M (2019) Dose and drug changes in chronic lymphocytic leukemia cell response in vitro: A comparison of standard therapy regimens with two novel cyclin-dependent kinase inhibitors. Mol. Med. Rep. 19, 3593-3603; DOI:10.3892/mmr.2019.10007
- Frömmel J, Končítiková R, Kopečný D, Soural M, Šebela M (2019) Oxidation of imidazole- and pyrazole-derived aldehydes by plant aldehyde dehydrogenases from the family 2 and 10. Chem-Biol. Interact. 304, 194-201; DOI: 10.1016/j.cbi.2019.02.008
- Končítiková R, Vigouroux A, Kopečná M, Šebela M, Moréra S, Kopečný D (2019) Kinetic and structural analysis of human ALDH9A1. Biosci. Rep. 39: BSR20190558; DOI:10.1042/BSR20190558
- Takác T, Novák D, Šamaj J (2019) Recent advances in the cellular and developmental biology of phospholipases in plants. Front. Plant Sci. 10:362; DOI:10.3389/fpls.2019.00362
- Šišková KM (2019) Cisplatin interacting with buffering media and cysteine: molecular insight due to Raman micro-spectroscopy. J. Raman Spectrosc. 50, 528-536; DOI:10.1002/jrs.5545
- Magro M, Baratella D, Miotto G, Frömmel J, Šebela M, Kopečná M, Agostinelli E, Vianello F (2019) Enzyme self-assembly on naked iron oxide nanoparticles for aminoaldehyde biosensing. Amino Acids 51, 679-690; DOI:10.1007/s00726-019-02704-7
- Dracatos PM, Bartoš J, Elmansour H, Singh D, Karafiátová M, Zhang P, Steuernagel B, Svačina R, Cobbin JCA, Clark B, Hoxha S, Khatkar MS, Doležel J, Wulff BB, Park RF (2019) The Coiled-Coil NLR Rph1, Confers Leaf Rust Resistance in Barley Cultivar Sudan. Plant Physiol. 179, 1362-1372; DOI:10.1104/pp.18.01052
- Janáková E, Jakobson I, Peusha H, Abrouk M, Škopová M, Šimková H, Šafář J, Vrána J, Doležel J, Järve K, Valárik M (2019) Divergence between bread wheat and *Triticum militinae* in the powdery mildew resistance *Q^{Pm}.tut-4A* locus and its implications for cloning of the resistance gene. Theor. Appl. Genet. 132, 1061-1072; DOI:10.1007/s00122-018-3259-3

- Shukla V, Lombardi L, Lacopino S, **Pencik A**, **Novak O**, Perata P, Giuntoli B, Licausi F (2019) Endogenous Hypoxia in Lateral Root Primordia Controls Root Architecture by Antagonizing Auxin Signaling in *Arabidopsis*. *Mol. Plant* 12, 538-551; DOI:10.1016/j.molp.2019.01.007
- Filek M, Sieprawska A, Kościelniak J, **Oklestkova J**, Jurczyk B, Telk A, Biesaga-Kościelniak J, Janeczko A (2019) The role of chloroplasts in the oxidative stress that is induced by zearalenone in wheat plants - The functions of 24-epibrassinolide and selenium in the protective mechanisms. *Plant Physiol. Bioch.* 137, 84-92; DOI:10.1016/j.plaphy.2019.01.030
- Pernícková K**, **Kolářková V**, Lukaszewski AJ, Fan CL, **Vrána J**, Duchoslav M, Jenkins G, Phillips D, **Šamajová O**, Sedlářová M, **Šamaj J**, **Doležel J**, **Kopecký D** (2019) Instability of Alien Chromosome Introgressions in Wheat Associated with Improper Positioning in the Nucleus. *Int. J. Mol. Sci.* 20:1448; DOI:10.3390/ijms20061448
- Vadovič P**, **Šamajová O**, **Takáč T**, **Novák D**, **Zapletalová V**, Colcombet J, **Šamaj J** (2019) Biochemical and genetic interactions of phospholipase D alpha 1 and mitogen-activated protein kinase 3 affect Arabidopsis stress response. *Front. Plant Sci.* 10:275; DOI:10.3389/fpls.2019.00275
- Bahaji A, Muñoz FJ, Seguí-Simarro J, Camacho-Fernández C, Rivas-Sendra A, Parra-vega V, **Ovečka M**, Li J, Sánchez-López M, Almagro G, baroja-Fernández, Pozueta-Romero J, (2019) Mitochondrial *Zea mays* Brittle1-1 Is a Major Determinant of the Metabolic Fate of Incoming Sucrose and Mitochondrial Function in Developing Maize Endosperms. *Front. Plant Sci.* 10: 242; DOI:10.3389/fpls.2019.00242
- Goh DM, Cosme M, Kisiala AB, Mulholland S, Said ZMF, **Spíchal L**, Emery RJN, Declerck S, Guinel FC (2019) A Stimulatory Role for Cytokinin in the Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis of Pea. *Front. Plant Sci.* 10:262; DOI:10.3389/fpls.2019.00262
- Wang P, Calvo-Polanco M, Rey G, Barberon M, Champeyroux C, Santoni V, Maurel C, Franke RB, Ljung K, **Novak O**, Geldner N, Boursiac Y, Salt DE (2019) Surveillance of cell wall diffusion barrier integrity modulates water and solute transport in plants. *Sci. Rep.* 9:4227; DOI:10.1038/s41598-019-40588-5
- Vavrdová T**, **Šamaj J**, **Komis G** (2019) Phosphorylation of plant microtubule-associated proteins during cell division. *Front. Plant Sci.* 10:238; DOI:10.3389/fpls.2019.00238
- Vavrdová T**, **Šamajová O**, **Křenek P**, **Ovečka M**, **Floková P**, **Šnaurová R**, **Šamaj J**, **Komis G** (2019) Multicolour three dimensional structured illumination microscopy of immunolabeled plant microtubules and associated proteins. *Plant Methods* 15:22; DOI:10.1186/s13007-019-0406-z
- Milanović J, **Oklestkova J**, **Novák O**, Mihaljević S (2019) Effects of Potato Spindle Tuber Viroid Infection on Phytohormone and Antioxidant Responses in Symptomless *Solanum laxum* Plants. *J. Plant Growth Reg.* 38; 325-332; DOI:10.1007/s00344-018-9842-7
- Popelka O, **Sochor M**, Duchoslav M (2019) Reciprocal hybridization between diploid *Ficaria verna* subsp. *verna*: evidence from experimental crossing, genome size and molecular markers. *Bot. J. Linn. Soc.* 189, 293-310; DOI:10.1093/botlinnean/boy085
- Tranova L, **Buček J**, **Zatloukal M**, Cankař P, Stýskala J (2019) Synthesis of [N-15(4)] purine labeled cytokinin glycosides derived from zeatins and topolins with 9-beta-d, 7-beta-d-glucopyranosyl, or 9-beta-d-ribofuranosyl group. *J. Label. Compd. Rad.* 62, 118-125; DOI:10.1002/jlcr.3702
- Nguyen KL, Grondin A, Courtois B, **Gantet P** (2019) Next-Generation Sequencing Accelerates Crop Gene Discovery. *Trend Plant Sci.* 24., 263-274; DOI:10.1016/j.tplants.2018.11.008
- Pernickova K**, Linc G, Gaal E, **Kopecky D**, **Samajova O**, Lukaszewski AJ (2019) Out-of-position telomeres in meiotic leptotene appear responsible for chiasmate pairing in an inversion heterozygote in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Chromosoma* 128, 31-39; DOI:10.1007/s00412-018-0686-5
- Starý T, Satková P, Piterková J, Mieslerová B, Luhova L, **Mikulík J**, Kašparovský T, Petřivalský M, Lochman J (2019) The elicitor-cryptogin's activity in tomato is mediated by jasmonic acid and ethylene signalling pathways independently of elicitor-sterol interactions. *Planta* 249, 739-749; DOI:10.1007/s00425-018-3036-1
- Janečková H**, **Husičková A**, **Lazár D**, **Ferretti U**, **Pospíšil P**, **Špundová M** (2019) Exogenous application of cytokinin during dark senescence eliminates the acceleration of photosystem II impairment caused by chlorophyll b deficiency in barley. *Plant Physiol. Biochem.* 136, 43-51; DOI:10.1016/j.plaphy.2019.01.005
- Hloušková P**, Černý M, **Kořínková N**, Luklová M, Minguet EG, Brzobohatý B, **Galuszka P**, **Bergougnoux V** (2019) Affinity chromatography revealed 14-3-3 interactome of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) during blue light-induced de-etiolation. *J. Proteomic* 193, 44-61; DOI:10.1016/j.jprot.2018.12.017
- Takáč T**, Pechan T, **Šamajová O**, **Šamaj J** (2019) Proteomic analysis of Arabidopsis pld-1 mutants revealed an important role of phospholipase D alpha 1 in chloroplast biogenesis. *Front. Plant Sci.* 10:89; DOI:10.3389/fpls.2019.00089
- Holubová K**, Hensel G, Vojta P, **Tarkowski P**, **Bergougnoux V**, **Galuszka P** (2019) Modification of Barley Plant Productivity Through Regulation of Cytokinin Content by Reverse-Genetics Approaches. *Front. Plant Sci.* 9:1996; DOI: 10.3389/fpls.2018.01996
- Arshad W, Sperber K, Steinbrecher T, Nichols B, Jansen VAA, **Leubner-Metzger G**, Mummenhoff K (2019) Dispersal biophysics and adaptive significance of dimorphic diaspores in the annual *Aethionema arabicum* (Brassicaceae). *New Phytol.* 221, 1434-1446; DOI:10.1111/nph.15490

- Pokorna A, Bobal P, Oravec M, **Rarova L**, Bobalova J, Jampilek J (2019) Investigation of Permeation of Theophylline through Skin Using Selected Piperazine-2,5-Diones. *Molecules* 24:566; DOI:10.3390/molecules24030566
- Miranda C, Culp C, **Škrabišová M**, Joshi T, Belzile F, Grant DM, Bilyeu K (2019) Molecular tools for detecting Pdh1 can improve soybean breeding efficiency by reducing yield losses due to pod shatter. *Mol. Breeding* 39:27; DOI: 10.1007/s11032-019-0935-1
- Balounova V, Gogela R, Cegan R, Cangren P, Zluvova J, **Safar J**, Kovacova V, Bergero R, **Hobza R**, Vyskot B, Oxelman B, Charlesworth D, Janousek B (2019) Evolution of sex determination and heterogamety changes in section Otites of the genus *Silene*. *Sci. Rep.* 9:1045; DOI:10.1038/s41598-018-37412-x
- Lazaro A, Zhou YH, Giesguth M, **Nawaz K**, Bergonzi S, **Pecinka A**, Coupland G, Albani MC (2019) *PERPETUAL FLOWERING2* coordinates the vernalization response and perennial flowering in *Arabidopsis thaliana*. *J. Exp. Bot.* 70, 949-961; DOI:10.1093/jxb/ery423
- Wilhelmsson PKI, Chandler JO, Fernandez-Pozo N, Graeber K, Ullrich KK, Arshad W, Khan S, Hofberger JA, Buchta K, Edger PP, Pires JC, Schranz ME, **Leubner-Metzger G**, Rensing SA (2019) Usability of reference-free transcriptome assemblies for detection of differential expression: a case study on *Aethionema arabicum* dimorphic seeds. *BMC Genomics* 20:95; DOI:10.1186/s12864-019-5452-4
- Wasternack C**, **Strnad M** (2019) Jasmonates are signals in the biosynthesis of secondary metabolites - Pathways, transcription factors and applied aspects - A brief review. *New Biotechnol.* 48, 1-11; DOI:10.1016/j.nbt.2017.09.007
- Tulpová Z**, Luo MC, **Toegelová H**, Visendi P, Hayashi S, Vojta P, Paux E, Kilian A, **Abrouk M**, **Bartoš J**, Hajdúch M, Batley J, Edwards D, **Doležal J**, **Šimková H** (2019) Integrated physical map of bread wheat chromosome arm 7DS to facilitate gene cloning and comparative studies. *New. Biotechnol.* 48, 12-19; DOI:10.1016/j.nbt.2018.03.003
- Hudzieczek V, Cegan R, Cermak T, Bacovska N, Machalkova Z, **Doležal K**, **Plihalova L**, Voytas D, **Hobza R**, Vyskot B (2019) *Agrobacterium rhizogenes*-mediated transformation of a dioecious plant model *Silene latifolia*. *New. Biotechnol.* 48, 20-28; DOI:10.1016/j.nbt.2018.04.001
- Bielešová K**, **Pařízková B**, **Kubeš M**, **Husičková A**, **Kubala M**, Ma Q, Sedlářová M, Robert S, **Doležal K**, **Strnad M**, **Novák O**, **Žukauskaitė A** (2019) New fluorescently labeled auxins exhibit promising anti-auxin activity. *New Biotechnol.* 48, 44-57; DOI:10.1016/j.nbt.2018.06.003
- Podlešáková K**, Ugena L, Spíhal L, **Doležal K**, De Diego N (2019) Phytohormones and polyamines regulate plant stress responses by altering GABA pathway. *New Biotechnol.* 48; 53-65; DOI:10.1016/j.nbt.2018.07.003
- Hýlová A**, **Pospíšil T**, **Spíchal L**, Mateman JJ, Blanco-Ania D, **Zwanenburg B** (2019) New hybrid type strigolactone mimics derived from plant growth regulator auxin. *New Biotechnol.* 48, 76-82; DOI:10.1016/j.nbt.2018.08.001
- Kulkarni MG, Rengasamy KRR, Pendota SC, **Gruz J**, **Plačková L**, **Novák O**, **Doležal K**, Van Staden J (2019) Bioactive molecules derived from smoke and seaweed *Ecklonia maxima* showing phytohormone-like activity in *Spinacia oleracea* L. *New Biotechnol.* 48, 83-89; DOI:10.1016/j.nbt.2018.08.004
- Tarkowski P**, **Frebort I** (2019) Plant Biotechnology: Green for Good IV. *New Biotechnol.* 48, III-III; DOI: 10.1016/j.nbt.2018.05.198
- Hradilová I, Duchoslav M, Brus J, Pechanec V, Hýbl M, **Kopecký P**, Smržová L, Štefelová N, Václavěk T, Bariotakis M, Machalová J, Hron K, Pirintsos S, Smýkal P (2019) Variation in wild pea (*Pisum sativum* subsp. *elatius*) seed dormancy and its relationship to the environment and seed coat traits. *PEERJ* 7: e6263; DOI:10.7717/peerj.6263
- Vrabka J**, Niehaus EM, Munsterkotter M, Proctor RH, Brown DW, **Novák O**, **Pěničák A**, **Tarkowská D**, **Hromadová K**, **Hradilová M**, **Oklešťková J**, Oren-Young L, Idan Y, Sharon A, Maymon M, Elazar M, Freeman S, Guldener U, Tudzynski B, **Galuszka P**, **Bergougnoux V** (2019) Production and Role of Hormones During Interaction of *Fusarium* Species With Maize (*Zea mays* L.) Seedlings. *Front. Plant Sci.* 9:1936; DOI:10.3389/fpls.2018.01936
- Stirbet A., **Lazár D.**, Papageorgiou G.C., Govindjee (2019) Chlorophyll a fluorescence in cyanobacteria: relation to photosynthesis. In: Mishra A.K., Tiwari D.N., Rai A.N. (eds.) *Cyanobacteria: From Basic Science to Applications*, 79-130, Academic Press, Elsevier, Philadelphia; DOI:10.1016/B978-0-12-814667-5.00005-2
- Sochor M**, **Jemelková M**, **Doležalová I** (2019) Phenotyping and SSR markers as a tool for identification of duplicates in lettuce germplasm. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 55, 110-119; DOI:10.17221/68/2018-CJGPB
- Kopecký D**, **Lukaszewski AJ** (2019) Misdivision of Telocentrics and Isochromosomes in Wheat. *Cytogenet. Genome Res.* 157, 179-187; DOI:10.1159/000497301
- Balárynová J**, **Fellner M** (2019) Expression of genes encoding PIP aquaporins in tomato seeds exposed to blue radiation and mercury. *Biol. Breed.* 63, 1-10; DOI:10.32615/bp.2019.001
- Takác T**, **Šamajová O**, **Vadovič P**, Pechan T, **Šamaj J** (2019) Shot-gun proteomic analysis on roots of Arabidopsis pld-1 mutants suggesting the involvement of PLD-1 in mitochondrial protein import, vesicular trafficking and glucosinolate biosynthesis. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 82; DOI:10.3390/ijms20010082
- Kumar A**, **Prasad A**, **Sedlářová M**, **Pospíšil P** (2019) Organic radical imaging in plants: Focus on protein radicals. *Free Radical Biol. Med.* 130, 568-575; DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.10.428
- Milanović J**, **Oklešková J**, **Majdandžić A**, **Novák O**, **Mihaljević S** (2019) Organ-specific differences in endogenous phytohormone and antioxidative responses in potato upon PSTVd infection. *J. Plant Physiol.* 232, 107-114; DOI: 10.1016/j.jplph.2018.10.027

- Nakato GV, Christelová P, Were E, Nyine M, Coutinho TA, Doležel J, Uwimana B, Swennen R, Mahuku G (2019) Sources of resistance in *Musa* to *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, the causal agent of banana xanthomonas wilt. Plant Pathol. 68, 49-59; DOI:10.1111/ppa.12945
- Nožková V, Mieslerová B, Luhová L, Piterková J, Novák O, Špundová M, Lebeda A (2019) Effect of heat-shock pre-treatment on tomato plants infected by powdery mildew fungus. Plant Protect. Sci. 55, 31-42; DOI:10.17221/24/2018-PPS
- Abdallah E, Salem AH, Ali MMA, Kamal KY (2019) Genetic analysis of thermotolerance and grain yield traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using diallel analysis. Biosci. Res. 16, 2235-2245
- Oliwa J, Stawoska I, Janeczko A, Oklešťková J, Skoczowski A (2019) Response of the photosynthetic apparatus in the tropical fern *Platyserium bifurcatum* to increased ozone concentration. Photosynthetica 57, 1119-1129; DOI:10.32615/ps.2019.117
- Vilková M, Šoral M, Bečka M, Potočník M, Sabolová D, Béres T, Dušek M, Imrich J (2019) ¹H, ¹³C and ¹⁵N NMR of spiro acridines integrated with pyrrole scaffolds. Magn. Reson. Chem. 58:204214; DOI:10.1002/mrc.4974
- Demidov D, Heckmann S, Weiss O, Rutten T, Dvořák Tomašíková E, Kuhlmann M, Scholl P, Municio CM, Lermontova I, Houben A (2019) Deregulated Phosphorylation of CENH3 at Ser65 Affects the Development of Floral Meristems in *Arabidopsis thaliana*. Front. Plant Sci. 10:928; DOI:10.3389/fpls.2019.00928
- Coudert Y, Novák O, Harrison CJ (2019) A KNOX-cytokinin regulatory module predates the origin of indeterminate vascular plants. Curr. Biol. 29:2743; DOI:10.1016/j.cub.2019.06.083
- Beaugelin I, Chevalier A, D'Alessandro S, Ksas B, Novák O, Strnad M, Forzani C, Hirt H, Havaux, Monnet F (2019) OXII and DAD regulate light-induced cell death antagonistically through jasmonate and salicylate levels. Plant Physiol. 180, 1691-1708; DOI:10.1104/pp.19.00353
- Blanco-Ania D, Mateman JJ, Hýlová A, Spíchal L, Debie LM, Zwanenburg B (2019) Hybrid-type strigolactone analogues derived from auxins. Pest Manag. Sci. 75, 3113-3121; DOI:10.1002/ps.5553
- Kopecký D, Talukder SK, Zwyrťková J, Trammel M, Doležel J, Saha MC (2019) Inter-morphotype hybridization in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.): Exploration of meiotic irregularities and potential for breeding» has been accepted in Euphytica. Euphytica 215:97; DOI:10.1007/s10681-019-2419-0
- Vain T, Raggi S, Ferro N, Barange DK, Kieffer M, Ma Q, Doyle SM, Thelander M, Pařízková B, Novák O, Ismail A, Enquist PA, Rigal A, Langowska M, Harbrough SR, Zhang Y, Ljung K, Callis J, Almqvist F, Kepinski S, Estelle M, Pauwels L, Robert S (2019) Selective auxin agonists induce specific AUX/IAA protein degradation to modulate plant development. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 116, 6463-6472; DOI:10.1073/pnas.1809037116
- Jameson PE, Dhandapani P, Song J, Zatloukal M, Strnad M, Remus-Emsermann MNP, Schlechter RO, Novák O (2019) The Cytokinin Complex Associated With *Rhodococcus fascians*: Which Compounds Are Critical for Virulence? Front Plant Sci 10:674; DOI:10.3389/fpls.2019.00674
- Godzien J, Kalaska B, Adamska-Patrano E, Siroka J, Ciborowski M, Kretowski A, Barbas C (2019) Oxidized glycerophosphatidylcholines in diabetes through non-targeted metabolomics: Their annotation and biological meaning. J. Chromatogr. B 1120, 62-70; DOI:10.1016/j.jchromb.2019.04.05
- Linic I, Šamec D, Grúz J, Bok VV, Strnad M, Salopek-Sondi B (2019) Involvement of phenolic ccids in short-term adaptation to salinity stress is species-specific among brassicaceae. Plants-Basel 8:155; DOI:10.3390/plants8060155
- Janeczko A, Pociecha E, Dziurka M, Jurczyk B, Libik-Konieczny M, Oklestkova J, Novák O, Pilarska M, Filek M, Rudolphi-Skórska E, Sadura I, Siwek A et al. 2019. Changes in content of steroid regulators during cold hardening of winter wheat - Steroid physiological/biochemical activity and impact on frost tolerance. Plant Physiol. Biochem. 139, 215-228; DOI:10.1016/j.plaphy.2019.03.020

PROJEKTY SMLUVNÍHO VÝZKUMU A KOMERCIALIZAČNÍ AKTIVITY

CONTRACTUAL RESEARCH PROJECTS AND COMERCIAL ACTIVITIES

V roce 2019 bylo realizováno více než 61 zakázek smluvního výzkumu v hodnotě 5,1 mil. Kč.

Mezi tyto zakázky patří například specializované analýzy, velmi přesné kvantifikace obsahu fytohormonů v dodaných rostlinných materiálech, příprava rekombinantních proteinů, vývoj metod přípravy chemických látek, udržovací šlechtění, ICP-MS analýzy kovů, izolace a sekvenování DNA, genotypování vzorků prováděné pro tuzemské i zahraniční objednatele s využitím unikátního know-how CRH, dále polní pokusy a testování látek pro návrh nových chemických přípravků pro ošetření rostlin, ale např. i školení v oblasti LC-MS ve spolupráci s firmou SHIMADZU Handels GmbH.

Na základě smluv o poskytnutí materiálu se uskutečnilo úplatné testování patentované látky britskou a japonskou agrochemickou společností s cílem vyhodnotit jejich využitelnost při inovačních aktivitách těchto společností. S britskou společností byla po posouzení výsledků testování uzavřena opční smlouva.

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 CRH účastní akcí zaměřených na přímé setkávání s komerčními subjekty (B2B meetingy, „120 sekund“) a intenzivně využívá program Inovační vouchery z programu OP PIK. V roce 2019 bylo ve spolupráci s komerčními partnery připraveno a získáno pět projektů s využitím tohoto programu. Jejich realizace bude dokončena v roce 2020. Zástupci CRH 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 2019 CRH dokončilo realizaci tří subprojektů a jeden nový získalo.

V roce 2019 i nadále probíhalo vyhledávání a jednání s potenciálními zájemci o vybrané dopracované a pro komercializaci připravené výsledky CRH. Obdobná jednání a aktivity budou pokračovat v roce 2020.

V přehledu níže jsou uvedeny některé společnosti a instituce, pro které byly v roce 2019 provedeny zakázky smluvního výzkumu, nebo se kterými probíhala dlouhodobá výzkumná spolupráce.

– AGRA GROUP a.s.	Životice, s.r.o.
– AgroBioChem, s.r.o.	– Fakultní nemocnice Olomouc
– Allivictus, s.r.o.	– Farmak a.s.
– Biofyzikální ústav AV ČR	– Hemp For Help s.r.o.
– Centre for Research in Agricultural Genomics (CRAG), Spain	– CHEMAP AGRO s.r.o.
– CEZEA - šlechtitelská stanice, a. s.	– KELP PRODUCTS INTERNATIONAL (Proprietary) Limited, South Africa
– DLF - TRIFOLIUM Hladké	– MORAVOSEED CZ a.s.

The number of contractual research projects reached 61 in total volume 5,1 mil. CZK in 2019.

Contractual research projects were similar to previous years, i.e. precise analyses and phytohormones content quantification in delivered plant samples, recombinant proteins preparation, development of new methods for various compounds preparation, field trials and breeding, metals ICP-MS analyses, DNA isolation and sequencing, genotyping, or LC-MS seminar in cooperation with SHIMADZU Handels GmbH.

Based on Material Transfer Agreements, testing of a substance patented by British and Japanese agrochemical companies was carried out in order to evaluate their properties and possible utilization in the companies' innovation activities. Based on achieved results, the British company decided to enter into an Option Agreement.

Contractual research collaboration is not limited to commercial sector, however, 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 (Operational Programme Enterprise and Innovations for Competitiveness - OP PIK programme). Five new "innovation voucher" projects co-funded by OP PIK were submitted and approved in cooperation with Czech commercial partners. All these new projects will be finished in 2020. Representatives of the Centre participated in many meetings with companies focused on innovations in the region and in trade fairs in Czech Republic as well as abroad.

Preparation of commercialization is also supported by "Effective transfer of UPOL knowledge into practice" grant obtained by Palacký University from TA ČR GAMA programme. Researchers at CRH completed three sub-projects and acquired a new one in 2019.

Search for potential business partners and participating in different business meetings went on in 2019 and will continue in year 2020.

Some of the companies and institutions for which contractual research was carried out or with which a long-term research cooperation has been going on are listed below.

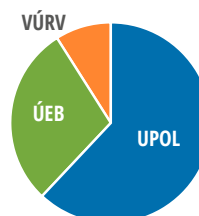
– Nanjing Agricultural University, China	– Teva Czech Industries s. r. o.
– OlChemIm s.r.o.	– TRISOL farm s.r.o.
– Ramot at Tel Aviv University Ltd., Israel	– Universidad Católica de Oriente, Colombia
– Rothamsted Research, Great Britain	– University of Groningen, the Netherlands
– SAND TEAM spol.s r.o.	– Univerzita Karlova
– SHIMADZU Handels GmbH	– International and multi-national companies

Podíly partnerů projektu na objemu smluvního výzkumu

Project partners share of contractual research volume

Univerzita Palackého / Palacký University	3 154
ÚEB AV ČR, V.V.I. / IEB AS CR	1 488
VÚRV, V.V.I. / CRI	472
Součet / Summary	5 114

V tisících Kč / In thousands CZK



Objem smluvního výzkumu v letech 2011–2019

Volume of contractual research in years 2011–2019

Rok Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Objem smluvního výzkumu (mil. Kč) Contractual research volume (mil./CZK)	5 859	8 856	7 496	15 401	18 279 *	7 083	4 789	4 388	5 114

*) Vývoj objemu smluvního výzkumu odpovídá závazkům pro období udržitelnosti start-up grantu CRH, tj. do roku 2015.

Contractual research volume is related to sustainability commitments of Centre start-up grant (i.e. till year 2015).

PATENTY A UŽITNÉ VZORY

Dosažené nové výsledky vědy a výzkumu, u kterých je možné chránit práva průmyslového vlastnictví, jsou přihlašovány k vhodné formě ochrany. Nejčastěji se tak děje českou přihláškou vynálezu, případně přihláškou dle dohody Patent Cooperation Treaty (PCT), v některých případech přihláškou užitného vzoru.

Pro udělení patenty a registrované užitné vzory následně vyhledáváme potenciální komerční partnery, kteří mají zájem o poskytnutí licenčních práv. Patentované výsledky s komerčním potenciálem bývají dále dopracovávány tak, aby byly co nejlépe připraveny pro obchodní uplatnění. Lze uvést převod výroby látek z laboratorního do poloprodučního měřítka, stabilitní studie, některé specializované testy apod. Již pátým rokem jsou pro přípravné komercializační kroky využívány i programy typu „proof-of-concept“, v roce 2019 konkrétně TAČR GAMA.

V roce 2019 byla udělena průmyslově právní ochrana v podobě čtyř patentů, z toho byly dva evropské a dva české.

Počet patentů a užitných vzorů v letech 2011–2019

Number of patents and utility models in years 2011–2019

Rok Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Udělené patenty Patents granted	0	2	5	8	4	6	4	5	4
Zaregistrované užitné vzory Registered utility models	0	5	2	0	6	0	1	1	0

Udělené patenty

Bíbová J, Mik V, Zatloukal M, Plíhalová L, Grúz J, Spíchal L, Doležal K, Strnad M (2019) Deriváty 9-(2-oxacykloalkyl)-9H-purin-2,6-diaminu, přípravky obsahující tyto deriváty a jejich použití, Univerzita Palackého v Olomouci, národní patent č.307868

Zahajská L, Nisler J, Kadlecová A, Zatloukal M, Grúz J, Voller, J, Doležal K, Strnad M (2019) 6,8-Disubstituované-9-(heterocyklyl) puriny, přípravky obsahující tyto deriváty a jejich použití v kosmetických a medicínských aplikacích, Univerzita Palackého v Olomouci a Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i., evropský patent č. EP 3233861

Havlíček L, Štunc A, Kryštof V, Jorda R, Pospíšil T, Zahler S, Vollmar A, Strnad M (2019) 5-substituované 7-(4-(2-pyridyl) fenylmethylamino)-3-isopropylpyrazolo(4,3-d)pyrimidinové deriváty, Univerzita Palackého v Olomouci a Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i., evropský patent č. EP 3294741

Hönig M, Plíhalová L, Doležal K, Voller J, Strnad M, Spíchal L, Vostálová J, Rajnochová Svobodová A, Ulrichová J, Kadlecová A, Plíhal O (2019) Adeninové deriváty a jejich použití, Univerzita Palackého v Olomouci, národní patent č. 307722

PATENTS AND UTILITY MODELS

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 according to Patent Cooperation Treaty (PCT), and utility models.

Potential commercial partners interested in applying for license rights are sought after. Patented results with commercial potential are further developed to be ready for commercialization. Transformation of substance preparation from laboratory to pilot plant production, stability study, special testing etc. to name a few. Programs such as „proof-of-concept“ have been used for preparation of commercial use of these results for five years (in 2019 TAČR GAMA programme).

In 2019, four patents were granted (two European and two Czech).

Patents granted

Bíbová J, Mik V, Zatloukal M, Plíhalová L, Grúz J, Spíchal L, Doležal K, Strnad M (2019) 9-(2-oxacykloalkyl)-9H-purine-2,6-diamine derivatives, compositions containing these derivatives and use thereof, Palacky University Olomouc, Czech patent No.307868

Zahajská L, Nisler J, Kadlecová A, Zatloukal M, Grúz J, Voller, J, Doležal K, Strnad M (2019) 6,8-disubstituted 9-(heterocyclyl) purines, compositions containing these derivatives and their use in cosmetic and medicinal applications, Palacký University Olomouc and Institute of Experimental Botany AS ČR, v. v. i., European patent No. 3233861

Havlíček L, Štunc A, Kryštof V, Jorda R, Pospíšil T, Zahler S, Vollmar A, Strnad M (2019) 5-substituted 7-(4-(2-pyridyl) phenylmethylamino)-3-isopropylpyrazolo-4,3-d-pyrimidines Palacký University Olomouc and Institute of Experimental Botany AS ČR, v. v. i., European patent No. 3294741

Hönig M, Plíhalová L, Doležal K, Voller J, Strnad M, Spíchal L, Vostálová J, Rajnochová Svobodová A, Ulrichová J, Kadlecová A, Plíhal O (2019) Adenine derivatives and their use, Univerzita Palackého v Olomouci, Czech patent No. 307722

ŘEŠENÉ GRANTY

Vědečtí pracovníci realizují každoročně celou řadu grantových projektů podpořených z českých a zahraničních grantových zdrojů, které jsou významné pro podporu vědecké činnosti CRH.

V roce 2019 pokračovalo řešení 28 grantů zahájených v předchozích letech. Skončila realizace 10 grantů a byly zahájeny práce na sedmi nových grantech.

Prostředky získávané z grantů jsou významným finančním zdrojem pro zajištění provozu CRH. V roce 2019 byla zahájena realizace dvou významných grantů financovaných programem OP VVV, a to Rozvoj předaplikačního výzkumu v oblasti nano- a biotechnologií a Rostliny jako prostředek udržitelného globálního rozvoje. První z nich posílí předaplikační výzkum nových nano- a biotechnologií pro využití v zemědělství, potravinářství, při ochraně životního prostředí či v medicíně a připraví je na přenos do praxe. Projekt propojuje excelentní výzkum CRH a Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů. Druhý grant podporuje výzkum v oblasti biotechnologií, pořízení nových přístrojů, přijetí vědeckých posil a spolupráce s vědeckými pracovišti v zahraničí s cílem dosáhnout nové poznatky a vyvinout techniky umožňující šlechtění hospodářsky významných plodin s vyššími výnosy a větší odolností vůči nepříznivým klimatickým vlivům, zejména suchu.

V roce 2019 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.

CURRENT GRANTS

Researchers of the Centre carry out number of grant projects each year financed by Czech and foreign grant providers. These funds are essential for scientific activities of the Centre.

In 2019 the realization of 28 research projects, commenced in previous years, continued. Implementation phase of 10 grants was completed and work on 7 new research projects began.

Income from grants represents a significant financial resource for running the Centre. Realization of two important grants financed by OP RDE started in 2019 - Development of pre-applied research in nanotechnology and biotechnology and Plants as a tool for sustainable global development. The first grant will strengthen pre-application research of new nano- and biotechnologies to be used in agriculture, food industry, environmental protection and medicine and prepare them for technology transfer. This grant combines excellent research of CRH and Regional centre of advanced technologies and materials. The second grant supports research in the field of biotechnology, purchasing of new instrumentation, recruiting researchers, and cooperation with scientific institutes abroad to gain new knowledge and develop techniques that enable breeding of economically important crops with higher yields and greater resilience to adverse climatic conditions, especially drought.

In 2019 programs such as „proof-of-concept“ (TACR GAMA) were used for industrial property rights protection and for finalization of commercially perspective R & D results. Commercialization and search for potential commercial partners is accelerated by these funds.

Poskytovatel Grant Provider	Číslo, název grantu Grant no. and Title	Období Grant Duration	Finanční objem za rok 2019 Amount in 2019 (thous. CZK)
GA ČR	GA17-07805S, 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	2323
GA ČR	GA17-23702S, Kontrola organogeneze a meristémove aktivity v modelovém <i>Arabidopsis thaliana</i> prostřednictvím různých rostinotranskripčních faktorů, Dr. Ikeda Distinct transcription factor families controlling meristem activity and organogenesis in <i>Arabidopsis</i>	2017–2019	2193
GA ČR	ČGA17-24500S Genetické a buněčné biologické studium regulace signalizace YODA (MAP3K4) pomocí HSP90 u huseničky, prof. Šamaj Genetic and cell biology approaches to study regulation of YODA (MAP3K4) signaling by HSP90 proteins in <i>Arabidopsis</i>	2017–2019	1964
GA ČR	GA17-14007S, 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	1888
GA ČR	GA17-05341S, Fyzická mapa Ph2 regionu u hexaploidní pšenice, Dr. Bartoš Physical map of Ph2 region in hexaploid wheat	2017–2019	1060
GA ČR	GA17-13853S, Prostorová organizace jádra mezidruhových kříženců rostlin, Dr. Kopecký Nuclear architecture in interspecific plant hybrids	2017–2019	1110
GA ČR	GA17-14048S, Časová a prostorová charakterizace replikace příbuzných rostlinných druhů s kontrastní velikostí genomů, Dr. Hříbová Spatial and temporal characterization of DNA replication in phylogenetically related plant species with contrasting genome sizes	2017–2019	1366
GA ČR	GA17-17564S, 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	1430
GA ČR	GJ17-21581Y, Homeostáze auxinu na subcelulární úrovni, Dr. Pěničik Auxin homeostasis on subcellular level	2017–2019	1305
GA ČR	GA17-06548S, Cizorodá DNA u ječmene (<i>Hordeum</i> spp.) – jaké mechanismy na genomické úrovni podporují horizontální přenos genů u trav, spoluřešitel Dr. Šafář Foreign DNA in barley (<i>Hordeum</i> spp.) – are there any genomic enablers of horizontal gene transfer in grasses?	2017–2019	927
GA ČR	18-12178S, Neobvyklé strategie regulace světla absorbovaného fotosystémem II u smrku ztepilého, řešitel Dr. Kouríl (UP v Olomouci, spoluřešitel Dr. Bartoš (ÚEB AV ČR, v.v.i.) Unusual light management strategies of Photosystem II in Norway spruce.	2018–2019	UP: 1520 UEB: 826
GA ČR	E18-23972Y, Je AHK4/CRE1 z <i>Arabidopsis thaliana</i> falešným "decoy" receptorem?, Dr. Zalabák Is <i>Arabidopsis</i> AHK4/CRE1 a decoy receptor?	2018–2020	1225
GA ČR	GA18-07563S, Funkční a strukturní studie rostlinných enzymů zapojených v degradaci cytokininů a detoxifikaci aldehydů, řešitel prof. Strnad (ÚEB AV ČR, v.v.i.), spoluřešitel Dr. Kopecký (ÚP v Olomouci) Functional and structural study on plant enzymes involved in cytokinin degradation and aldehyde detoxification	2018–2020	UP: 1565 UEB: 1219

Poskytovatel Grant Provider	Číslo, název grantu Grant no. and Title	Období Grant Duration	Finanční objem za rok 2019 Amount in 2019 (thous. CZK)
GA ČR	GJ18-12338Y, Evoluce B chromozomů v rámci tribu Andropogoneae, řešitel Dr. Blavet B chromosome evolution Andropogoneae tribe	2018–2020	2264
GA ČR	GA18-12197S, Analýza organizace a dynamiky buněčných jader v endospermu ječmene, řešitel Dr. Pečinka Analysis of nuclear organization and dynamics in endosperm tissues of barley	2018–2020	2048
GA ČR	GA18-10349S, Biosyntéza a signalizace u giberelinů - identifikace nových cílů pro regulaci růstu rostlin, řešitel prof. Heden (ÚEB AV ČR, v.v.i.), spoluřešitel Dr. Tarkowská (ÚP v Olomouci) Gibberellin biosynthesis and signal transduction - identification of novel targets for plant growth regulation	2018–2020	UP: 871 UEB: 1874
GA ČR	GA18-06147S, Dynamika chromozomu Y u dvoudomých rostlin: vnitro- a mezidruhová analýza genomů <i>Silene latifolia</i> a <i>S. dioica</i> , řešitel Dr. Šafář Y chromosome dynamics in dioecious plants: intra- and interspecies genomic analysis of <i>Silene latifolia</i> and <i>S. dioica</i>	2018–2020	1052
GA ČR	GA18-11688S, Identifikace a charakterizace genu odpovědného za APR rezistenci pšenice vůči padlí travní introdukovaného z <i>T. militine</i> , Dr. Valárik Identification and characterization of <i>T. militinae</i> gene responsible for wheat APR resistance against powdery mildew	2018–2020	2008
GA ČR (Mezinárodní projekty)	GC18-14450, MITOCHROM: Změny trojrozměrné struktury jaderného chromatinu rostlin v průběhu buněčného cyklu, prof. Doležel Changes in three-dimensional structure of plant core chromatin during cell cycle	2018–2020	2635
MŠMT (INTER-EXCELLENCE)	LTC18026, Analýza 3D organizace jaderného genomu u rostlin s kontrastním množstvím jaderné DNA, Dr. Pečinka Analysis of 3D organization of nuclear genome in plants with contrasting amount of DNA	2019–2021	1298
MZe ČR	QK1710302, Zvýšení odolnosti pšenice vůči suchu, mrazu, padlí a fuzariózám klasu pomocí metod genomiky a proteomiky, prof. Doležel Increased wheat resistance to drought, frost, powdery mildew and ear fusarium using genomics and proteomics methods	2017–2021	1036
GA ČR	19-13848S, Analýza oprav toxických DNA-proteinových komplexů u huseníčku rolního, řešitel Dr. Pečinka Analyzing repair of toxic DNA-protein crosslinks in Arabidopsis	2019–2021	2353
GA ČR	19-00598S, Studium vývojových rolí superoxid dismutázy FeSOD1 s využitím mezioborových metod, doc. Takáč Studies on developmental roles of iron superoxide dismutase 1 using interdisciplinary approach	2019–2021	1992
GA ČR	19-18675S, Objasnění rolí aktinu, NADP oxidázy a strukturálních sterolů ve vrcholovém růstu kořenových vlásků pomocí pokročilé mikroskopie a proteomiky, prof. Šamaj Clarification of actin, NADPH oxidase and structural sterol roles in root hair tip growth using advanced microscopy and proteomics	2019–2021	2277
GA ČR	19-05445S, Studium molekulárních mechanismů vernalizace u pšenice, Dr. Šafář Study of molecular mechanisms of vernalization in wheat	2019–2021	1347
GA ČR	19-20303S, Struktura a evoluce karyotypu banánovníku (čeleď Musaceae), Dr. Eva Hříbová Karyotype structure and evolution in the banana family (Musaceae)	2019–2021	1661
GA ČR	19-13637S, Vliv nedvouvrstevných lipidů a nelamelární fáze lipidů na strukturu, dynamiku a funkci tylakoidních membrán rostlin, spoluřešitel Dr. Kouřil Roles of non-bilayer lipids and non-lamellar lipid phases in the structure, dynamics and function of plant thylakoid membranes	2019–2021	729
GA ČR	LTV19019, Zastoupení České republiky v řídícím výboru Evropské biotechnologické federace, prof. Frébort Representation of the Czech Republic in the Executive Board of the European Federation of Biotechnology	2019–2021	235

Nově získané granty se zahájením řešení v roce 2020

Newly acquired grants to be realized from 2020

Poskytovatel Grant Provider	Číslo, název grantu Grant no. and Title	Období Grant Duration
GA ČR	20-10019S Genomová dominance jako nástroj evolučních změn u kříženců rostlin, (ÚEB AV ČR, v.v.i.), řešitel Dr. Kopecký Genomic dominance as a force shaping evolution of plant wide hybrids	2020–2022
GA ČR	20-25308S Modulace cyklin-dependentních kináz pro cílenou léčbu nádorů s molekulárně-definovanou deregulací G1/S fáze buněčného cyklu, (ÚEB AV ČR, v.v.i.), řešitel prof. Strnad Modulation of cyclin-dependent kinases for targeted tumours therapy with molecular-defined deregulation of G1/S cell cycle phase	2020–2022
GA ČR	20-15621S Přírodní látky a jejich deriváty pro neuroprotektivní terapii Parkinsonovy choroby, (ÚEB AV ČR, v.v.i.), řešitel Dr. Kvasnica Natural substances and their derivatives for neuroprotective therapy of Parkinson's disease	2020–2022

OCENĚNÍ VÝSLEDKŮ VĚDECKÝCH PRACOVNÍKŮ CRH

AWARDS TO SCIENTISTS OF THE CRH

Ředitel CRH ocenil autory publikací i držitele grantů

Celkem 19 autorů významných vědeckých publikací, grantů a výsledků ve smluvním výzkumu získalo Cenu ředitele Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum 2019 za excelenci. Laureáti ocenění převzali na zasedání Vědecké rady CRH počátkem prosince, kde také představili své práce. Mezi oceněnými měli významné zastoupení doktorandi.

Celkem bylo nominováno 20 publikací, uděleno bylo deset ocenění. Ve čtyřech případech byla cena udělena za soubor dvou až tří článků. „Při výběru jsme přihlíželi zejména ke kvalitě časopisu, v němž byl článek publikován. Zohledňovali jsme také to, zda měl autor nominováno více prací. Je potěšující, že v porovnání s předchozími lety jsme mohli ocenit více prací našich doktorandů. Šlo o celou polovinu oceněných v kategorii Publikace,“ uvedl ředitel CRH Ivo Frébort.

Ocenění již tradičně získávají také držitelé grantů. Letos jich bylo nominováno šest, ocenění získalo pět řešitelů. Cenu za smluvní výzkum obdržel Roman Kouřil z oddělení biofyziky.

Director of CRH awarded authors of publications as well as grant recipients

A total of 19 authors of significant scientific publications, grants and results in contracted research received the Director's 2019 Excellence Award. Laureates received awards at the CRH Scientific board meeting in early December, where they also presented their work. Significant number of the awardees were PhD students.

A total of 20 publications were nominated and ten were awarded. In four cases, the prize was awarded for a set of two to three articles. "We took into account the quality of the journal in which the article was published. We also considered whether the author had more than one nominations. It is gratifying that in comparison with previous years we were able to appreciate more results of our PhD students. They accounted for approximately half of the awarded in the Publications category," said CRH Director Ivo Frébort.

Grant recipients have traditionally been acknowledged. This year, six were nominated and five were awarded. The award for contracted research was given to Roman Kouřil from the Department of Biophysics.

SEZNAM OCENĚNÝCH / LIST OF AWARDED RESEARCHERS

Vědecká publikace / Scientific publication

1. Tomáš Takáč and Dominik Novák

Takáč T*, Novák D*, Šamaj J (2019) Recent advances in the cellular and developmental biology of phospholipases in plants. *Frontiers in Plant Science* 10:362. *equal first authors
IF 4.106; journal ranking 20/228 (9 %)

Takáč T, Pechan, T, Šamajová O, Šamaj J (2019) Proteomic analysis of Arabidopsis pld-1 mutants revealed an important role of phospholipase D alpha 1 in chloroplast biogenesis. *Frontiers in Plant Science* 10:89.
IF 4.106; journal ranking 20/228 (9 %)

2. Tereza Vavrdová

Vavrdová T, Šamaj J, Komis G (2019) Phosphorylation of plant microtubule-associated proteins during cell division. *Frontiers in Plant Science* 10:238.
IF 4.106; journal ranking 20/228 (9 %)

Vavrdová T, Šamajová O, Křenek P, Ovečka M, Floková P, Šnaurová R, Šamaj J, Komis G (2019) Multicolour three dimensional structured illumination microscopy of immunolabeled plant microtubules and associated proteins. *Plant Methods* 15:22.
IF 3.170; journal ranking 43/228 (19 %)

3. Zuzana Tulpová

Tulpová Z, Toegelová H, Lapitan NLV, Peairs FB, Macas J, Novák P, Lukaszewski AJ, Kopecký D, Mazáčová M, Vrána J, Holušová K, Leroy P, Doležel J, Šimková H (2019) Accessing a Russian Wheat Aphid Resistance Gene in Bread Wheat by Long-Read Technologies. *The Plant Genome* 12:180065.
IF 4.042; journal ranking 21/228 (9 %)

Tulpová Z, Luo MC, Toegelová H, Visendi P, Hayashi S, Vojta P, Paux E, Kilian A, Abrouk M, Bartoš J, Hajdúch M, Batley J, Edwards D, Doležel J, Šimková H (2019) Integrated physical map of bread wheat chromosome arm 7DS to facilitate gene cloning and comparative studies. *New Biotechnology* 48: 12-19.
IF 3.739; journal ranking 17/79 (*Biochem Res Meth*) (22 %)

4. Mahmoud Said



Said M, Kubaláková M, Karafiátová M, Molnár I, Doležel J, Vrána J (2019) Dissecting the complex genome of crested wheatgrass by chromosome flow sorting. *The Plant Genome* 12:180096.
IF 4.042; journal ranking 21/228 (9 %)

5. David Kopečný

Korasick DA, Končítiková R, Kopečná M, Hájková E, Vigouroux A, Moréra S, Becker DF, Šebela M, Tanner JJ, Kopečný D (2019) Structural and biochemical characterization of aldehyde dehydrogenase 12, the last enzyme of proline catabolism in plants. *Journal of Molecular Biology* 431, 576-592.
IF 5.067; journal ranking 47/299 (*Biochem Mol Biol*) (16 %)

6. Pavel Jaworek

Jaworek P, Kopečný D, Zalabák D, Šebela M, Kouřil S, Hluska T, Končítiková R, Podlešáková K, Tarkowski P (2019) Occurrence and biosynthesis of cytokinins in poplar. *Planta* 250, 229-244. IF 3.060; journal ranking 45/228 (20 %)

7. Cintia F. Marchetti and Nuria De Diego

Marchetti CF, Ugena L, Humplík JF, Polák M, Zeljković SC, Podlešáková

K, Fürst T, De Diego N, Spíchal L (2019) A Novel Image-Based Screening Method to Study Water-Deficit Response and Recovery of Barley Populations Using Canopy Dynamics Phenotyping and Simple Metabolite Profiling. *Frontiers in Plant Science* 10:1252. IF 4.106; journal ranking 20/228 (9 %)

8. Jakub Hrdlička

Hrdlička J, Gucký T, Novák O, Kulkarni M, Gupta S, van Staden J, Doležal K (2019) Quantification of karrikins in smoke water using ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Plant Methods* 15:81. IF 3.170; journal ranking 43/228 (19 %)

9. Andrej Pavlovič and Jana Jakšová

Pavlovič A, Libiaková M, Bokor B, Jakšová J, Petřík I, Novák O, Baluška F (2019) Anaesthesia with diethyl ether impairs jasmonate signalling in the carnivorous plant Venus flytrap (*Dionaea muscipula*). *Annals of Botany*, in press. IF 3.454; journal ranking 36/228 (16 %)

Jakšová J, Libiaková M, Bokor B, Petřík I, Novák O, Pavlovič A (2020). Taste for protein: Chemical signal from prey stimulates enzyme secretion through jasmonate signalling in the carnivorous plant Venus flytrap. *Plant Physiology and Biochemistry* 146, 90-97. IF 3.404; journal ranking 38/228 (17 %)

Pavlovič A, Mithöfer A (2019) Jasmonate signalling in carnivorous plants: cypocypat of plant defence mechanisms. *Journal of Experimental Botany* 70, 3379-3389. IF 5.360; journal ranking 14/228 (6 %)

10. Aditya Kumar

Kumar A, Prasad A, Sedlářová M, Pospíšil P (2019) Organic radical imaging in plants: Focus on protein radicals. *Free Radical Biology and Medicine* 130, 568-575. IF 5.657; journal ranking 43/299 (*Biochem Mol Biol*) (14 %)

Granty / Grants

1. Aleš Pečinka

GA ČR, 19-13848S - Analyzing repair of toxic DNA-protein crosslinks in Arabidopsis (2019 - 2021)

2. Jan Bartoš

MŠ MT ČR, INTER EXCELLENCE, LTT19007 - Collaboration with CIMMYT on the study of diversity and evolution of maize B chromosome (2019 - 2023)

3. Eva Hřibová

MŠ MT ČR, INTER EXCELLENCE, LTT19009 - Collaboration with the International Institute of Tropical Agriculture on comparative genetic and epigenetic analysis of plantains (AAB bananas) (2019 - 2023)

4. Tomáš Takáč

GA ČR, 19-00598S, Studies on developmental roles of iron superoxide dismutase 1 using interdisciplinary approach (2019 - 2021)

5. Martina Kopečná

Functional characterization of aldehyde dehydrogenases putatively associated with the evolutionary transition from water to land. Palacký University Junior Grant (2020 - 2022)

Smluvní výzkum / Contract research

Roman Kouřil

Contract research for Groningen University, Netherlands (1st November 2019 – 31st October 2020): Structural analysis of biological samples using electron microscopy. Total amount received: € 38, 472.

Ondřej Novák podruhé mezi nejcitovanějšími vědci světa

Analytický chemik a fytochemik Ondřej Novák z olomouckého pracoviště Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR, jež je součástí Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum, figuruje v seznamu nejcitovanějších vědců světa Highly Cited Researchers 2019. Mezi jedno procento nejcitovanějších vědců světa se dostal druhým rokem po sobě.

„Fakt, že již podruhé patřím do skupiny vysoce citovaných vědců, přijímám s obrovskou pokorou. Děkuji všem kolegům z Laboratoře růstových regulátorů i dalším spolupracovníkům ze zahraničí, bez jejichž zapojení bych nemohl být součástí tohoto prestižního žebříčku,“ komentoval úspěch Novák, který je zařazen do kategorie Plant and Animal Science. Tato kategorie zmiňuje jména 206 vědců pocházejících z různých biologických oborů.

Seznam každoročně zveřejňuje společnost Clarivate Analytics v USA. Nejnovější Highly Cited Researchers 2019 obsahuje přes 6000 jmen výzkumníků ze zhruba 60 zemí, mezi nimi je i 23 laureátů Nobelovy ceny. Jedná se o vědce, kteří ve 21 výzkumných oblastech, popřípadě napříč nimi, vzbudili svými pracemi ohlas a dosáhli značné citovanosti. Seznam vznikl na základě analýzy publikací z let 2008 až 2018 podle databáze Web of Science. Ta u odborníka na analýzu rostlinných hormonů Ondřeje Nováka uvádí 326 publikací s 6931 citacemi. Jeho H-index činí 44.



Ondřej Novák among world's most cited researchers again

Analytical chemist and phytochemist Ondřej Novák from the Olomouc branch of Institute of Experimental Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic, which is part of CRH, has been included in the Highly Cited Researchers list in 2019. The scientist from Olomouc has been included to the one percent of most cited scientists for the second consecutive year.

“I accept the fact that I belong to a group of highly cited scientists for the second time with great humility. I would like to thank all colleagues from the Laboratory of Growth Regulators and other colleagues from abroad, without whose involvement I could not be a part of this prestigious ranking,” said Novák, who belongs to the Plant and Animal Science category. This category mentions names of 206 scientists from a variety of biological disciplines.

The ranking is published by Clarivate Analytics in USA. The newest Highly Cited Researchers 2019 list includes over 6,000 researcher names from approximately 60 countries, including 23 Nobel laureates. These are scientists from 21 research fields who have raised awareness by their publications and achieved considerable citation. The list was based on an analysis of publications from 2008 to 2018 according to Web of Science database. The numbers of expert on hormone analysis Ondřej Novák came to 326 publications with 6931 citations. His H-index is 44.

PRÁCE SE STUDENTY

Centrum se významně podílí na výuce studentů Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci, a to v bakalářských, magisterských i doktorských programech. Pracovníci CRH působí jako garanti bakalářských a navazujících magisterských studijních oborů Bioinformatika, Biofyzika a Biotechnologie a genové inženýrství (posledně jmenovaný obor i v anglickém jazyce). Dále pracovníci CRH garantují doktorské studijní programy Biochemie a Biofyzika v českém i v anglickém jazyce.

Řada výzkumných pracovníků CRH působí jako vedoucí bakalářských, diplomových a disertačních prací. V roce 2019 bylo pod jejich vedením obhájeno 15 diplomových a 13 disertačních prací. V současné době pracovníci Centra vedou 48 diplomových a 53 disertačních prací. Podíl disertačních prací vedených pracovníky CRH představuje 20 procent z celkového počtu disertací řešených na PrF UP.

STUDENTS

The Center significantly participates in education of students of the Faculty of Science, Palacký University Olomouc, in bachelor's, master's and doctoral degree programs. Employees of the Center act as guarantors of Bioinformatics, Biophysics and Biotechnology and Gene Engineering bachelor and follow-up master degree programs (the latter also taught in English). Doctoral degree programs guaranteed by CRH staff are Biochemistry and Biophysics in Czech as well as in English.

A number of researchers at the Center act as supervisors of bachelor's, master's and doctoral theses. In 2019 there were 15 diploma theses and 13 dissertations defended under their leadership. At present, CRH research staff lead 48 diploma and 53 dissertations. The ratio of doctoral theses supervised by the staff of the Center represents 20% of the total number of ongoing dissertations at PrF UP.

Absolvent/ka Graduate	Školitel/ka Supervisor	Název práce Title
Mgr. Veronika Gryčová	RNDr. Roman Kouril, Ph.D.	Vliv strukturní integrity komplexu vyvíjejícího kyslík na organizaci fotosystému II v tylakoidní membráně mutanta ječmene viridis zb63 The effect of structural integrity of oxygen evolving complex on the organization of photosystem II in thylakoid membrane of barley viridis zb63 mutant
Mgr. Kateřina Hlaváčková	Mgr. Olga Šamajová, Dr.	Imunolokalizace mitogenem aktivovaných protein kináz a cytoskeletálních proteinů u vojtěšky (<i>Medicago sativa</i>) v interakci s <i>Rhizobium</i> Immunolocalization of mitogen activated protein kinases and cytoskeletal proteins in interactions of alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) with <i>Rhizobium</i>
Mgr. Lucie Horáková	Mgr. David Kopecký, Ph.D.	Studium stability genomového složení u vybraných kříženců kostřav a jílků x <i>Festulolium</i> Study on stability of genomic composition in hybrids of fescues and ryegrasses x <i>Festulolium</i>
Mgr. Martin Hudeček	RNDr. Ondřej Plíhal, Ph.D.	Štúdium vybraných proteínov ENT rodiny a ich úloha pri transporte cytokinínov Study of selected Arabidopsis ENT family proteins and their role in the transport of cytokinins
Mgr. Michaela Jarošová	Mgr. David Zalabák, Ph.D.	Dokumentace symbiotických interakcí rostlin vojtěšky s prospěšnými bakteriemi rodu <i>Rhizobium</i> Documentation of symbiotic interactions of alfalfa plants with <i>Rhizobia</i>
Mgr. Dominika Kaczorová	Doc. RNDr. Petr Tarkowski, Ph.D.	Analýza nutričního složení konopí setého a konopných výrobků Analysis of the nutritional composition of <i>Cannabis sativa</i> and hemp products
Mgr. Nikola Korínková	Véronique Hélène Bergougnot-Fojtik, Ph.D.	Skupina proteinů ARF v ječmeni a jejich role v zakládání a vývoji nodálních kořenů ARF family in barley and their role in crown-root initiation and development
Mgr. Eliška Krampolová	Mgr. Jitka Prachařová, Ph.D.	Vliv nových biologicky aktivních komplexů ruthenia a osmia na invazivitu a adhezenci nádorových buněk Influence of new biologically active ruthenium and osmium complexes on the invasivity and adherence of cancer cells
Mgr. Aleš Řiháček	Mgr. Lukáš Nosek, Ph.D.	Charakterizace oligomerních forem fotosystémů izolovaných z <i>Arabidopsis thaliana</i> Characterization of oligomeric forms of photosystems isolated from <i>Arabidopsis thaliana</i>
Mgr. Svatopluk Skoupý	Mgr. Miroslav Valárik, Ph.D.	Studium meiotických rekombinací u pšenice Meiotic recombinations in wheat
Mgr. Lucie Šimková	Mgr. Jan Bartoš, Ph.D.	Komparativní analýza subgenomů <i>Pachycladon exilis</i> Comparative analysis of <i>Pachycladon exilis</i> subgenomes
Mgr. Renáta Šnaurová	Doc. Georgios Komis, Ph.D.	Diferenciální lokalizace MAP65-2 a MAP65-3 v <i>Arabidopsis</i> Differential localization of Arabidopsis MAP65-2 and MAP65-3
Mgr. Anita Vašíčková	Prof. Mgr. Marek Šebela, Dr.	Purifikace glutamylendopeptidasy II z filtrátu kultury <i>Streptomyces griseus</i> Purification of glutamyl endopeptidase II from culture filtrate of <i>Streptomyces griseus</i>
Mgr. Dominik Vítek	Mgr. Jan Bartoš, Ph.D.	Selekce linií pšenice seté obsahujících chromozom 3D s delecí v dizomické konstituci Screening of wheat lines for disomic 3D chromosome deletion
Mgr. Ondřej Vrobel	Doc. RNDr. Petr Tarkowski, Ph.D.	Studium vybraných organických sloučenin síry rodu <i>Allium</i> Study of selected organic sulfur compounds in <i>Allium</i> genus

Absolvent/ka Graduate	Školitel/ka Supervisor	Název práce Title
Absolventi Ph.D. / Ph.D. graduates		
Mgr. Petra Hloušková, Ph.D.	Véronique Hélène Bergougnoux-Fojtík, Ph.D.	Studium de-etiolizace indukované modrým světlem u rajčete: úloha TFT proteinů, PHOT1 a cytokininů Study of de-etiolation in tomato: role of TFT9 protein, PHOT1 and cytokinins
Mgr. Lucia Hlusková, Ph.D.	Mgr. Lukáš Spíchal, Ph.D.	Studium ligandové specifity cytokininových receptorů Study of the ligand specificity of cytokinin receptors
Mgr. Edita Holásková, Ph.D.	Prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.	Příprava a analýza nových linií transgenního ječmene exprimujících rekombinantní antimikrobiální peptidy Generation and analysis of new transgenic barley lines expressing recombinant antimicrobial peptides
Mgr. Martin Hönig, Ph.D.	Doc. Mgr. Lucie Plíhalová, Ph.D.	Příprava a studium mechanismů účinku nových cytokininových derivátů Synthesis and study of mechanism of action of new cytokinin derivatives
Mgr. Eva Janáková, Ph.D.	Mgr. Miroslav Valárik, Ph.D.	Genetický základ interakcí hostitele a patogenu v systému obilovin a padlí travního (<i>Blumeria graminis</i>) Genetics of host-pathogen interactions in the cereals-powdery mildew fungus (<i>Blumeria graminis</i>) pathosystem
Mgr. Helena Janečková, Ph.D.	RNDr. Martina Špundová, Ph.D.	Vplyv cytokinínov na udržanie funkcie fotosystému II v priebehu indukovanej senescencie Effect of cytokinins on maintenance of photosystem II function during induced senescence
Mgr. Ivona Kubalová, Ph.D.	Yoshihisa Ikeda, Ph.D.	Genetická kontrola pluripotence u rostlin Genetic control of pluripotency in plant
MSc. Cintia Florencia Marchetti, Ph.D.	Nuria De Diego Sanchez, Ph.D.	Role cytokininů v odpovědi na abiotický stres u ječmene a pšenice The role of cytokinins in the response of barley and wheat to abiotic stress
Mgr. Barbora Pařízková, Ph.D.	Doc. Mgr. Ondřej Novák, Ph.D.	Biologická aktivita nových syntetických derivátů auxinů Biological activity of novel auxin synthetic derivatives
Mgr. Zuzana Tulpová, Ph.D.	Ing. Hana Šimková, CSc.	Sekvence a funkční analýza krátkého ramene chromozómu 7D pšenice Sequence and functional analysis of the short arm of wheat chromosome 7D
MSc. Lydia Ugena, Ph.D.	Nuria De Diego Sanchez, Ph.D.	Charakterizace biostimulantů za použití nových vysokokapacitních screeningových přístupů v rostlinách za různých stresových podmínek Characterization of biostimulants using novel high-throughput screening approaches in plants under different stress conditions
Mgr. Josef Vrabka, Ph.D.	Doc. RNDr. Jitka Frébortová, Ph.D.	Metabolismus a funkce cytokininů v houbách z řádu <i>Hypocreales</i> a identifikace transportéru auxinu v <i>Claviceps purpurea</i> Metabolism and function of cytokinins in fungi from order <i>Hypocreales</i> , identification of putative auxine transporter in <i>Claviceps purpurea</i>
Mgr. Filip Zavadil Kokáš, Ph.D.	Doc. RNDr. Galuszka Petr, Ph.D./ Véronique Hélène Bergougnoux-Fojtík, Ph.D.	Transkriptomická analýza ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.) a pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.): nástroj pro zlepšování vlastností plodin Transcriptomic analysis of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) and wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.): tool for crop improvement

FINANCOVÁNÍ

K financování CRH je využíváno několik zdrojů. Nevýznamnějším je podpora z grantů Operačního programu výzkum, vývoj a vzdělávání a dalšími zdroji jsou národní a mezinárodní granty, institucionální zdroje a smluvní výzkum.

Skladba jednotlivých zdrojů je uvedena níže.

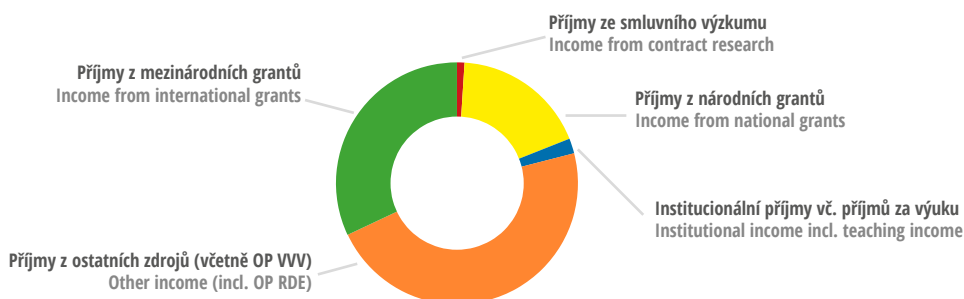
FUNDING

There are several financial resources used for funding of CRH. The most significant ones being grants within Operational program Research, Development and Education, followed by other national and international grants, institutional funding and contract research.

Composition of financial resources is shown below.

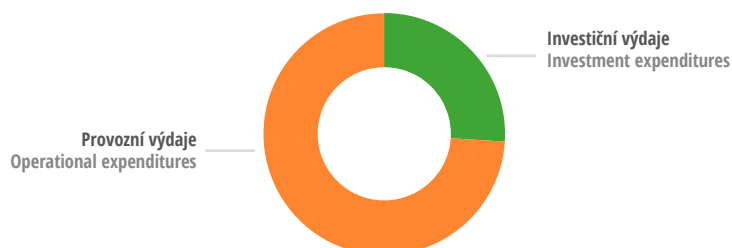
Příjmy v letech 2011–2019 (v mil. Kč) Income in years 2011–2019 (in million CZK)

Rok Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Prostředky z NPU /do r.2013 OP VaVpl Income from NSC programme (till year 2013 OP VaVpl)	95	492	163,3	96,83	78,91	71,59	71,7	74,14	-
Příjmy ze smluvního výzkumu Income from contract research	5,9	8,9	7,5	15,4	18,28	7,08	4,79	4,69	2,67
Příjmy z národních grantů Income from national grants	18,6	32,4	43,6	73	67,93	68,66	61,56	66,15	65,53
Příjmy z mezinárodních grantů Income from international grants	0,1	0,6	1,4	1,89	2,77	4,15	1,31	1,33	5,69
Příjmy z ostatních zdrojů (včetně OP VVV) Other income (incl. OP RDE)	-	4,8	28,9	35,03	14,94	1,34	1,48	52,32	171,63
Institucionální příjmy vč. příjmů za výuku Institutional income incl. teaching income	8,8	28,5	44,1	46,97	53,71	56,76	70,52	76,95	119,56
Provozní příjmy celkem Operational income	128,4	567,2	288,8	269,12	236,5	209,59	211,36	275,58	365,08



Výdaje v letech 2011–2019 (v mil. Kč) Expenditures in years 2011–2019 (in million CZK)

Rok Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Investiční výdaje Investment expenditures	66	446,2	73,7	40	15,5	10,97	5,97	47,90	95,96
Provozní výdaje Operational expenditures	62,4	115,8	211,7	215,8	211,39	194,05	202,2	217,83	269,12
Výdaje celkem Total expenditures	128,4	562,0	285,4	255,8	226,89	205,02	208,17	265,73	365,08







CENTRE OF THE REGION HANÁ FOR BIOTECHNOLOGICAL AND AGRICULTURAL RESEARCH



Institute of Experimental
Botany of the AS CR, v. v. i.



Palacký University
Olomouc



Crop Research
Institute



Centre of the Region Haná for Biotechnological and Agricultural Research

CRH brings together research groups from Palacký University and Olomouc worksites of Institute of Experimental Botany, AS CR, and Crop Research Institute. CRH is a Regional Branch Office of EFB.

Šlechtitelů 241/27
783 71, Olomouc – Holice,
Czech Republic

Tel: +420 585 634 979

Email: crh@upol.cz

Web: www.cr-hana.eu

Facebook: www.facebook.com/Centrumregionuhana/

Twitter: www.twitter.com/crh_olomouc

Published by:
Centre of the Region Haná for Biotechnological
and Agricultural Research, March 2020

Editor: Martina Šaradínová

Photo:
Ota Blahoušek, Cintia Marchetti, CRH archive

Graphic design: Ondřej Růžicka