

NOVINKY Z CRH

září 2018



CENTRUM REGIONU HANÁ
PRO BIOTECHNOLOGICKÝ
A ZEMĚDĚLSKÝ VÝZKUM



efb



ROZHOVOR

Čtenáři dostávají první číslo newsletteru CRH. Proč jste se rozhodli pro jeho vydávání?

CRH má poměrně hodně vědeckých, vzdělávacích a dalších aktivit. Je dobré je určitým způsobem shrnout a ty nejvýznamnější prezentovat jak v rámci pracoviště, tak odborné i laické veřejnosti.

Zpravodaj bude přinášet informace jednou za semestr. Jak hodnotíte uplynulé období?

Dosáhli jsme řady kvalitních vědeckých výsledků, ale jasně mezi nimi dominuje dokončení a publikování referenční sekvence genomu pšenice. Při počtu 17 miliard nukleotidů a více než sto tisíc genů je to dosud nejkomplexnější sekvenovaný organismus na Zemi. Našemu oboru to přináší obrovské množství nových informací jak pro pochopení základních funkcí jednoděložných kulturních plodin, tak pro šlechtění nových odrůd s lepšími vlastnostmi. Rád bych také zmínil náš první významnější počín v oblasti molekulárního farmaření, a to vývoj technologie, která může být základem pro velkokapacitní produkci lidského peptidu katelicidinu v modifikovaném ječmeni.

Jaké změny nastaly v souvislosti s řešením dvou významných projektů OP VVV – Rostliny jako prostředek udržitelného globálního rozvoje a Předaplikační výzkum v oblasti nano- a biotechnologií?

Oba projekty jsou pro CRH naprosto klíčové a jsou důkazem toho, že dokážeme uspět ve velmi silné konkurenci. Pokud jde o projekt z výzvy Excelentní výzkum, tam jsme letos v takzvané náběhové fázi. Dali jsme dohromady řídicí a realizační tým, nakupujeme vybavení, takže probíhá řada výběrových řízení, postupně přijímáme nové pracovníky. Výzkum začne v plné síle od ledna příštího roku. Ve druhém projektu výzkum začal v červenci, rozvíjíme získané poznatky pro využití v praxi.

Můžete přiblížit některé z výzkumných směrů, u nichž máte největší očekávání?

Velká očekávání mám v oblasti editování genomu ječmene. Zatím se nám podařilo některé geny trvale vypnout a nyní se zaměříme na vyhledávání těch, které souvisejí s adaptací rostlin na stresy. Tyto geny bychom mohli cíleně vypnout, zjistit jejich funkční souvislosti a navrhnout způsob, jak pomocí plodiny lépe čelit nepříznivým vlivům prostředí. Dlouhodobě se chceme dopracovat k technice, kdy bude možné gen nejen vypnout, ale skutečně ho editovat.

Sám se zabýváte genetickými modifikacemi rostlin. Na čem v současné době pracujete?

Za velmi perspektivní považuji produkci antimikrobiálních

IVO FRÉBORT

ředitel CRH



peptidů pomocí molekulárního farmaření. Máme nadějně výsledky s katelicidinem, ale zaměříme se i na další látky. Založil jsem výzkumnou skupinu, tématu se intenzivně věnuji a velmi mě to baví.

GMO jsou opředeny řadou mýtů, které se snažíte bořit například i na popularizačních akcích pro veřejnost. Vidíte posun ve veřejném mínění?

Česká republika je v tomto poměrně liberální. Na druhé straně ale vnímám, že lidé vědí o této problematice velmi málo. Nemají informace o tom, že se používají geneticky modifikované bakterie či kvasinky, netuší, že tradiční šlechtění běžně využívá chemické a radiační mutageny. Současné panují negativní postoje vůči herbicidům. V informovanosti veřejnosti stále hodně zaostáváme například za USA i západní Evropou. V tom vidím roli CRH, musíme se ještě více zapojit do vzdělávání veřejnosti.

Soudní dvůr EU nedávno omezil využívání metody CRISPR a dalších podobných technik. Byl to černý den pro vědu? Dotkne se to výzkumu v CRH?

Jde o to, že na produkty vytvořené metodou CRISPR budou uvaleny stejné regulace jako na GMO, takže budou podléhat složitému, nadbytečnému a nákladnému procesu schvalování. Zatímco například v USA či Kanadě se všechny produkty posuzují stejně, v Evropě se posuzují podle způsobu přípravy; ty vzniklé pomocí genetických modifikací de facto na stejné úrovni jako léčiva. Ale třeba plodina vzniklá ozařováním se takto nehodnotí, což je velký paradox. V tuzemsku a tedy i v CRH to základní výzkum nijak neovlivní, my techniku zatím využíváme na vypínání genů u ječmene či vojtěšky. Může to ale mít dopad na aplikovaný výzkum a hlavně na tvorbu biotechnologických produktů ve všech oblastech, nejen v zemědělství. Vývoj a výroba se tedy přesune mimo Evropu a starý kontinent se stane ještě více závislým na dovozu těchto produktů.

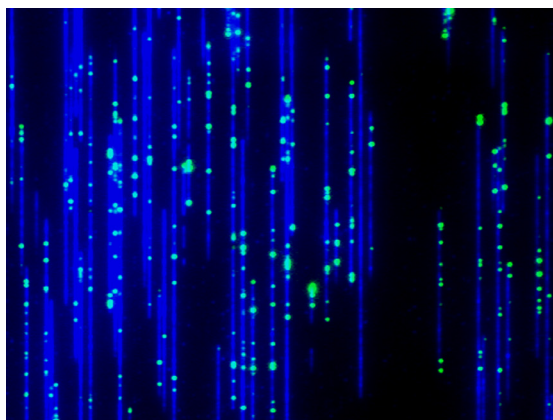
Z VĚDY A VÝZKUMU

DĚDIČNÝ KÓD PŠENICE JE I DÍKY OLOMOUCKÝM VĚDCŮM PŘEČTEN

Genom pšenice seté, jedné z nejvýznamnějších zemědělských plodin, je rozluštěn. V srpnu o tom v článku v časopise Science informovalo Mezinárodní konsorcium pro sekvenování genomu pšenice (IWGSC). Významnou roli ve výzkumu hrálo olomoucké pracoviště Ústavu experimentální botaniky (ÚEB) Akademie věd ČR, které je součástí CRH.

Třináctiletý výzkum, do nějž se zapojilo na 200 vědců z 20 zemí, byl postaven na metodě třídění chromozomů pomocí průtokové cytometrie, kterou vyvinuli a jako jediní na světě používají právě olomoučtí vědci. „Tento postup umožnil rozdělit velkou a složitou dědičnou informaci na menší části – chromozomy, což velmi zjednodušilo čtení DNA a následné uspořádání přečtených úseků. Naše laboratoř tak dodávala DNA jednotlivých chromozomů spolupracujícím laboratořím v různých částech světa. Získali jsme celý a velmi přesný text dědičné informace pšenice,“ uvedl vedoucí Centra strukturní a funkční genomiky rostlin ÚEB a vědecký ředitel CRH Jaroslav Doležel. Podle něj nyní vědci znají sekvence všech 21 chromozomů pšenice, přesné umístění 107 891 genů a více než čtyř milionů molekulárních markerů.

Dalším přínosem pracoviště byla příprava takzvaných BAC knihoven, díky kterým bylo možné číst delší úseky



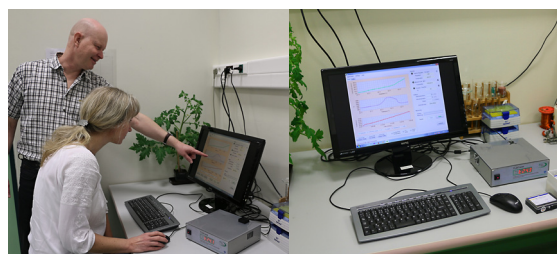
textu dědičné informace. V neposlední řadě se výzkumníci úspěšně věnovali i samotnému sekvenování tří z 21 chromozomů pšenice. Do výzkumu se zapojili i jinými metodami, například optickým mapováním.

Díky podrobné znalosti dědičné informace mohou nyní šlechtitelé rychleji identifikovat geny odpovídající za výnos, kvalitu zrna, odolnost vůči chorobám a škůdcům a také geny umožňující lépe překonávat období sucha. V budoucnu bude mít výsledek velký význam při využívání nových metod genetických modifikací.

The International Wheat Genome Sequencing Consortium (2018) Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome, *Science* 361. IF = 41.058.

BIOFYZICI VYVINULI PŘÍSTROJ PRO RYCHLÉ MĚŘENÍ VYSOKOTEPLTNÍ ODOLNOSTI ROSTLIN

Zařízení pro měření odolnosti rostlin vůči vyšším teplotám vyvinuli biofyzici CRH. Přístroj PlanTherm stanovuje obecnou termostabilitu buněk a zároveň termostabilitu fotosyntetického aparátu, jež vědci dosud museli zjišťovat odděleně. Měření je oproti dosavadním technikám rychlejší, jednodušší a komplexnější.



„Jedná se o univerzální přístroj pro měření termostability jakýchkoliv buněk, který jsme primárně vyvíjeli pro buňky rostlinné. Je to vlastně ohřevný systém, v němž se ale teplota musí zvyšovat lineárně. Celé měření trvá zhruba 25 minut,“ uvedl vedoucí Oddělení biofyziky Petr Ilík. Vědci přístroj vyvíjeli ve spolupráci s českou firmou Photon Systems Instruments a nabízejí jej ke komerčnímu využití. Termostabilita rostlin se studuje nejen v základním výzkumu, ale může pomoci také například šlechtitelům při výběru odrůd odolných vůči vyšším teplotám.

K měření vědci potřebují pouze malý vzorek části rostliny, nejlépe listu. Ten pak vloží do nevelké aparatury, v níž se nachází kádinka s deionizovanou vodou. Vědecká komunita se může s novou metodikou seznámit ve článku v odborném časopise *New Phytologist*.

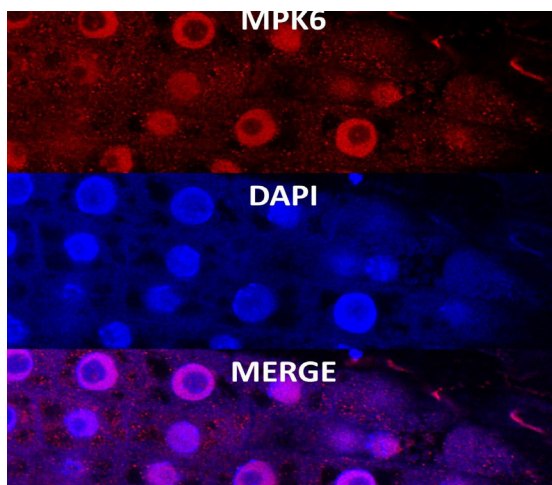
Ilík P, Špundová M, Šicner M, Melkovičová H, Kučerová Z, Krchňák P, Fürst T, Večeřová K, Panzarová K, Benediktyová Z, Trtílek M (2018) Estimating heat tolerance of plants by ion leakage: a new method based on gradual heating. *New Phytol.* 218, 1278-1287. IF = 7.433.

DLOUHOLETÝ VÝZKUM NADCHL EDITORY PRESTIŽNÍHO ANNUAL REVIEW OF PLANT BIOLOGY

Do nejprestižnějšího časopisu v oblasti rostlinných věd, *Annual Review of Plant Biology*, pronikli vědci z Oddělení buněčné biologie CRH. V přehledovém článku shrnuli výzkum mitogenem aktivovaných proteinkináz (MAPK) a popsali roli těchto významných enzymů v rostlinách.

„V tomto časopise mohou vědci publikovat jen na základě pozvání a podaří se jim to tak dvakrát, výjimečně třikrát za život. Špičkoví autoři v něm vždy shrnují vlastní výzkum za patnáct až dvacet let. Proto nás velmi potěšilo, když jsme pozvání získali. Publikovali jsme velmi komplexní článek, jen jeho příprava trvala déle než rok. Je to určitý milník v kariéře i ocenění celé laboratoře,“ uvedl vedoucí oddělení a hlavní autor článku Jozef Šamaj. Danou problematikou se spolu s kolegy zabývá dlouhodobě. Poznatky získané na modelové rostlině *Arabidopsis thaliana* vědci využívají i při výzkumu na vojtěšce či ječmeni.

MAPK jsou fosforylační enzymy, které se účastní širokého spektra pochodů v rostlinných, živočišných i lidských buňkách. V rostlinách se podílejí na řadě



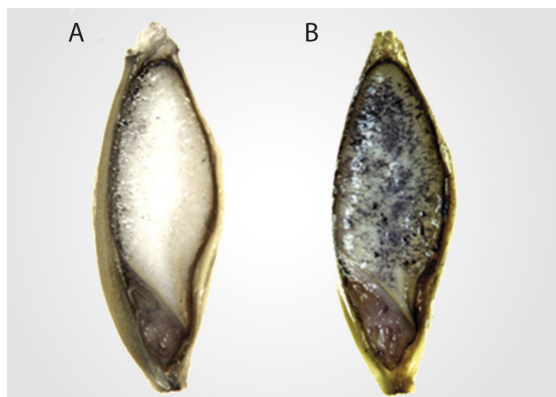
vývojových procesů počínaje vývojem semen, embrya, pylu, květů, přes vývoj listů, stonku až po vývoj kořenů či hlízek. Na druhé straně umějí velmi rychle reagovat na změny životního prostředí i různé druhy stresů, jako jsou například choroby, napadení škůdci, sucho či další klimatické vlivy.

Komis G, Šamajová O, Ovečka M, Šamaj J (2018) Cell and developmental biology of plant mitogen-activated protein kinases. *Annu. Rev. Plant Biol.* 69, 237-265. IF = 18.712.

VĚDCI NAŠLI CESTU, JAK VYROBIT LIDSKÝ PEPTID V JEČMENI

Vědci z Oddělení molekulární biologie vyvinuli ojedinělou technologii, která může být základem pro velkokapacitní produkci katelicidinu. Lidský peptid, jenž působí jako přírodní antibiotikum, dokáží „vyrobit“ v obilce geneticky modifikovaného ječmene. Nová metoda by podle vědců mohla sloužit i pro přípravu dalších farmaceuticky významných látek v rostlinách.

Katelicidin je jeden z nejznámějších antimikrobiálních peptidů lidské kůže, je součástí její obranné funkce před



infekčními mikroorganismy. Katelicidin je možné využít v lékařství například při léčení chronických ran a kožních onemocnění. Jednou z hlavních překážek pro komerční uplatnění katelicidinu je ale jeho vysoká výrobní cena. I proto se výzkumníci CRH rozhodli vyrobit peptid v rostlinách, přestože při tom museli překonat řadu úskalí. Peptidy totiž mají jen omezenou stabilitu a navíc mohou být pro hostitelskou rostlinu toxické.

„Nejdříve jsme otestovali vliv různých proteinových či peptidových molekul na výše zmíněné faktory. Následně jsme navrhli různé varianty genu pro lidský katelicidin a vnesli je nejprve do listů tabáku, kde vznikly hybridní molekuly. Po výběru nejúčinnější produkční strategie jsme vybrané geny vnesli do ječmene. Vypěstované transgenní rostliny produkovaly katelicidin, a to jen v obilce,“ přiblížil postup vedoucí výzkumného týmu a ředitel CRH Ivo Frébort. Vědci peptid izolovali a následně otestovali jeho antimikrobiální aktivitu. Prokázali, že takto získaný katelicidin či jeho varianty nemají na samotnou rostlinu negativní vliv. Nyní je jejich cílem zvýšit množství vyprodukovaného katelicidinu v rostlině a minimalizovat náklady spojené s jeho výrobou i izolací.

Holásková E, Galuszka P, Mičuchová A, Šebela M, Öz MT, Frébort I (2018) Molecular farming in barley: development of a novel production platform to produce human antimicrobial peptide LL-37. *Biotechnol. J.* 13. IF = 3.507.

STRUČNĚ

CRH prezentovalo v srpnu veřejnosti svůj výzkum na letní etapě květinové výstavy a zahradnických trhů Flora Olomouc. Jeden z pavilonů výstaviště se proměnil ve výzkumnou laboratoř rostlin. Zatímco biofyzici návštěvníkům pomocí experimentů ukázali, že rostliny dokáží svítit, komunikovat mezi sebou a některé se i pohybují, tým molekulárních biologů seznamoval s možnostmi genetické transformace rostlin a jejich přínosy nejen pro rostliny samotné, ale i pro člověka.

CRH mělo významné zastoupení na letošním kongresu Federace evropských biochemických společností (FEBS), který se v červenci konal v Praze. Dvě z programových sekcí řídil vedoucí Oddělení biochemie proteinů a proteomiky Marek Šebela a vedení dalšího sympozia se ujal vedoucí Oddělení buněčné biologie Jozef Šamaj, který vystoupil i s přednáškou nazvanou Advanced super-resolution and light-sheet microscopy bioimaging of plants. Kongres FEBS se koná jednou za rok a zavítá na něj několik tisíc účastníků.

Nové poznatky potřebné pro rychlejší vývoj metod, které mohou pomoci při řešení hrozící potravinové krize, si vyměnili přední světoví odborníci ve výzkumu pšenice a banánovníku na sympoziu Advances in Plant Genomics for Crop Improvement. V rámci výzkumného programu

Potraviny pro budoucnost Strategie AV21 ho v červenci pořádalo olomoucké pracoviště Ústavu experimentální botaniky (ÚEB) Akademie věd, jež je součástí CRH.

Po šesti měsících v červnu opět jednala Vědecká rada CRH. Na programu byly zejména informace o dvou nových projektech OP VVV: Rostliny jako nástroj pro udržitelný globální rozvoj a Rozvoj předaplikačního výzkumu v oblasti nano- a biotechnologií.

Změnu kariérního řádu i Partnerské smlouvy schválili v červnu účastníci 20. zasedání Představenstva Rady CRH. Projednali rovněž nový Statut CRH, jehož smyslem je budoucí spolupráce a koordinace všech partnerů, tedy Univerzity Palackého, ÚEB Akademie věd ČR i Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i.

Jak vypadá salát kamenáč, k čemu slouží maralí kořen a co je to žízalí čaj? I to se dozvěděli návštěvníci tradičního Polního kázání, které v polovině června pořádalo na svých pozemcích olomoucké pracoviště Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. Možnosti nahlédnout do příprav genetického materiálu pro zdejší genobanku zelenin, aromatických, kořeninových a léčivých rostlin využilo více než sedm desítek lidí.

SPOLUPRACUJEME S PRAXÍ

CHYTRÁ HNOJIVA ZVYŠUJÍ VÝNOSY OBILNIN I DALŠÍCH PLODIN

Zkušenosti z dlouholetého studia rostlinných hormonů zúročili vědci z CRH při vývoji nových chytrých hnojiv. Kromě potřebných živin obsahují originální deriváty cytokininů, které se v zemědělské praxi dosud nevyužívaly. Tekuté přípravky jsou velmi účinné, šetrné k životnímu prostředí a snadno se aplikují. Zemědělcům, kteří by je na trhu měli získat ještě letos, zajistí vyšší výnosy u obilnin, olejnin i dalších plodin. Při vývoji hnojiv vědci spolupracovali se společností Chemap Agro, jejíž původní přípravky posloužily jako základ nových stimulatorů.

„Přípravky nemají v tuzemsku a zřejmě ani ve světě obdoby. Jde o kombinaci makro a mikro prvků a rostlinných hormonů, které jsme vyvinuli. Po aplikaci

hnojiv hospodářské rostliny snáze zakoření, lépe čelí nepříznivým klimatickým podmínkám a vytvářejí více odnoží a zrna,“ uvedl jeden z autorů Radoslav Koprna.

Hnojivo Aucyt Start obsahuje syntetický derivát cytokininů, který podporuje tvorbu silných odnoží a tím i klasů a zrn u obilnin a větvení u olejnin. Aplikace se provádí na podzim nebo na jaře přímo postřikem na rostliny. Naopak hnojivo Primseed je určeno pro moření osiva jarních či ozimých obilnin, řepky, máku, slunečnice, luskovin a dalších plodin. Obsahuje cytokininového antagonistu, který snižuje schopnost rostliny vnímat cytokininy. To má pozitivní vliv na počáteční vývoj plodiny a v konečném důsledku i na výnos.

Přípravky jsou výsledkem zhruba desetiletého úsilí, během něž se propojila řada specialistů z řad chemiků, rostlinných biologů a fyziologů. Produkty letos získaly registraci jako pomocné rostlinné přípravky – kombinovaná stimulační hnojiva a jsou určeny zejména zemědělským firmám.

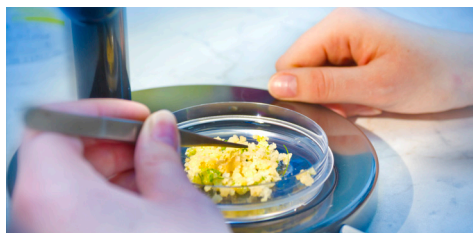
GRANTY

PŘEDAPLIKAČNÍ VÝZKUM JE V PLNÉM PROUDU

Přemostěním mezi excelentním výzkumem a případným transferem technologií je projekt Předaplikační výzkum v oblasti nano- a biotechnologií, který začal letos v červenci. Vědci z CRH i partnerského Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů se v něm zabývají vývojem nových technologií využitelných například v zemědělství, potravinářství, při ochraně životního prostředí nebo v medicíně.

„Vědci mohou dopracovat své výzkumy, ověřit, zda jsou vhodné pro komerční uplatnění, a také správně nastavit jejich právní ochranu ve vztahu k podmínkám budoucí licence či jiného způsobu přenosu do praxe,“ uvedla hlavní řešitelka projektu Lucie Plíhalová.

Tři z celkem osmi týmů se věnují například vývoji hnojiv nové generace, izolaci a přípravě rostlinných látek s antimikrobiálními a dezinfekčními účinky nebo látek využitelných v kosmetice či hygienických prostředcích. Další tým se pomocí genového inženýrství zaměřuje na šlechtění speciální odrůdy ječmene, která by měla produkovat peptidy s antibakteriálními účinky vhodné pro aplikace v kosmetice či lékařství. Projekt s dotací 125,8 milionů korun z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání – Předaplikační výzkum pro ITI (Integrated Territorial Investment) potrvá do konce roku 2022.



CRH VYBÍRÁ NOVÉ VĚDECKÉ POSILY I ZAŘÍZENÍ PRO EXCELENTNÍ VÝZKUM

Získání nových poznatků a vývoj technik, jež umožní šlechtění hospodářsky významných plodin s vyššími výnosy a větší odolností vůči nepříznivým klimatickým podmínkám, je jedním z hlavních cílů projektu Rostliny jako prostředek udržitelného globálního rozvoje, který začal letos v březnu. V grantové výzvě Excelentní výzkum Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání obsadilo CRH mezi 15 nejlepšími šestou pozici.

„Cílem projektu je získání znalostí o regulaci růstu a výnosu, utváření vlastností a znaků a stresové adaptaci rostlin, které jsou hlavním potravinovým zdrojem lidstva. Výsledky laboratorního výzkumu v oblasti genetiky, molekulární biologie a biochemie jsme schopni

poměrně rychle ověřovat pokusy v růstových komorách, ve skleníku a následně i přímo na poli,“ uvedl ředitel CRH Ivo Frébort.

Projekt přinese i nové přístrojové vybavení včetně sekvenátoru DNA nejnovější generace, fluorescenčního mikroskopu se supervysokým rozlišením pro studium buněčného jádra rostlin či bezpilotního vrtulníku s leteckým skenerem, který vyhodnotí rychlost a míru růstu biomasy porostu v polních podmínkách. Právě nákup nových zařízení a přijímání pracovníků je stěžejní součástí letošní první fáze projektu. Výzkumná část naplno odstartuje v lednu příštího roku.

BLAHOPŘEJEME



VÝZKUM VLIVU ZMĚN KLIMATU NA ROSTLINY ZAUJAL SVĚTOVÉ ODBORNÍKY

Vědec olomouckého pracoviště ÚEB Akademie věd ČR Pranav Sahu zaujal svým výzkumem vlivu změn podnebí na rostliny odborníky z The Society of Experimental Biology (SEB) se sídlem v Londýně. V početné mezinárodní konkurenci byl vybrán mezi tři finalisty prestižní ceny YSAS (Young Scientists Award Session) v sekci výzkumu rostlinných buněk a v červenci svoji práci prezentoval na konferenci SEB ve Florencii.

CRH BYLO NA EVROPSKÉM BIOTECHNOLOGICKÉM KONGRESU V SILNÉ SESTAVĚ

Výrazné zastoupení mělo CRH na letošním 18. Evropském biotechnologickém kongresu. **Evropská biotechnologická federace (EFB)** ho pořádala počátkem července v Ženevě. Právě ve Švýcarsku byla EFB před 40 lety založena.

Do programu kongresu přispěli olomoučtí zástupci celkem pěti přednáškami. Ředitel CRH Ivo Frébort a vedoucí Oddělení buněčné biologie Jozef Šamaj navíc předsedali programovým sekcím. O poznatky z vlastního výzkumu se kromě profesora Šamaje, který patřil mezi zvané řečníky, podělili také Tomáš Takáč, Miroslav Ovečka a Despina Samakovli. Premiérové vystoupení na velkém mezinárodním odborném fóru má za sebou doktorandka Alžběta Mičúchová.

V Ženevě začala i příprava konference Plant Biotechnology: Green for Good V., která se koná v režii CRH v Olomouci v červnu příštího roku. EFB bude již potřetí jejím spoluorganizátorem. „Jednali jsme rovněž o spolupráci s Asijskou biotechnologickou federací, která přislíbila příspěvek k vědeckému programu konference,“ uvedla členka organizačního výboru konference Michaela Holecová.

Kongresu se zúčastnilo na 700 delegátů. Největší zastoupení měla Jižní Korea, což svědčí o stoupajícím zájmu o spolupráci ze strany asijských partnerů. V příštím roce se na Tchaj-wanu uskuteční kongres Asijské biotechnologické federace.



**18TH EUROPEAN CONGRESS
ON BIOTECHNOLOGY**
1-4 JULY, 2018 • GENEVA, SWITZERLAND



PLÁNUJEME

CRH se v listopadu zapojí do Týdne vědy a techniky Akademie věd ČR. Ve dnech 7. až 9. listopadu uspořádá exkurze pro školáky i laickou veřejnost pod názvem **Hledáme cesty, jak prospět rostlinám i lidem**. Během návštěv laboratoří vědci zájemcům vysvětlí, k čemu je důležitý výzkum hospodářsky významných rostlin, například ječmene a pšenice. Dozví se o genetických transformacích rostlin i dalších směrech výzkumu. Prohlédnou si špičkovou techniku včetně nejmodernějších mikroskopů, jimiž výzkumníci nahlížejí do buněk živých rostlin.



Ve středu 8. listopadu se v Pevnosti poznání uskuteční přednáška ředitele CRH Ivo Fréborta nazvaná **GMO a editování genomu** – možné výzvy, rizika a příležitosti. Ve svém vystoupení seznámí středoškoláky s podstatou evolučních změn a procesy přirozené a cílené genetické selekce organismů. Na praktických příkladech představí techniky, které umožní rostlinám vtisknout požadované vlastnosti, od vkládání genů (GMO) až po nové metody editování genomu.



Centrum regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum

CRH sdružuje vědecké týmy Univerzity Palackého a olomouckých pracovišť Ústavu experimentální botaniky AV ČR a Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. CRH je Regional Branch Office Evropské biotechnologické federace.

Šlechtitelů 241/27

783 71, Olomouc – Holice

Telefon: +420 585 634 979

Email: crh@upol.cz

Web: www.cr-hana.eu

Facebook: www.facebook.com/Centrumregionuhana/

Twitter: www.twitter.com/crh_olomouc

Vydalo:

Centrum regionu Haná pro
biotechnologický a zemědělský
výzkum 2018

Editor: Martina Šaradínová

Foto:

Ota Blahoušek, Radka Kvasničková,
archiv CRH

Grafické zpracování:

Ondřej Růžicka