

- Bavcon, J., Ravnjak, B., Makše, J., Dakskobler, I., 2018. Globalna strategija ohranjanja rastlinskih vrst (točka 8). Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 4-72.
- Bavcon, J., Ravnjak, B., Praprotnik, N., 2019. Senožeti, rovti - strme in pisane površine = Meadows - steep and colourful grasslands. Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 235 str.
- Strgar, V., 1990. Biološko središče v Ljubljani, Botanični vrt, Želje možnosti in iskanja. Biološki vestnik, 38, 83-92.

Nacionalni inštitut za biologijo - Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo

Maja Ravnikar, Kristina Gruden, Jana Žel

Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo (FITO) ustvarja vrhunsko znanje o interakcijah med biološkimi sistemi in razvija nove tehnologije na področju ved o življenju. Oddelek združuje temeljne raziskave z močno mednarodno vpetostjo in prenos znanj in visoko specializiranega razvoja in storitev tako za vladne službe doma in v tujini, kakor tudi za slovenska in mednarodna podjetja s področja biotehnologije, farmacije, kmetijstva in živilske industrije.

Izobraževanje mladih kadrov ter predajanje znanja sta pomembni nalogi FITO, zato deset habilitiranih sodelavcev sodeluje pri pedagoških procesih Univerze v Ljubljani, Univerze v Novi Gorici, Univerze na Primorskem in Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. FITO organizira tudi izobraževanja za druge laboratorije ter mednarodne specializirane praktične delavnice s področja visokotehnoloških in kvantitativnih metod molekularne biologije, na katerih se je do sedaj izobraževalo več kot 300 udeležencev iz vsega sveta.

Zametek delovanja FITO, sprva imenovan Oddelek za fiziologijo rastlin, sega v šestdeseta leta delovanja Katedre za fiziologijo rastlin Oddelka za biologijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, kjer sta prof. dr. Miran Vardjan in njegova naslednica prof. dr. Nada Gogala skupaj s prof. dr. Francijem Pohlevnom uveljavila in mednarodno vpela področje fiziologije rastlin v Sloveniji. Bila sta mentorja vsem dosedanjim vodjem FITO, prof. dr. Maji Kovač, izr. prof. dr. Jani Žel in prof. dr. Maji Ravnikar, ki so oddelek uspešno vodile v zadnjih 30 letih.

Raziskave mikropropagacije rastlin so se začele s še danes težavnimi lesnimi rastlinami ter nadaljevale z vzgojo zdravih rastlin s termoterapijo in meristemskimi kulturami krompirja, praproti,

česna, fižola, surfinij, vse s prenosom v uporabo za slovenska podjetja. Sledile so raziskave tkivnih kultur celic, protoplastov in korenin za pridobivanje sekundarnih metabolitov ter njihova biokemijska analitika, kar je prav tako potekalo v sodelovanju s slovenskim podjetjem KRKA.

Pred prelomom tisočletja so se v laboratorij uvedle molekularne metode in genska transformacija rastlin, ki se je najprej usmerila v preučevanje razvoja odpornosti krompirja na virus PVY, nadalje tudi na halotoleranco in odpornost proti žuželkam. Istočasno se je razvijala tudi mikrobiologija in napredna diagnostika virusov in bakterij, vključno s fitoplazmami. V tem času se je skupini pridružila prof.dr. Kristina Gruden, ki sedaj vodi enoto omike. Takrat so se raziskave usmerile tudi v natančno kvantifikacijo nukleinskih kislin z uporabo PCR v realnem času in v novejšem obdobju z digitalnim PCR, kar je omogočilo razvoj diagnostičnih metod za določanje gensko spremenjenih organizmov. V tem času so se pospešeno uvajale tehnologije sistemske biologije, zlasti genomike in biotehnološki pristopi z uporabo virusov.

FITO od svojega nastanka sodeluje s številnimi sorodnimi inštitucijami v Sloveniji in tujini. Intenzivno poteka tudi sodelovanje z državnimi organi ter podjetji doma in v tujini s področja biotehnologije, farmacije in živilske industrije.

Raziskave in razvojno aplikativno delo FITO je interdisciplinarno in združuje znanje biologije, molekulske biologije, mikrobiologije, biokemije, biotehnologije, matematike, biostatistike in računskih znanosti. Z ustvarjanjem novega znanja, intelektualne lastnine in visoko tehnološkimi storitvami prispevajo k razvoju družbe, reševanju aktualnih problemov na področju biotehnologije, kmetijstva, farmacije, zdravja, okolja in varne hrane. Njihove prednosti so visoko usposobljeni

in motivirani sodelavci, ki prihajajo tudi iz mednarodnega okolja, uporaba najmodernejše opreme in vpeljan sistem kakovosti. Dobra organiziranost in fleksibilnost jim omogočata uspešno povezavo med znanjem in njegovo uporabo. Poznani so po uporabi kvantitativne molekularne biologije in razvijanju pristopov sistemske biologije, vključno z bioinformatiko in biostatistiko.

Oddelk zaposluje v letu 2020 več kot 60 sodelavcev in je organiziran v štiri raziskovalne enote in sicer Gensko spremenjeni organizmi s terapevtskimi virusi, Omski pristopi, Mikroorganizmi ter Bakteriologija z meroslovjem, kar so tudi glavne usmeritve Oddelka.

Glavne raziskovalne usmeritve FITO so:

- pridobivanje mehanističnega znanja za razumevanje rastlinskih odgovorov na stres - s pristopi sistemske biologije;
- povečevanje znanja o biologiji mikrobov v različnih okoljih, kot so zrak in voda in tla, da bi bolje razumeli njihovo raznolikost, patogenost in epidemiologijo ter njihovo vlogo v rastlinskih gostiteljih ter pomembnost za zdravje ljudi vključno z raziskavami COVID-19;
- na osnovi pridobljenih rezultatov razvijati učinkovite in trajnostne metode za biotehnoški in biološki nadzor mikrobov;
- celostni pristop h karakterizaciji virusov z molekularnega do morfološkega vidika in izboljšanje kritičnih točk karakterizacije virusov v proizvodnem procesu v biomedicinskih aplikacijah, kot so cepiva in virusni vektorji za gensko terapijo
- razvijati nove strategije za zaščito rastlin in za varno hrano in vodo;
- izgraditi tehnološko platformo, ki podpira raziskave sistemske biologije rastlin;
- razvijati bioinformatika orodja, ki olajšajo interpretacijo masivnih podatkov ('big data') v rastlinski biologiji
- vzdrževanje in razvoj meroslovno naravnane tehnološke podpore ter učinkovitejših identifikacijskih in detekcijskih metod za mikrobe in gensko spremenjene organizme, ki so uporabna tudi na področjih farmacije, zdravja ljudi in varovanja okolja.



Slika 8: Na FITO se raziskave opravljajo tudi v rastlinjaku, ki omogoča delo s karantenskimi mikroorganizmi povzročitelji bolezni rastlin.

Figure 8: At FITO, research is also carried out in a greenhouse, which enables work with quarantene microorganisms that cause plant diseases.

V okviru oddelka deluje tudi infrastrukturni center Planta (leta 1992 ustanovljen skupaj s podjetji), ki razpolaga z vrhunsko raziskovalno opremo za področje kvantitativne molekularne biologije, komore za gojenja biokultur in karantenski rastlinjak, laboratorijem drugega varnostnega razreda GSO, celični laboratorij, elektronsko in konfokalno mikroskopijo. FITO je aktiven član več infrastrukturnih centrov, kjer združuje opremo. Je tudi član Evropskih infrastruktur, za področje bioinformatike (ELIXIR, <https://elixir-europe.org/>), na področju sistemske biologije (ISBE, <https://project.isbe.eu/>) ter v infrastrukturi Meroslovje v hrani in prehrani (METROFOOD, <https://www.metrofood.eu/>).

FITO ima akreditirano dejavnost po ISO 17025 od 2003 za določanje gensko spremenjenih organizmov in diagnostiko mikroorganizmov, ki povzročajo bolezni rastlin ter več kot 60 akreditiranih metod. FITO je od 2019 imenovan v dva Evropska referenčna laboratorija v konzorciju za škodljive organizme rastlin (za bakterije in za viruse ter fitoplazme) (<https://www.gov.si/teme/laboratoriji-za-skodljive-organizme-rastlin/>). V okviru FITO delujeta dva nacionalna in uradna referenčna laboratorija (za bakterije in za viruse ter fitoplazme), sodelavci FITO so imenovani državni predstavniki v Evropski organizaciji za varstvo rastlin (EPPO) <https://www.eppo.int/>. FITO je imenovan kot Nacionalni referenčni laboratorij ter uradni laboratorij za določanje GSO v hrani

in krmi. So člani Evropske mreže laboratorijev za določanje GSO (<https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/ENGL/ENGL.html>). Urad za meroslovje je imenoval NIB, FITO za Nacionalni etalon za področje množina snovi/bioanalize nukleinskih kislin na področju GSO in mikroorganizmov.

Iz Oddelka izhaja tudi visokotehnološko podjetje Biosistemika, ki je bilo ustanovljeno leta 2010 (<https://biosistemika.com/>).

Opomba: Z dovoljenjem založnika je ta prispevek povzetek objave, v kateri je širše opisana zgodovina FITO, njeno delovanje in sodelovanje s podjetji ter drugimi naročniki (Ravnikar et al. Od tkivnih kultur do Oddelka za biotehnologijo in sistemsko biologijo. V: RASPOR, Peter (ur.). BIA, vztrajanje na biotehnološki poti. Posvetovanje ob obeležitvi „30 letnice podjetja BIA d. o. o.“, 16. januar 2020, Ljubljana. Ljubljana: BIA, 2020. Str. 97-108).

Izbrane reference

- Bačnik, K., Kutnjak, D., Pecman, A., Mehle, N., Tušek-Žnidarič, M., Gutiérrez-Aguirre, I., Ravnikar, M., 2020. Viromics and infectivity analysis reveal the release of infective plant viruses from wastewater into the environment. *Water Research*, 41 str., v tisku.
- Bar-Dror, T., Dermastia, M., Kladnik, A., Tušek-Žnidarič, M., Pompe Novak, M., Meir, S., Burd, S., Philosoph-Hadas, S., Ori, N., Sonogo, L., Dickman, M. B., Lers, A., 2011. Programmed cell death occurs asymmetrically during abscission in tomato. *The Plant Cell*, 23 (11), 4146-4163.
- Dular, M., Griessler Bulc, T., Gutiérrez-Aguirre, I., Heath, E., Kosjek, T., Krivograd-Klemenčič, A., Oer, M., Petkovšek, M., Rački, N., Ravnikar, M., Šarc, A., Širok, B., Zupanc, M., Žitnik, M., Kompare, B., 2016. Use of hydrodynamic cavitation in (waste) water treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 29, 577-588.
- Kežar, A., Kavčič, L., Polák, M., Nováček, J., Gutiérrez-Aguirre, I., Žnidarič, M.T., Coll, A., Stare, K., Gruden, K., Ravnikar, M., Pahovnik, D., Žagar, E., Merzel, F., Anderluh, G., Podobnik, M., 2019. Structural basis for the multitasking nature of the potato virus Y coat protein. *Science Advances*, 5(7), eaaw3808.
- Morisset, D., Demšar, T., Gruden, K., Vojvoda, J., Štebih, D., Žel, J., 2009. Detection of genetically modified organisms-closing the gaps : to the editor. *Nature Biotechnology*, 27 (8), 700-701.
- Ramšak, Ž., Baebler, Š., Rotter, A., Korbar, M., Mozetič, I., Usadel, B., Gruden, K., 2014. GoMapMan: integration, consolidation and visualization of plant gene annotations within the MapMan ontology. *Nucleic Acids Research*, 42 (D1), 167-175.
- Ramšak, Ž., Coll Rius, A., Stare, T., Tzafadia, O., Baebler, Špela, Van de Peer, Y., Gruden, K., 2018. Network modelling unravels mechanisms of crosstalk between ethylene and salicylate signalling in potato. *Plant Physiology*, 178 (1), 488-499.
- Schwacke, R., Ponce-Soto, G.Y., Krause, K., Bolger, A.M., Arsova, B., Hallab, A., Gruden, K., Stitt, M., Bolger, M.E., Usadel, B., 2019. MapMan4: a refined protein classification and annotation framework applicable to multi-omics data analysis. *Molecular Plant*, 12, 879-892.
- Whale, A.S., Jones, G. M., Pavšič, J., Dreo, T., Redshaw, N., Akyürek, S., Akgöz, M., Divieto, C., Sassi, M.P., He, H.J., Cole, K.D., Bae, Y.K., Park, S.R., Deprez, L., Corbisier, P., Ggarrigou, S., Taly, V., Larios, R., Cowen, S., O'sullivan, D.M., Bushell, C., Goenaga-Infante, H., Ffoy, C.A., Woolford, A.J., Parkes, H.C., Huggett, J.F., Devonshire, A.S., 2018. Assessment of digital PCR as a primary reference measurement procedure to support advances in precision medicine. *Clinical Chemistry*, 64 (9), 1296-1307.
- Žel, J., Milavec, M., Morisset, D., Plan, D., van den Eede, G., Gruden, K., 2012. How to reliably test for GMOs. V: Springer briefs in food, health, and nutrition, Springer, New York, 100 str.