



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ЗАШТИТА

ЗДРАВЉА БИЉАКА



ЗАШТИТА ЗДРАВЉА БИЉАКА

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

SCIENTIFIC CONFERENCES

Book CCV

DEPARTMENT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Book 21

PLANT HEALTH PROTECTION

PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC CONFERENCE

HELD ON 27 OCTOBER 2020

Accepted at the 1st meeting of the Department of Chemical and Biological Sciences
held on 18 February 2022

E d i t o r

Academician DRAGAN ŠKORIĆ

BELGRADE 2022

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

НАУЧНИ СКУПОВИ

Књига ССV

ОДЕЉЕЊЕ ХЕМИЈСКИХ И БИОЛОШКИХ НАУКА

Књига 21

ЗАШТИТА ЗДРАВЉА БИЉАКА

ЗБОРНИК РАДОВА СА НАУЧНОГ СКУПА

ОДРЖАНОГ 27. ОКТОБРА 2020. ГОДИНЕ

Примљено на I скупу Одељења хемијских и биолошких наука

од 18. фебруара 2022. године

У р е д н и к

академик ДРАГАН ШКОРИЋ

БЕОГРАД 2022

Издаје
Српска академија наука и уметности
Београд, Кнеза Михаила 35

Технички уредник
Никола Стевановић

Лектор
Младенка Савичић

Коректор
Јелена Мићрић

Прелом
Лейосава Кнежевић

Тираж
300 примерака

Штампа
Colorgrafx, Београд

ISBN 978-86-7025-933-1

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Академик Драган Шкорић, председник
Проф. др Алекса Обрадовић, потпредседник
Академик Радмила Петановић
Проф. др Оливера Петровић-Обрадовић
Проф. др Горан Делибашић
Проф. др Радивоје Јевтић
Вера Батина, секретар

САДРЖАЈ

<i>Предговор</i>	11
<i>Поздравна реч академика Владимира Стевановића</i>	13
<i>Поздравна реч академика Драјана Шкорића</i>	15
<i>Поздравна реч проф. др Алексе Обрадовића</i>	17
МИРКО ИВАНОВИЋ, АЛЕКСАНДРА БУЛАЈИЋ, ГОРАН АЛЕКСИЋ, БРАНКИЦА ТАНОВИЋ, ВЕРА СТОЈШИН, РАДИВОЈЕ ЈЕВТИЋ, СЛАВИЦА СТАНКОВИЋ, ИВАН МИЛЕНКОВИЋ <i>Развој науке о фитопатогеним љивама у Србији</i>	19
MIRKO IVANOVIĆ, ALEKSANDRA BULAJIĆ, GORAN ALEKSIĆ, BRANKICA TANOVIĆ, VERA STOJŠIN, RADIVOJE JEVTIĆ, SLAVICA STANKOVIĆ, IVAN MILENKOVIĆ <i>Development of plant mycology in Serbia</i>	31
БРАНКА КРСТИЋ, СВЕТЛАНА ПАУНОВИЋ, СТЕВАН ЈАСНИЋ, ФЕРЕНЦ БАГИ, МИРЈАНА МИЈАТОВИЋ, МИРА СТАРОВИЋ, СЛОБОДАН КУЗМАНОВИЋ, ГОРАН ДЕЛИБАШИЋ, ДРАГО МИЛОШЕВИЋ, ДАРКО ЈЕВРЕМОВИЋ, ДРАГАНА МИЛОШЕВИЋ, ИВАНА СТАНКОВИЋ <i>Билна вирусологија у Србији – досייинућа, љрвци развоја и значај за унајређење здравља биља</i>	33
BRANKA KRSTIĆ, SVETLANA PAUNOVIĆ, STEVAN JASNIĆ, FERENC BAGI, MIRJANA MIJATOVIĆ, MIRA STAROVIĆ, SLOBODAN KUZMANOVIĆ, GORAN DELIBAŠIĆ, DRAGO MILOŠEVIĆ, DARKO JEVREMOVIĆ, DRAGANA MILOŠEVIĆ, IVANA STANKOVIĆ <i>Plant virology in Serbia – accomplishments, directions of development and significance for plant health improvement</i>	51

ОЛИВЕРА ПЕТРОВИЋ-ОБРАДОВИЋ, РАДОСЛАВА СПАСИЋ, АЛЕКСАНДРА ИГЊАТОВИЋ-ЋУПИНА, МИЛКА ГЛАВЕНДЕКИЋ, ПЕТАР КЉАЈИЋ, СНЕЖАНА ТАНАСКОВИЋ, ТАТЈАНА ЦВРКОВИЋ, АЛЕКСАНДРА КОЊЕВИЋ, ЖЕЉКО МИЛОВАЦ, ДЕЈАН В. СТОЈАНОВИЋ <i>Развој и доспјехи наука енџомологије у области биљне ђроизводње у Србији</i>	53
OLIVERA PETROVIĆ-OBRADOVIĆ, RADO SLAVA SPASIĆ, ALEKSANDRA IGNJATOVIĆ-ĆUPINA, MILKA GLAVENDEKIĆ, PETAR KLJAJIĆ, SNEŽANA TANASKOVIĆ, TATJANA CVRKOVIĆ, ALEKSANDRA KONJEVIĆ, ŽELJKO MILOVAC, DEJAN V. STOJANOVIĆ <i>Development and achievements of entomology in the field of plant production in Serbia</i>	75
ПЕТАР ВУКША, МИЛАН СТЕВИЋ, ПЕТАР КЉАЈИЋ, ЕМИЛ РЕКАНОВИЋ, ДРАГИЦА БРКИЋ, НЕНАД ТАМАШ, КАТАРИНА ЈОВАНОВИЋ-РАДОВАНОВ, СЛАВИЦА ВУКОВИЋ, ГОРАН АЛЕКСИЋ <i>Развој и значај фитџофармаџије у очувању здравља биља у Србији</i>	77
PETAR VUKŠA, MILAN STEVIĆ, PETAR KLJAJIĆ, EMIL REKANOVIĆ, DRAGICA BRKIĆ, NENAD TAMAŠ, KATARINA JOVANOVIĆ-RADOVANOV, SLAVICA VUKOVIĆ, GORAN ALEKSIC <i>Development and importance of phytopharmacy in plant health preservation in Serbia</i>	88
АЛЕКСА ОБРАДОВИЋ, МИЛАН ИВАНОВИЋ, КАТАРИНА ГАШИЋ, МИЛА ГРАХОВАЦ, БОЈАН ДУДУК, СВЕТЛАНА МИЛИЈАШЕВИЋ-МАРЧИЋ, МАЈА ИГЊАТОВ, МИЛАН ШЕВИЋ <i>Развој исџраживања фитџопаџиџоених бакџерија и фитџоплазми у Србији</i>	91
ALEKSA OBRADOVIĆ, MILAN IVANOVIĆ, KATARINA GAŠIĆ, MILA GRAHOVAC, BOJAN DUDUK, SVETLANA MILIJAŠEVIĆ-MARČIĆ, MAJA IGNJATOV, MILAN ŠEVIĆ <i>Development of plant pathogenic bacteria and phytoplasmas research in Serbia</i>	112
РАДИВОЈЕ ЈЕВТИЋ, СРБОБРАН СТОЈАНОВИЋ, СЛАВИЦА СТАНКОВИЋ, СВЕТЛАНА ПАУНОВИЋ, МИРЈАНА МИЈАТОВИЋ, СТЕВАН МАШИРЕВИЋ, ЈЕЛЕНА БОШКОВИЋ, ПРЕДРАГ ПАП, МИЛИЦА ЗЛАТКОВИЋ <i>Исџоријаџи исџраживања оџијорносџи биљака ђрема џаџоџенима у Србији</i>	115
RADIVOJE JEVTIĆ, SRBOBRAN STOJANOVIĆ, SLAVICA STANKOVIĆ, SVETLANA PAUNOVIĆ, MIRJANA MIJATOVIĆ, STEVAN MAŠIREVIĆ, JELENA BOŠKOVIĆ, PREDRAG PAP, MILICA ZLATKOVIĆ <i>The history of research on plant resistance to pathogens in Serbia</i>	135

РАДМИЛА ПЕТАНОВИЋ, БИЉАНА ВИДОВИЋ, БОЈАН СТОЈНИЋ, ДЕЈАН МАРЧИЋ, МИЛАН РАДИВОЈЕВИЋ <i>Развој научних области и савремена достигнућа у домену пољопривредне зоологије у Србији</i>	137
RADMILA PETANOVIĆ, BIJANA VIDOVIĆ, VOJAN STOJNIĆ, DEJAN MARČIĆ, MILAN RADIVOJEVIĆ <i>Development of scientific fields and modern achievements of agricultural zoology in Serbia</i>	153
ВАСКРСИЈА ЈАЊИЋ , САВА ВРБНИЧАНИН, ГОРАН МАЛИЦА, ЉИЉАНА РАДИВОЈЕВИЋ, ДАНИЈЕЛА ПАВЛОВИЋ, ДРАГАНА БОЖИЋ, БОЈАН КОНСТАНТИНОВИЋ <i>Развој и значај хербологије у очувању здравља биљака у Србији</i>	155
VASKRSIJA JANJIĆ , SAVA VRBNIČANIN, GORAN MALIDŽA, LJILJANA RADIVOJEVIĆ, DANIJELA PAVLOVIĆ, DRAGANA BOŽIĆ, VOJAN KONSTANTINović <i>Development and importance of weed science in preservation of plant health in Serbia</i>	169
Реферати	173
Дискусија и закључци	175

ПРЕДГОВОР

Уједињене нације (УН) и Организација за храну и пољопривреду (ФАО) су 2020. годину прогласиле годином здравља биља са циљем да се подигне позорност и обрати пажња на потребу заштите здравља биља и у исто време допринесе смањењу глади и сиромаштва у свету, очувању животне средине и биодиверзитета, као и унапређењу економског развоја.

Биљке представљају директан извор око 80% наше хране. Тај проценат се повећава ако имамо у виду да се и животиње хране производима биљног порекла. Осим тога, биљке су извор кисеоника, па самим тим и основ живота на нашој планети. ФАО процењује да се до 40% прехранбених производа годишње изгуби због проузроковача биљних болести, штеточина и корова. То оставља милионе људи без довољно хране и озбиљно угрожава светску пољопривреду. Није угрожено само пољопривредно биље. Штавише, угрожене су биљке у спонтаној флори, шумским састојинама, урбаној средини, украсне и лековите биљке, многе којима дугујемо заштиту не само због хране коју нам обезбеђују, него и због осећаја мира и спокоја који нас обузима у њиховој хладовини и уживања у богатству њихових мириса и боја.

Међутим, здравље биљака је углавном област интересовања малог броја људи посвећених њиховом гајењу, праћењу и проучавању проблема из те области. Ипак, један број људи је посветио читаве своје каријере напору у очувању здравља биљака, како у свету тако и код нас. Овом приликом је 27. октобра 2020. године организован научно-стручни скуп „Заштита здравља биљака”, под покровитељством Академијског одбора за село, САНУ, посвећен људима – истраживачима, покретачима и носиоцима научних програма и истраживања, њиховом раду и доприносу борби за здравље биљака, од првих истраживања на овом простору па до данас.

Током овог једнодневнoг скупа саопштено је осам реферата. Еминентни предавачи, афирмисани истраживачи у научним областима на које су се односила излагања, у име колектива аутора, приказали су на сажет начин историјат развоја научних истраживања у области заштите биља на подручју наше земље. Подсетили смо се пионира и утемељивача научних дисциплина у области заштите биља, детаља из њихове професионалне каријере, доприноса развоју науке, образовању и очувању сазнања кроз штампане материјале. Осим тога, приказан је континуитет развоја науке до данашњих дана, кроз приказ активности актуелних истраживача и институција у којима су ангажовани.

На основу приказаних историјских података, истраживања у области заштите биља започета су на овим просторима између два светска рата. Нова сазнања из области пољопривреде доношена су школовањем наших интелектуалаца на чувеним универзитетима у напредним и богатим, углавном европским земљама. Истраживања проблематике заштите биљака на овим просторима пратила су развој биљне производње и нарочито су се интензивирала после Другог светског рата. Захваљујући томе, средином прошлог века, започело је и образовање кадрова из те области на универзитетима у Београду и Новом Саду.

Аутори су приказали развој науке о заштити здравља биљака кроз животни пут научника, истраживача, професора и млађих сарадника, приказујући најзначајније моменте из њихове каријере, њихов допринос не само развоју науке, већ и образовања, као и допринос развоју појединих институција као базе из које ће истицати подмладак. Предавања су била посвећена следећим научним областима: биљна микологија, вирусологија, ентомологија, фитотерапија, фитобактериологија, проучавање отпорности биљака, пољопривредна зоологија и хербологија. На основу података о учешћу истраживача у домаћим и иностраним пројектима и скуповима, оствареним публикацијама, међународној сарадњи, закључено је да се ради о интердисциплинарним примењеним истраживањима чији је допринос заштити биља и очувању животне средине немерљив. Такође се може закључити да достигнути степен развоја науке у области заштите биља, и њеним појединачним дисциплинама, у нас прати ниво истраживања у свету. Захваљујући напорима и визији оснивача ове науке, као и труду и ентузијазму следбеника, наша земља представља поузданог партнера не само у науци, већ и у пољопривреди, трговини и економији.

Међународна година здравља биљака је била прилика да покажемо и прославимо значај науке која одржава наше биљне ресурсе здравим. Захваљујемо се свим ауторима и учесницима скупа на доприносу да се сачувају сећања на прве кораке у развоју заштите здравља биљака, као и да актуелна дешавања остану забележена за будуће генерације. Јер, даље се може видети ако се стоји на раменима великана.

Академик Драган Шкорић

ПОЗДРАВНА РЕЧ АКАДЕМИКА ВЛАДИМИРА СТЕВАНОВИЋА

Поштовани учесници скупа, поштовани чланови САНУ, уважени гости,

Посебно ми је задовољство да вас у име Одељења хемијских и биолошких наука САНУ поздравим и пожелим усешан рад скупа. Тематика и проблематика скупа, како се из наслова види, односи се на заштиту здравља биљака. Ради се о веома важној области агрономске науке од чијих резултата и праксе зависе принос и производња гајених биљака, пре свега оних које су значајне за исхрану људи.

Откако је створена пољопривреда као основна људска делатност која је покренула развој људских цивилизација, борба са штеточинама које нападају пољопривредне културе заправо никада није прекидана. Штавише, са развојем пољопривредних техника и идеја о продуктивности биљних култура, ова борба је извесно интензивирана.

Лично, као еколог, у потпуности разумем због чега ова борба заправо нема краја. Наиме, све потиче од основне идеје да се гаји само једна биљна култура, односно да се створи антропогено одржавани екосистем са једном врстом, било да је то пшеница, кукуруз, сунцокрет или нека друга пољопривредна култура. Таквих природних екосистема на земном шару нема, чак и тамо где је диверзитет организама који га сачињавају и изграђују мали. Одржавање агроекосистема и пољопривредних површина са устаљеном динамиком сетва-ђубрење-жетва-припрема земљишта за сетву, сваке године се понавља у вековима дугим циклусима.

Не говорим о одређеним негативним последицама јер савремена обрада земљишта доказано штети пољопривредним површинама. Говорим о теми овог скупа – борби за здравље гајених биљака. То је непрестана борба у којој су примењена сва средства, од физичког до хемијског уништавања штеточина, биолошке борбе, до најновијих генетски модификованих култура чији опстанак је поново везан за хемијски третман пестицидима.

Таква стална борба нам говори о једноставним еколошким чињеницама а то су, с једне стране непрестани покушаји колонизације за човека непожељних организама (микроорганизми, корови, штеточине) недовољно насељеног еколошког простора празних ниша, какве су пољопривредне по-

вршине, и с друге стране обиље хране коју омогућује монокултура привлачећи хербиворе.

Да читава борба неће бити лака и успешна, говори чињеница да сваке године број врста колонизатора расте, и то најчешће оних врста које су намерно или ненамерно унесене из других биогеографских региона. Парадоксално је да смо скоро истребили кукољ, древну пратилицу поља под житарицама, за који народ каже да га има у сваком житу, али су зато стране врсте масовно колонизовале наш агроекосистем.

Често су то нашој науци недовољно познате врсте чије понашање може бити непредвидиво од све веће инвазивности преко краткотрајног скоро експлозивног раста популације али и њеног брзог пада до подношљиве бројности, до оних чија бројност не представља озбиљну претњу. Алохтоне врсте које постају озбиљна, све већа и видљивија претња не само пољопривредним културама већ и биодиверзитету у целини, поготову оном који је под антропопресијом.

Оно што се мора имати у виду да такве унете врсте нису карактеристичне само за агроекосистеме. Оне су свуда око нас у скоро сваком антропогено нарушеном природном или антропогено одржаваном екосистему. Градови, површине поред путева, парлози или запуштене површине разних врста су резервоари из којих се регрутују колонизатори агроекосистема. Мислим да ће се тај проблем временом увећавати поготову у Србији која је на зачељу држава које воде рачуна о животној средини.

Шта нам ваља чинити? Историја нас учи да ту борбу нисмо добили, али да можемо знањем и мудрим потезима који се на знање ослањају одржавати превласт. Питање је и колико ће то све да кошта. На пример, да ли ће производња хране у будућности због оваквих околности бити скупља?

Верујем да ће реферати на овом скупу дати одговоре на ова питања или бар одшкринути врата бољем разумевању сложеног еколошког односа биљних култура и колонизатора, односно патогених организама, конкурентата за ресурсе и непосредних хербивора. Уз извињење што нисам у могућности да поздравим овај цењени скуп, још једном желим да се он одвија онако како је замишљен, дакле садржајно, свеобухватно и са корисним и за агрономску науку и друштво употребљивим закључцима. А да ли ће их неко из институција државе чути и применити остаје велика недоумица.

ПОЗДРАВНА РЕЧ АКАДЕМИКА ДРАГАНА ШКОРИЋА

Уједињене нације и Организација за храну и пољопривреду (ФАО) су 2020. годину прогласиле годином здравља биљака. У циљу подршке бројним активностима, које се тим поводом предузимају у свету, Академијски одбор за село САНУ организује овај научно-стручни скуп посвећен здрављу биљака.

Биљке представљају директан извор око 80 процената наше хране. Тај проценат се повећава ако имамо у виду да се и животиње хране производима биљног порекла. Осим тога, биљке су извор кисеоника, па самим тим и основ живота на нашој планети. Њихов утицај на сав живи свет је огроман. Међутим, здравље биљака је углавном област интересовања малог броја људи посвећених њиховом гајењу, праћењу и проучавању проблема из те области. Већина људске популације није свесна све веће потребе да се чува здравље биљака и њихов диверзитет. Низ фактора утиче на здравље биљака, укључујући окружење и степен заштите од болести и штеточина.

Ипак, одређени број људи је посветио читаве своје каријере напору у очувању здравља биља, како у свету тако и код нас. Како скупови углавном отварају своја врата за представљање научних и достигнућа из праксе, намера је да се овом приликом скуп посвети људима – истраживачима, покретачима и носиоцима научних програма и истраживања, њиховом раду и доприносу борби за здравље биљака, од првих истраживања на овом простору па до данас. Међународна година здравља биљака пружа нам прилику да покажемо и прославимо значај науке која одржава наше биљне ресурсе здравим. Да се не заборави и да се остави у наследство будућим генерацијама.

ПОЗДРАВНА РЕЧ ПРОФ. ДР АЛЕКСЕ ОБРАДОВИЋА

Светска организација за храну и пољопривреду је 2020. годину прогласила годином здравља биљака, препознајући њихову важност за живот на земљи и истовремено угроженост биљног света. Актуелна појава и ширење вируса међу људском популацијом сасвим очекивано украла је пажњу и преместила фокус на заштиту здравља људи. Међутим, дужност познаваца заштите биља је да укажу да је здравље људи неодвојиво повезано са здрављем биљака. Примећује се да је појам здравље у центру пажње не само оних који се професионално њиме баве, већ је ова година као ретко која до сада пробудила пажњу шире популације. Живимо окружени изазовима, и сами често доприносећи њиховом броју и утицају на здравље и одрживост живог света уопште. Активности човека су постале ограничавајући фактор опстанка многих организама на планети. Штетан утицај је одавно добио глобалне размере. То нас све упозорава да не радимо довољно на образовању, истраживању, информисању, подизању позорности о неопходности заштите како би преокренули процесе деградације природе.

Свестан сам да смо постали врло осетљиви на критике, али морам да додам да је наша одговорност да укажемо на промене, на негативне процесе, да радимо на њиховом заустављању, да покрећемо и друге људе у том правцу. Сматрати себе познаваоцем заштите биља а одрицати се те одговорности је недопустиво. Производња хране јесте наш императив али не сме да буде изговор за угрожавање природе.

Данас смо се окупили под покровитељством САНУ, не да говоримо о штетним агенсима, биотским и абиотским факторима који угрожавају биљни свет, превентивним и куративним мерама заштите. Те несумњиво значајне и надасве актуелне теме остављамо за традиционалне стручне и научне скупове из ове области.

Ми ћемо данас, нисам сигуран да ли је први пут, али је сигурно врло ретка прилика, да се подсетимо имена и дела оних без којих не би били овде где јесмо, оних који су осветлили пут истраживањима и сазнањима у заштити биља, чији се допринос мери највишим стандардима, и поносно стати уз њихову заоставштину, чврсто стојећи на јаким темељима, трудећи се да својим делима оправдамо поверење и уградимо још који степен или пло-

чу на којој ће будуће генерације пронаћи чврст ослонац за своје напредовање. Данас се боримо за здравље биља, али и против заборава имена и дела оних чијим путем треба да наставимо.

Дозволите ми да се сликовито изразим у духу заштите биља: нико од нас не зна боље да ако допустите да страда корен, страдаће и младари. Не смемо дозволити да у мору површних информација које нам опседају пажњу нестане свест да смо стасали на јаким кореновима и преузели одговорност за гранање крошње и стварање плодних младара. Нека данашњи скуп буде скуп захвалности пионирима заштите здравља биљака у Србији и подстрек садашњој и будућој генерацији да знањем и упорним радом дају свој допринос очувању здравља биљака.

Поштовани академици, колегинице и колеге, желео бих да се захвалим излагачима и коауторима радова који ће данас бити приказани на овом скупу. Врло је могуће да смо негде некога изоставили или недовољно истакли. То је ризик који смо свесно преузели. Али сама чињеница да смо данас говорили и натерали се на размишљање о доприносу ранијих генерација, и нас самих који смо још радно активни, представља подстрек да ако још увек нисмо, да пробамо да дамо свој максимум у заштити здравља биљака, јер здравље нема цену, а без здравог биља нема ни здравог живота на нашој планети.

Ми смо се овим скупом усмерили на људске ресурсе, указујући на несразмерно велики допринос развоју науке и истраживања у области заштите биља у односу на број истраживача који су својим преданим радом направили помак, обележили једно поглавље у науци или створили основу за даљи напредак.

Апелујемо на све колегинице и колеге да усмере своју покретачку енергију не само у правцу обезбеђивања здраве хране, већ и да у сарадњи са свим институцијама и појединцима, опредељеним за заштиту животне средине, направе искорак ка заустављању процеса деградације екосистема. Неопходна је гласнија, интензивнија и конкретнија акција свих из ове области у циљу очувања здравља биља и свеколике природе без које нам нема опстанка. Посебну одговорност имају институције које се баве образовањем, јер се од њих очекује подизање свести и објашњење потребе за успостављање ширег фронта у заштити здравља биљака.

Међународна година здравља биљака пружа нам прилику да покажемо и прославимо значај науке која одржава наше биљне ресурсе здравим. Да се не заборава и да се остави у наследство будућим генерацијама.

БИЉНА ВИРУСОЛОГИЈА У СРБИЈИ – ДОСТИГНУЋА, ПРАВЦИ РАЗВОЈА И ЗНАЧАЈ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ЗДРАВЉА БИЉА

БРАНКА КРСТИЋ¹, СВЕТЛАНА ПАУНОВИЋ², СТЕВАН ЈАСНИЋ³,
ФЕРЕНЦ БАГИ³, МИРЈАНА МИЈАТОВИЋ⁴, МИРА СТАРОВИЋ⁵,
СЛОБОДАН КУЗМАНОВИЋ⁵, ГОРАН ДЕЛИБАШИЋ¹,
ДРАГО МИЛОШЕВИЋ⁶, ДАРКО ЈЕВРЕМОВИЋ²,
ДРАГАНА МИЛОШЕВИЋ⁷, ИВАНА СТАНКОВИЋ¹

С а ж е т а к. – Рад представља сажет преглед развоја истраживања биљних вируса у Србији од самог почетка, тридесетих година 20. века, па све до данашњих дана. Откриће биљних вируса везује се за 1898. годину када је Мартинус Бејеринк (Martinus Beijerinck), проучавајући мозаик дувана, указао на нови свет нећелијских инфективних агенаса (*contagium vivum fluidum*). Научне прилике у Србији су биле такве да су тек 40 година касније започела проучавања биљних вируса објављивањем рада Младена Јосифовића о мозаику, најштетнијој вирусној шљиве. После Другог светског рата, Драгољуб Шутић, Вељко Николић и Митар Јордовић уводе научне експерименталне методе у истраживања вирусоза, чиме суштински постављају темеље проучавања биљних вируса код нас. Бавећи се различитим областима биљне вирусологије у протеклих готово осам деценија, бројни вирусолози у нашој земљи остварили су значајна достигнућа, од којих ће најважнија бити истакнута у овом раду. Посебне заслуге за развој биљне вирусологије свакако припадају Драгољубу Шутићу, који је кроз целокупно научно стваралаштво и образовање многих научних и стручних кадрова, дао немерљив допринос унапређењу здравља биља. Развој биљне вирусологије у нашој земљи није зависио само

¹ Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, имејл: homemadeent@gmail.com

² Институт за воћарство, Чачак, имејл: saraunovic@institut-cacak.org

³ Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, имејл: ferenc.bagi@polj.edu.rs

⁴ Институт за повртарство, Смедеревска Паланка, имејл: mirche54@gmail.com

⁵ Институт за заштиту биља и животну средину, Београд,
имејл: miragavranstarovic@gmail.com

⁶ Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет, Чачак, имејл: dragom@kg.ac.rs

⁷ Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад,
имејл: draganamilosevic1980@gmail.com

од општег напретка ове науке у свету, већ у великој мери и од услова за развој научних истраживања. И поред релативно скромних услова који владају на научноистраживачкој сцени, рад биљних вирусолога у протеклом периоду подигао је квалитет истраживања трудећи се да достигне и не заостаје за квалитетом развијених земаља. Значајно искуство и знање стечено у деценијском раду у области биљне вирусологије били су, и сада су од непроцењивог значаја за пољопривредне произвођаче и њихову успешну производњу, за унапређење система и ефикасности карантинске и фитосанитарне службе и овлашћених дијагностичких лабораторија, испуњавање међународних фитосанитарних захтева у промету и размени биљног материјала и подизање угледа Србије. Иако је напредак биљне вирусологије у Србији покрио многе фундаменталне и практичне аспекте ове науке, очекује се наставак истраживања захваљујући развоју софистицираних техника молекуларне биологије и информационе технологије. Залог за сигурну будућност вирусологије у нашој земљи је свакако и образовање и оспособљавање младих истраживача.

Кључне речи: заштита биља, биљна вирусологија, историјски развој у Србији

УВОД

Фитопатогени вируси се сврставају у групу најдинамичнијих и најштетнијих патогена за које је широм света, небројено пута, доказано да могу уништити производњу осетљивих биљака домаћина и врло негативно утицати на еколошку слику и биодиверзитет у неком подручју. Непрестани демографски раст света и потреба да се становништво снабде природним производима и храном контролисаног квалитета, наметнули су потребу проучавања вирусних болести биљака. Осим практичног значаја у развијању успешних стратегија у сузбијању вируса и спречавању или умањењу штета изазваних вирусима, биљна вирусологија има и велики фундаментални значај у откривању биолошких, епидемиолошких и еволутивних законитости и појава.

Вирусолози се слажу да је историја вирусологије историја концептуалних и технолошких изненадних, драматичних и важних проналазака и открића иако је само мала фракција вируса у неизмерном свету вируса истражена. Мартинус Вилхелмус Бејеринк се сматра оснивачем биљне вирусологије, а 1898. – година објављивања његовог рада о *Contagium vivum fluidum* (жива заразна течност), како је назвао нови свет инфективних агенса, почетком науке о вирусима. Научне прилике у Србији су биле такве да су проучавања биљних вируса започела тек 40 година после открића вируса, тридесетих година прошлог века. Академик Младен Јосифовић има велике заслуге у конципирању и развоју заштите биља и фитопатологије. Захваљујући њему учињен је и први корак у развоју биљне вирусологије као научне дисциплине у нашој земљи објављивањем 1937. године научног рада који се односио на шарку шљиве, једну од најдеструктивнијих вирусних обољевања воћака [1].

Значајнији рад на вирусима биљака почео је тек после 1945. године, када су се јавили први специјализовани вирусолози, Драгољуб Шутић, Вељко Николић и Митар Јордовић, који су увели експерименталне научне методе у вирусолошка истраживања, чиме суштински постављају темеље развоја проучавања биљних вируса код нас. Посебне заслуге у образовању и формирању првих и многих следећих генерација вирусолога, припадају Д. Шутићу и В. Николићу. Место међу најистакнутијим фитопатолозима Србије, ова два научника заслужују због изванредних резултата у области вирусологије, бројних научних радова по чему су чувени и цењени широм света, богате уџбеничке литературе и поистовећивања развоја научне области са формирањем истраживачког кадра, односно са развојем и усавршавањем младих истраживача. Д. Шутић је утемељивач ове научне дисциплине у нашој земљи, оснивач је и први предавач предмета Вирозе биља, који је уведен као посебан курс 1968. године на Одсеку за заштиту биља и прехранбених производа Пољопривредног факултету у Београду. После Д. Шутића, наставу преузима Малиша Тошић, а затим Бранка Крстић. Данас на свим нивоима студија постоји већи број специјализованих и интердисциплинарних курсева. Проучавање биљних вируса започето је на Пољопривредном факултету у Новом Саду 1957. године. Утемељивач ове гране и први предавач био је В. Николић. Увођењем предмета Вирозе биљака 1963. године, дат је велики импулс за развој истраживачког рада на овом пољу. После В. Николића, наставу је преузео Стеван Јаснић, затим су повремено учешће имали Д. Шутић, М. Тошић и Милојко Ранковић, а данас наставу држи Ференц Баги. До данас, на Пољопривредном факултету у Земуну одбрањено је 30, а на Пољопривредном факултету у Новом Саду 6 докторских дисертација из области биљне вирусологије.

Бавећи се различитим областима биљне вирусологије у протеклих готово осам деценија, бројни вирусолози Пољопривредног факултета у Београду: Д. Шутић (1949–1984), М. Тошић (1959–1997), Милорад Бабовић (1959–2000), Звездана Пешић (1975–1982), Горан Делибашић (1983–), Б. Крстић (1986–), Гордана Стојановић (1979–2018), Наташа Дудук (1999–), Ивана Станковић (дев. Ђекић, 2010–), Ана Вучуровић (2012–) и Катарина Зечевић (дев. Милојевић, 2013–); Пољопривредног факултета у Новом Саду: В. Николић (1957–1980), С. Јаснић (1969–2007) и Ф. Баги (1994); Института за воћарство у Чачку: М. Јордовић (1951–1969), М. Ранковић (1964–2002), Светлана А. Пауновић (дев. Вуксановић, 1980–), Ивана Дулић-Марковић (1985–2001) и Дарко Јевремовић (2002–); Института за заштиту биља и животну средину у Београду: Димитријевић Божићар (1963–1985), М. Јордовић (1970–1988), Слободан Кузмановић (1985–), Мира Старовић (дев. Гавран, 1986–) и Иван Вучуровић (2015–); Института за повртарство у Смедеревској Паланци: Живојин Алексић (1953–1976) и Мирјана Мијатовић (1979–2014); Института за истраживања у пољопривреди „Србија”, Центра за кромпир у Гучи: Драго Милошевић (1984–2002); Агрономског факултета у Чачку: Д. Мило-

шевић (2005–); Института за ратарство и повртарство у Новом Саду: С. Јаснић (1997–2007); Андреј Мијавец (1989–1992) и Драгана Милошевић (дев. Петровић, 2005–); Института за кукуруз „Земун Поље” у Београду: Драгица Ивановић (1979–1998); Института за пољопривредна истраживања „Др Петар Дрезгић” у Сремској Митровици: Милосав Миловановић (1972–2002) и Драгица Јанковић (1987–2018); Пастеровог завода – Одељења за вирусологију биља у Новом Саду: В. Николић (1958–1963), Дејан Стакић (1961–1992) и С. Јаснић (1969–1992), остварили су значајна достигнућа, од којих ће најважнија бити истакнута у раду. Допринос су дали и многи истраживачи других грана биотехничких и природно-математичких научних области.

Обимна је листа вирусолошких проблема од економског значаја за биљну производњу која су била предмет истраживања, као и карантинских вируса праћених због све интензивније међународне трговине. Извршено је испитивање појаве и раширености вируса најважнијих ратарских, индустријских, повртарских и украсних биљака, биљака за сточну исхрану, воћака и винове лозе, као и њихова карактеризација, при чему је откривен знатан број нових вируса или сојева вируса за нашу земљу. У протеклом периоду, указано је и на значај примењених истраживања не само за решавање проблема у пракси, већ и за сам развој науке, као и на значај сарадње и повезивања истраживача различитих вирусолошких центара. Дobar пример пружио је Д. Шутић, који је испитивао шарку шљиве са истраживачима Института за воћарство у Чачку, вирусологију поврћа са истраживачима из Института за повртарство у Смедеревској Паланци, вирусологију шећерне репе са сарадницима Завода за селекцију шећерне репе у Алексинцу и стручњацима Института за пољопривредна истраживања „Др Петар Дрезгић” у Сремској Митровици. Вирусолози Србије дали су допринос свеобухватним научним прегледима савремене вирусологије у нашој земљи и свету у виду монографија, књига и уџбеника [2–11]. Велики је и број књига где су вируси и вирусологија биља обрађени и представљени као важна целина у оквиру свих фитопатогених организама и биљних болести уопште.

Развој вирусологије у Србији, као и у већини земаља, обухватао је неколико фаза: почетну дескриптивну (откривање и описивање бројних вируса), потом епидемиолошку (проучавање распрострањености, начина одржавања и ширења вируса), физичко-хемијску (проучавање морфолошких особина и хемијског састава вируса), молекуларно-биолошку (разумевање структуре и функције генома вируса, механизма репликације, унапређење старих и увођење нових метода детекције и идентификације вируса и њихових сојева, правилна таксономија вируса у складу са пореклом и еволутивним међуодносима). Због објективних разлога који су утицали на услове за развој научних истраживања у нашој земљи, вирусологија није у потпуности пратила развој кроз наведене фазе, те долази до извесног кашњења или преклапања фаза. Међутим, релативно скромни услови научноистраживачког рада нису онемогућили истраживаче да иновативно и креативно, кроз брзо усвајање но-

вих технологија молекуларне биологије и биоинформатике и кроз развијање нових идеја, одрже корак са вирусологијом развијених земаља, о чему говоре многобројне публикације у најпрестижнијим научним часописима, учествовање у међународним и националним научним пројектима и скуповима.

ПОЧЕТНА ДЕСКРИПТИВНА ФАЗА (1937–1940)

М. Јосифовић је 1937. године објавио прве податке о шарки шљиве [1]. Открића првих вирусоза и у другим земљама бивше Југославије указала су на њихову штетност и потребу да се детаљно приступи њиховом проучавању.

ПОЧЕТНИ ПЕРИОД ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ИСТРАЖИВАЊА (1946–1960)

Значајнији рад на вирусозама биља почео је после Другог светског рата, када су први вирусолози, Д. Шутић, В. Николић и М. Јордовић, започели експериментална вирусолошка истраживања. Такође, допринели су образовању нових научних, али и стручних кадрова из ове области. Вирусолози тог времена се с правом могу сматрати оснивачима посебне фитопатолошке школе која се заснива на идеји и експерименту.

У периоду од 1950. до 1961. године одбраћене су на Пољопривредном факултету у Београду и прве дисертације везане за вирусозе шећерне репе (В. Николић), малине (М. Јордовић) и паприке (Б. Делевић), под менторством М. Јосифовића. В. Николић је, осим што је оснивач фитопатологије и вирусоза биља на Пољопривредном факултету у Новом Саду, оснивач Одељења за биљне вирусозе Пастеровог завода у Новом Саду, а његова монографија „Вирусозе културних биљака” [2] прва је такве врсте у нашој земљи. М. Јордовић је у Институту за воћарство у Чачку 1951. године организовао вирусолошку лабораторију и започео интензивна истраживања вирусоза и вируса воћака, укључујући и први истраживачки пројекат на проучавању шарке шљиве и опсежна истраживања вирусоза малине [12].

ЕПИДЕМИОЛОШКА И ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКА ФАЗА (1960–1980)

У овом периоду јавља се много већи број специјализованих вирусолога: М. Тошић, М. Бабовић, Д. Стакић, Ж. Алексић, Б. Димитријевић, М. Ранковић, С. Јаснић, З. Пешић, и Д. Ивановић. Период карактеришу пре свега проучавања присуства вируса гајених биљака, испитивања начина одржавања и ширења, утврђивања утицаја на принос и оцена осетљивости биља-

ка, нпр. хибрида кукуруза према вирусном мозаику и сората шљиве према вирусу шарке, затим испитивања вируса коришћењем биотеста и диференцијалних сорти, проучавања физичких и особина пречишћених вирусних честица електронском микроскопијом, као и примена првих серолошких дијагностичких тестова (преципитација и дифузија у гелу). У овом раздобљу откривен је и описан велики број вирусних: кукуруза, пшенице, јечма, луцерке, шећерне репе, соје, дувана, тикава, пасуља, паприке, коштичавих и јабучастих врста воћака, малине и винове лозе. Учињен је значајан допринос разумевању вирусних и односа вируса са својим домаћинима, проучавањем распрострањености, симптоматологије, физичких особина и епидемиологије вируса луцерке [13] и пшенице [14], проучавањем епидемиологије вируса на кукурузу, нарочито преношење семеном и однос са векторима [15], паприке [16], утврђивањем сортне специфичности реакције шљиве према *Plum pox virus* (PPV) и утицаја на принос и квалитет плода [17], открићем лисних ваши вектора вируса, начина и брзине ширења вируса у засадима, дефинисањем технологије производње здравог садног материјала и мера спречавања даљег ширења [18], утврђивањем постојања сојева PPV [19], откривањем нових вирусних на виновој лози [20] и малини [12, 21] и селекцији на отпорност према новим вирусима пасуља [22]. У овом периоду утврђена је појава ризоманије као великог проблема у производњи шећерне репе, спроведена су интензивна истраживања, а као резултат етиолошких проучавања идентификован је као проузроковач обољења *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) [23] и почело се са испитивањем утицаја на принос сорти шећерне репе кроз успостављање пољских огледа [24]. Утврђена је могућност оздрављења дрвенастих воћака термотерапијом [25], пречишћени су сојеви PPV и произведена поликолонска антитела коришћена у серолошким агар-гел дифузионим тестовима за њихово доказивање [26].

УВОЂЕЊЕ НОВИХ МЕТОДА ЗА ДЕТЕКЦИЈУ И ИДЕНТИФИКАЦИЈУ (1980–2000)

Поред већ познатих и поменутих имена вирусологије, развија се и велики број нових вирусолога: М. Мијатовић, Г. Стојановић, С. А. Пауновић, Г. Делибашић, И. Дулић-Марковић, С. Кузмановић, М. Старовић, Б. Крстић, Драго Милошевић, А. Мијавец, М. Миловановић и Д. Јанковић. Научни радници посебно заслужни за развој вирусологије у овом периоду су М. Тошић, М. Ранковић, С. Јаснић и М. Бабовић.

У овом раздобљу, детаљнија проучавања вируса омогућена су увођењем нових серолошких техника. ELISA метода (enzyme-linked immunosorbent assay) за директну детекцију вируса у грубо екстрахованом соку биљака први пут је уведена у Институту за воћарство у Чачку кроз проучавање PPV [27] и латентних вируса јабуке, *Apple chlorotic leaf spot virus*

(ACLSV), *Apple stem grooving virusa* (ASGV) [28], а dot-blot и Western blot методе на Пољопривредном факултету у Београду кроз проучавање BNYVV [29] и *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) [30]. ELISA метода је почела да се користи за брзу и поуздану рутинску детекцију многих вируса, као што су вируси кромпира [31, 32, 33] и винове лозе [34, 35], што је омогућило идентификацију превалентних вируса и ефикасно праћење њихове распрострањености и ширења. Дијагностика вируса је унапређена и коришћењем молекуларних техника, као што је анализа dsRNK (*double-stranded RNA*), први пут примењена у проучавању етиологије деформације плодова дуње, чиме су откривени сојеви *Apple stem pitting virusa* (ASPV) [36] и вируса јагоде чиме је указано на постојање нових вируса за нашу земљу, као што је *Strawberry mild yellow edge potexvirus* [37, 38]. За проучавање вируса коришћена је и електронска микроскопија ради утврђивања морфолошких особина вирусних честица и анатомско-хистолошких промена заражених ткива [39, 40, 41].

У овом периоду, интензивно су истраживане вирусне економски значајне у производњи пољопривредног биља, а стечена сазнања су била предмет многобројних научних и стручних радова, докторских дисертација и саопштења дајући допринос не само утврђивању етиологије, него и разумевању патогенезе, епидемиологије вирусних обољења и предузимању мера сузбијања. За овај период везана је епидемијска појава мозаичне кржљавости кукуруза [42], а проучавањем различитих аспеката овог обољења бавио се већи број истраживача, од увођења нових дијагностичких метода и утврђивања етиологије [30], отпорности кукуруза [43] и отпорности генотипова сирка [44] према MDMV и утицаја на принос и друге производне карактеристике кукуруза [45]. Испитивана је раширеност *Barley yellow dwarf virus* и његов утицај на принос пшенице и јечма [46], као раширеност вируса дувана [47], епидемиологија вируса кромпира и мере спречавања ширења [48]. У току овог раздобља извршена је детекција присутних вируса јагоде и малине [38, 49], проучавана је епидемиологија вируса ризоманије шећерне репе [50], кромпира [48] и винове лозе [51], и дате су препоруке за спречавање њиховог ширења, детаљније проучавани одређени вируси, као што су ACLSV [52], *Prune dwarf virus* [53], *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) [30], некротични сој *Potato virus Y* [54] и *Grapevine Bulgarian latent virus* [55]. Доста се радило на испитивању осетљивости/отпорности генотипова у лабораторијским и пољским условима, као најважније мере борбе против вируса, па се већи број радова односи на толерантност шећерне репе на BNYVV [56], отпорност према *Lettuce mosaic virus* [57], паприке на *Tobacco mosaic virus* [58]. Откривене су сорте шљиве потпуно отпорне према PPV и њиховом планском хибридизацијом са толерантним сортама квалитетног плода, и потом циљаном селекцијом на отпорност добијени су отпорни хибриди, од којих су неки признати за нове сорте шљиве [59].

Велики допринос таксономији и номенклатури биљних вируса дао је М. Тошић, који је у сарадњи са истраживачима из САД-а и Аустралије,

применом аминотерминалне серологије и диференцијалних сорти сирка, издвојио и класификовао четири нове врсте вируса који су до тада сматрани сојевима једног истог вируса у оквиру SCMV подгрупе *Potyvirus* рода [60].

После успешног секвенционирања делова генома појединих вируса воћака и развијања специфичне и веома осетљиве молекуларне методе реверзне транскрипције и ланчане реакције полимеразе (RT-PCR) за дијагностику РНК вируса, наведена метода је уведена у Институту за воћарство 1997. године, у сарадњи са колегама из других институција, за дијагностику и проучавање PPV и идентификацију вируса јагоде и крушке [61, 62, 63].

МОЛЕКУЛАРНО-БИОЛОШКА ФАЗА (2000–2020)

Поред вирусолога поменутих у претходном периоду, велики допринос развоју ове фазе дали су и: Ф. Баги, Н. Дудук, И. Станковић, Д. Јевремовић, А. Вучуровић, И. Вучуровић, К. Зечевић, Д. Николић и Драгана Милошевић. У овом периоду велика пажња је посвећена истраживањима појаве и раширености одређених вируса на различитим домаћинима или вируса економски важних гајених биљака за нашу земљу. Посебно је унапређена дијагностика вирусних обољења применом специфичних молекуларних метода у детекцији и идентификацији вируса и њихових сојева, RT-PCR, IC-RT-PCR и PCR метода и секвенцирања делова генома. За овај период карактеристичан је интензивни рад у области биљног карантина, због тога што све интензивнија међународна размена и трговина биљним материјалом и производима доводи до брзог ширења карантинских, нових и егзотичних штетних организама, који након интродукције имају способност да заразе велики број биљака у новом окружењу. Посебан надзор над карантинским вирусима и виroidима спроводи се у складу са Програмом мера заштите здравља биља Управе за заштиту биља Министарства за пољопривреду, шумарство и водопривреду. Због актуелности, ризика и појаве карантинских вируса у најближем окружењу, листа вируса за праћење се сваке године ревидира како би се онемогућила интродукција вируса са посебним ризиком увозом семена, расада или садница. Проучавани су и различити аспекти епидемиологије вирусних обољења (преношење семеном, векторима, извори инокулума), а чему је допринела и карактеризација генетичке структуре популације економски важних вируса.

На Пољопривредном факултету у Новом Саду истраживања везана за овај период се односе на проучавање отпорности генотипова сирка према MDMV у лабораторијским и пољским условима ради одабира генотипова са вишим нивоом отпорности за ефикаснију селекцију према овом вирусу [64], раширености BNYYV [65] и утицаја *Onion yellow dwarf virus* на принос белог лука [66].

У Институту за заштиту биља и животну средину у Београду наставила су се истраживања вируса винове лозе и кромпира. Приликом утврђивања фитосанитарног статуса одабраних клонова подлога и аутохтоних сорти винове лозе, поред раније утврђених вируса, доказано је да увијеност лишћа изазивају три вируса *Grapevine leafroll-associated virus -1, -2, -3*, детектовани су *Grapevine fleck virus, Grapevine virus A* и *B* [67], а применом термотерапије и културе ткива произведене су безвирусне саднице подлога винове лозе [68]. Тестирањем семенског кромпира указано је на значајно повећање присуства *Potato virus S*, који је молекуларно окарактерисан, а испитана је и осетљивост више сорти кромпира. У циљу молекуларне карактеризације и филогенетске анализе секвенциран је цео геном изолата PVY пореклом из кромпира и утврђено је да је најдоминантнији сој овог вируса, некротични сој (PVY^{NTN}) [69].

У Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду спроведена су истраживања етиологије и распрострањености вируса пасуља [70]. Спроведена је и комплексна студија о вирозама паприке, која је донела нова сазнања пре свега о присуству и распрострањености вируса, а обављена је и молекуларна карактеризација најзначајнијих вируса: *Cucumber mosaic virus* (CMV) и PVY и *Pepper mild mottle virus* [71]. Након првог налаза *Turnip yellows virus* [72], истраживања су фокусирана на његово проучавање због све веће штетности обољења које изазива на уљаној репици и другим купусњачама.

У Институту за воћарство у Чачку битно је побољшана поузданост и брзина детекције вируса јабучастих воћака, ASPV и ASGV, увођењем RT-PCR методе, што је од непроцењивог значаја за процес сертификације садног материјала [73]. Утврђена је могућност оздрављења шљиве заражене са PPV хемотерапијом рибавирином у култури ткива *in vitro* [74]. У сарадњи са истраживачима из 6 земаља испитиван је генетички диверзитет ASPV, ASGV и ACLSV пореклом из Европе и Азије, дајући значајан допринос познавању велике варијабилности и груписања у посебне филогенетске кластере изолата ACLSV и ASPV [75].

У последње готово две деценије, истраживања PPV била су усмерена на примену молекуларних метода детекције и карактеризације сојева кроз више међународних пројеката. Примена сој-специфичних прајмера са циљаним секвенцама у два различита дела генома, и адаптација протокола за извођење IC-RT-PCR реакције омогућила је потпуну карактеризацију присутних сојева PPV у Србији [76]. Захваљујући овим истраживањима израђена је детаљна мапа дистрибуције сојева PPV-M, -D и -Res, како по локалитетима гајења, тако и по домаћинима. Утврђено је присуство мешаних инфекција и тиме указано на могућност појаве нових рекомбинантних изолата, посебно код шљиве.

Епидемиолошке карактеристике сојева шарке, PPV-D и PPV-Res, проучаване су у експерименталним засадама шљиве и кајсије кроз више-

годишње праћење ширења. Комбинацијом серолошких и молекуларних метода карактеризације вршено је испитивање просторног и временског ширења изолата и потврђени су резултати давнашњих огледа М. Јордовића који су били базирани само на визуелним прегледима и биолошким тестовима. Применом савремених метода филогенетске и генеалогске повезаности секвенци у потпуности је расветљена динамика ширења сојева и секвенционих варијанти PPV у засаду шљиве и потврђено веома ефикасно ширење PPV-Res соја путем биљних ваши. Идентификоване су врсте лисних ваши које посећују засаде шљиве и кајсије, њихова бројност и динамика лета, и међу њима је утврђено 12 врста потенцијалних вектора [77].

Све већи економски значај јагодастих врста воћака иницирао је наставак ранијих истраживања присуства и распрострањености вируса који заражавају ове врсте, пре свега малину и високожбунасту боровницу. У проучавању вируса малине уведене су молекуларне методе, развијене тек после 2000. године по секвенционирању делова генома ових вируса, чиме је повећана осетљивост, прецизност и брзина детекције. Захваљујући томе, потврђено је присуство неколико нових вируса малине код нас, *Raspberry leaf blotch virus*, *Rubus yellow net virus*, *Raspberry leaf mottle virus* и *Black raspberry necrosis virus* и потврђен висок генетички диверзитет изолата ових вируса [78]. Са експанзијом гајења високожбунасте боровнице у Србији започела су и прва истраживања вируса боровнице. Усвајајући светска сазнања и уводећи молекуларне методе за идентификацију ових вируса, истраживачи Института за воћарство су се прикључили малобројној групи светских вирусолога који проучавају вирусе боровнице. За кратко време спроведена су бројна истраживања којима је по први пут код нас потврђено присуство *Blueberry red ringspot virus* и *Blueberry mosaic virus* [79].

У истраживања вируса воћака уведена су и успешно примењена савремена софтверска решења за филогенетску и генеалогску анализу секвенци изолата. Потврђено је присуство бројних дивергентних изолата различитих вируса и утврђена еволутивна повезаност изолата проучаваних вируса присутних у Србији са изолатима из других земаља. По први пут у Србији, и међу веома ретким истраживањима ове врсте у свету, спроведене су анализе генеалогске повезаности изолата PPV које су употпуниле сазнања о карактеристикама просторног и временског ширења изолата који припадају различитим сојевима.

Захваљујући експертским знањима и стеченом искуству, последњих неколико година пружане су услуге надзора над здрављем биља за потребе Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде РС у оквиру кога је испитивано присуство карантинских и економски значајних вируса не само јагодастих врста воћака, већ и новоокарактерисаних вируса коштичавих воћака: *Little cherry virus-1* на трешњи, кајсији и шљиви и *Little cherry virus-2* на трешњи [80]. Такође, стечена научна сазнања, обученост и иску-

ство истраживача омогућили су и стварање основног, вирусима незараженог садног материјала шљиве и малине, који је признат од стране надлежног министарства.

Истраживања на Пољопривредном факултету у Београду укључују сталан, посебан надзор над карантинским и новим вирусима и виroidима, проучавање економски важних вируса појединих култура, као и детерминацију вирома економски значајних гајених култура. Да би дијагностика карантинских вируса била што ефикаснија развијени су погодни, брзи, специфични, високо осетљиви протоколи тестирања, који су истовремено економски прихватљиви и применљиви за анализу великог броја узорака, чиме је значајно повећана вероватноћа детекције. Вишегодишња истраживања карантинских и нових фитопатогених вируса у Србији, резултирала су са 30 првих налаза различитих вируса или нових домаћина одређених вируса за нашу земљу или свет, који су објављени као *News Item* или радови у врхунским међународним часописима у области фитопатологије [81, 82]. Неки од карантинских вируса који су детектовани у овом периоду су: *Tomato spotted wilt orthotospovirus*, *Pepino mosaic virus*, *Tomato infectious chlorosis virus* и *Impatiens necrotic spot orthotospovirus*, а успешно је обављено и пресретање *Potato spindle tuber viroid* и спречено уношење у нашу земљу. Добијени резултати, осим практичног значаја, дају и допринос обезбеђивању репозиторијума нових врста, биогеографије и низа домаћина биљних вируса у свету.

Током истраживања, било да су везана за одређени економски важан вирус или карантински, развијени су специфични протоколи тестирања, који укључују класичне (биотест и серологија) и молекуларне методе у циљу поуздане идентификације вируса. Успешно су уведене молекуларне технике (RT-PCR и RFLP – Restriction Fragment Length Polymorphism) и коришћење биоинформатичних програма за анализу генома вируса. За потребе унапређења фитосанитарног система развијен је протокол за прикупљање и молекуларно тестирање узорака биљака и семена парадајза на присуство ПерMV, као и две стандардне оперативне процедуре за фитопатолошке дијагностичке лабораторије са имплементацијом међународних стандарда у фитосанитарној области и развојем нових метода дијагностике за TSWV и *Alfalfa mosaic virus*. Истраживања су се односила и на утврђивање здравственог стања и нивоа заражености семена луцерке различитих категорија са AMV. Такође, увођење молекуларних метода и протокола омогућило је редовно праћење појаве, раширености и превалентности економски важних вируса појединих гајених култура у нашој земљи: дувана [83], луцерке [84], уљане тикве [85, 86], паприке [71], парадајза [87] и разних врста лукова [88], од којих нека представљају део дисертација младих истраживача. За сваку проучавану биљну врсту утврђена је листа вируса присутних у нашој земљи, одређени су економски важни и превалентни и дате смернице струци и пракси у ком правцу је потребно спроводити контролу обољења које ови вируси изазивају. RFLP метода нашла је своју примену у проучавању

хетерогености природне популације CMV, а у комбинацији са различитим биоинформатичким алатима утврђена је рекомбинантна и псеудорекомбинантна природа изолата CMV и њихов значај за нашу земљу [89].

Интензивна истраживања у овом периоду усмерена су и на вирусне украсних биљака, не само због штетности вируса у њиховој производњи, већ и због чињенице да круг домаћина вируса украсних биљака чине и важне повртарске биљке. У оквиру ових истраживања велика пажња посвећена је вирусима који се преносе инсектима из родова *Thrips* и *Bemisia* или који се неубичајено ефикасно преносе семеном [9, 90].

Велика пажња је посвећена истраживањима појаве и раширености TSWV који се налази у групи десет економски најважнијих вируса у свету. Током 2005. године започета су интензивна истраживања појаве и раширености овог карантинског патогена на парадајзу, паприци, дувану, украсним биљкама и другим домаћинима, како у заштићеном простору тако и на отвореном пољу. Испитивања су показала стално присуство и високу учесталост TSWV. Присуство вируса је доказано на великом броју повртарских, индустријских, украсних и коровских биљака. Утврђена је осетљивост/отпорност сората кромпира и улога кртола у преношењу овог вируса [91]. Допринос су дала и истраживања која су ишла у правцу елиминације TSWV из украсних биљака, а потом њихове регенерације [92].

Важан сегмент истраживања односи се на неке епидемиолошке аспекте, као што су преношење вируса семеном, одржавање вируса у коровским биљкама и преношење векторима. Многе недоумице у погледу епидемиологије обољења које изазива *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV), као најважнији вирус уљане тикве и других врежастих култура у нашој земљи, условиле су спровођење истраживања у правцу утврђивања начина његовог одржавања у природи, путева уношења у усев и даљег ширења у току вегетације [86]. Утврђивање бројности, диверзитета популације и динамике лета биљних ваши указало је на веома изражен диверзитет и велику варијабилност популације ваши код нас [93].

Анализа секвенци делова генома биљних вируса омогућила је осим молекуларне идентификације, и утврђивање структуре популације и генетичког диверзитета већег броја економски штетних (CMV, PVY, ZYMV, AMV, већег броја вируса разних врста лука и др.) и неких карантинских вируса (IYSV, TSWV, INSV, PepMV), чије је присуство потврђено у нашој земљи.

Проучавањем етиологије леталне некрозе усева парадајза и идентификацијом сателитне RNK (satRNA) удружене са CMV као узрока овог обољења, започета су детаљнија истраживања која су имала за циљ да се укаже на значај и упозори наша стручна јавност на могуће даље ширење CMV satRNA у Србији [87]. Истраживања последњих година омогућила су утврђивање новог вируса пшенице за нашу земљу, *Wheat dwarf virus*, који је 2019. године проузроковао епидемијско пропадање пшенице на целој тери-

торији Србије [94]. На основу међународне сарадње омогућено је увођење новог прилаза детекцији вируса применом технологије секвенцирања нове генерације (Next generation sequencing, NGS) [95].

ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

Иако је учињен напредак у биљној вирусологији у протеклом периоду, остаје велики распон још увек отворених и спорних питања, различитих тешкоћа и дилема у свим пољима изучавања вируса, који би водили развијању стратегија и мера које ће спречити или бар ублажити ефекте вирусних зараза.

Развојем технологија секвенцирања нове генерације (NGS) нагло је порасло откривање нових вируса и вириода, као и њихових нових домаћина. У односу на специфичне дијагностичке методе, обично усмерене на једну или неколико вирусних врста и које захтевају претходно знање о испитиваним вирусима, ове нове технологије као неспецифични приступи не захтевају посебно знање о вирусима. У досадашњим истраживањима у Србији доста се радило на увођењу брзих и поузданих дијагностичких метода, па имплементација и коришћење метода NGS-а, као дијагностичког алата представља нови изазов у истраживањима. Кључни проблем примене ове методе у будућности мора бити решавање питања значаја откривених вируса за биљку домаћина, као и појединачног и/или здруженог деловања свих вируса откривених у виromу биљака у развијању специфичног фенотипа болести. Такође, никако не би смела бити занемарена могућа интеракција вируса у мешаним заразама са другим врстама патогена, гљивама и бактеријама, која се све више открива последњих година.

Предмет будућих истраживања би требало да буде и развијање нових метода оздрављења биљака и очувања и одрживог коришћења до сада откривених отпорних и толерантних генетичких ресурса за даљи оплемењивачки рад на стварању отпорних и толерантних сората, као што су методе криотерапије и криопрезервације.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јосифовић, М. (1937): *Мозаик на шљиви*. Архив Министарства пољопривреде, 4: 131–143.
- [2] Николић, В. (1949): *Вирозе културних биљака*. Пољопривредно издавачко предузеће, Београд.
- [3] Шутић, Д. (1994): *Биљни вируси*. Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [4] Крстић, Б., Тошић, М. (1994): *Биљни вируси – неке особине и дијагноза*. Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.

- [5] Шутић, Д. (1995): *Вирозе биљака*. Институт за заштиту биља и животну средину, Београд.
- [6] Шутић, Д. (1995): *Ризоманија шећерне рејве*. Друштво за заштиту биља Србије, Београд.
- [7] Пауновић, С. (1997): *Инфективна деформација њлогова дуње*. Задужбина Андрејевић, Београд.
- [8] Šutić, D., Ford, R. E., Tošić, M. (1999): *Handbook of Plant Virus Diseases*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [9] Крстић, Б., Булајић, А. (2007): *Карантински вируси њоврћа и украсних биљака у заштитеном њросџору*. Пољопривредни факултет, Београд и Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, Београд.
- [10] Баги, Ф., Јаснић, С., Будаков, Д. (2016): *Вирозе биљака*. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [11] Крстић, Б., Станковић, И., Вучуровић, А. (2018): *Вирозе рајшарској, њоврћарској и украсној биља*. Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [12] Јордовић, М. (1963): *Проучавања економски најзначајнијих вироза малине у Јујославији*. Архив за пољопривредне науке, 51: 3–28.
- [13] Бабовић, М. (1969): *Вирозе луцерке у Јујославији*. Заштита биља, 102: 335–410.
- [14] Тошић, М. (1971): *Virus diseases in Serbia. I. Isolation and determination of Wheat streak mosaic virus (WSMV) and Brome mosaic virus (BMV)*. Phytopathologische Zeitschrift, 70: 145–162.
- [15] Тошић, М., Šutić, D. (1977): *Investigation of Maize mosaic virus transmission through corn seed*. Annales de Phytopathologie, 9: 403–405.
- [16] Јаснић, С. (1978): *Проучавање еџидемиологије вируса мозаика њарагајза на њајрици*. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [17] Јордовић, М., Јанда, Љ. (1963): *Морфолошке, анатомске и хемијске ѡромене на њловима неких сорѡа шљива заражених вирусом шарке шљиве*. Заштита биља, 76: 653–670.
- [18] Jordović, M. (1968): *Effect of sources of infection on epidemiology of sharka (plum pox) virus disease*. VII Europäisches Symposium für Viruskrankheiten der Obstbäume, Tagungsberichte, 97: 301–308.
- [19] Šutić, D., Jordović, M., Ranković, M., Festić, H. (1971): *Comparative studies of some sharka (Plum Pox) virus isolates*. Annales de Phytopathologie, 3: 185–195.
- [20] Димитријевић, Б. (1970): *Појава „увијеносџи лишћа” винове лозе (leafroll) у нашој земљи*. Заштита биља, 110–111: 373–377.
- [21] Јордовић, М., Димитријевић, Б., Ранковић, М. (1972): *Једна неџознаџа вироза малине*. Заштита биља, 117–118: 79–82.
- [22] Алексић, Ж. (1965): *Проучавање вироза њасуља са нарочијим осврџом на њоџребе селекције на оџџорносџи*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [23] Ивановић, Д. (1979): *Проучавање вируса некроџичној жуџила нерава шећерне рејве*. Магистарска теза, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [24] Миловановић, М., Шутић, Д., Тошић, М. (1978): *Уџицај кржљавосџи корена на њринос неких сорџи шећерне рејве*. Агрохемија, 11–12: 455–462.

- [25] Ранковић, М., Јордовић, М. (1972): *Нека искуства у примени термоинтерације у борби против вируса воћака*. Југословенско воћарство, 21/22: 813–819.
- [26] Ранковић, М. (1974): *Пречишћавање вируса шарке шљиве и особине пречишћених изолата*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [27] Ранковић, М., Вуксановић, С. (1981): *Ензимски имуноадсорпциони тест (ELISA) за доказивање вируса шарке*. Заштита биља, 155: 55–60.
- [28] Ранковић, М., Вуксановић, С. (1983): *Примена ензимског имуноадсорпционог теста (ELISA) у дијагнози вируса јабуке*. Заштита биља, 34: 257–264.
- [29] Крстић, Б. (1990): *Погодност неких метода за серолошко доказивање вируса некроичног жутила нерава реје*. Магистарски рад, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [30] Крстић, Б. (1992): *Упоредна проучавања вируса „У” труге, проузроковача мозаика кукуруза*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [31] Ранковић, М., Пауновић, С., Милошевић, Д. (1985): *Примена ЕЛИСА технике у производњи безвирусног семенског кромпира*. Зборник радова Завода за кромпир Гуча, 4–5: 73–80.
- [32] Ранковић, М., Вуксановић, С., Домановић, М. (1986): *Присуство вируса кромпира у криволама неких домаћих и иностраних сората кромпира*. Заштита биља, 175: 79–85.
- [33] Старовић, М. (1998): *Доказивање вируса кромпира тестирањем кривола*. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [34] Кузмановић, С., Гавран, М. (1992): *Методи и резултати добијања клонског вирусно инхираног лозног садног материјала*. Зборник научних радова. VI виноградарско-винарски конгрес Југославије, Врњачка Бања, Србија, 147–153.
- [35] Пауновић, С., Јевремовић, Д., Сретеновић, Д., Ристић, М., Сивчев, Б. (2007): *Утврђивање присуства вируса винове лозе у засадима и проранима*. Зборник резимеа. XIII симпозијум са саветовањем о заштити биља са међународним учешћем, Златибор, Србија, 58–59.
- [36] Рауповић, С. (1995): *Double stranded RNA associated with fruit deformation of quince*. Acta Horticulturae, 386: 45–50.
- [37] Дулић-Марковић, И., Ранковић, М., Чуљковић, Б., Стојковић, О., Ромац, С. (1998): *Доказивање вируса блавог жутила ивице листа јагоде у Југославији*. Заштита биља, 225: 257–265.
- [38] Дулић-Марковић, И. (1999): *Детекција и идентификација вируса јагоде*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [39] Миловановић, М. (1989): *О утицају вируса ризоманије на производне и аналитичко-хистолошке особине корена неких сорти шећерне реје*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [40] Пауновић, С. (1990): *Проучавање неких изолата вируса хлороичне лисне жутавости јабуке*. Магистарски рад, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [41] Крстић, Б., Тошић, М. (1994): *Цитоплазматске инклузије у ћелијама кукуруза заражене вирусима „У” труге*. У: Заштита биља данас и сутра. Шестовић, М.,

- Нешковић, Н., Перић, И. (ур.), Друштво за заштиту биља Србије, Београд, стр. 161–169.
- [42] Тошић, М., Крстић, Б., Јанковић, Д. (1990): *Епидемијска појава мозаичне кржљавости кукуруза у Југославији*. Заштита биља, 191: 81–93.
- [43] Ивановић, Д. (1990): *Опшорности кукуруза (Zea mays L.) према вирусу мозаичне кржљавости кукуруза*. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [44] Мијавец, А. (1989): *Проучавање опшорности јеношћива сирка Sorghum bicolor (L.) Moench према вирусу мозаичне кржљавости кукуруза*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [45] Јанковић, Д. (2005): *Ушћицај вирусној мозаика на ћинос кукуруза*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [46] Јаснић, С. М., Стакић, Д., Фалак, И. (1993): *Ушћицај вируса жуће паћуљавости јечма на ћорасћ и ћинос ћшенице и јечма*. Заштита биља, 203: 39–45.
- [47] Jasnić, S., Bagi, F., Berenji, J., Jelinčić, K., Mumović, J. (2000): *Distribution of tobacco viroses in the Vojvodina Province*. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 34: 67–76.
- [48] Милошевић, Д. (1995): *Епидемиологија вируса кромћира у различитим локалитетима Србије и моћћности сћречавања њиховој ширења*. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [49] Дулић-Марковић, И., Ранковић, М. (1997): *Вирусне болести малине у Југославији*. Југословенско воћарство, 119–120: 656–660.
- [50] Тошић, М. (1995): *Ризоманија шећерне репе: Симћћтоми, ећћиологија и паћћоћенеца*. У: Ризоманија шећерне репе. Шутић, Д. (ур.), Друштво за заштиту биља Србије, Београд, стр. 11–30.
- [51] Делибашић, Г. (1997): *Епидемиологија вируса винове лозе у СР Југославији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [52] Рауновић, С. (1988): *Properties of two apple chlorotic leaf spot virus isolates*. Acta Horticulturae, 235: 39–47.
- [53] Дулић, И. (1991): *Својсћива вируса кржљавости Prunusa (Prune dwarf virus) – изолаћћа из брескве*. Магистарски рад, Факултет пољопривредних знаности у Загребу.
- [54] Милошевић, Д. (1994): *Проучавање појаве и узрочника ћрсћенасће некрозе крћћола кромћира*. У: Заштита биља данас и сутра. Шестовић, М., Нешковић, Н., Перић, И. (ур.), Друштво за заштиту биља Србије, Београд, стр. 187–196.
- [55] Кузмановић, С. (1995): *Проучавање бућарској паћћенћној вируса винове лозе*. Магистарска теза, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [56] Миловановић, М. (1995): *Толеранћне сорћће шећерне репе и груће мере зашћћиће од ризоманије*. У: Ризоманија шећерне репе. Шутић, Д. (ур.), Друштво за заштиту биља Србије, Београд, стр. 87–104.
- [57] Мијатовић, М., Тошић, М., Обрадовић, А., Здравковић, Ј., Маринковић, Н. (1994): *Исћћићивање реакције неких сорћћа и линћја салаћће према вирусу мозаика салаћће (Lettuce mosaic virus)*. У: Заштита биља данас и сутра. Шестовић, М., Нешковић, Н., Перић, И. (ур.), Друштво за заштиту биља Србије, Београд, стр. 197–205.

- [58] Мијатовић, М. (1995): *Проучавање отпорности јабуке према вирусу мозаика дувана*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [59] Ranković, M., Ogašanić, D., Paunović, S. (1994): *Breeding of plum cultivars resistant to sharka (plum pox) disease*. Acta Horticulturae, 359: 69–74.
- [60] Shukla, D. D., Jilka, J., Tošić, M., Ford, R. E. (1992): *A novel approach to the serology of potyvirus involving affinity purified polyclonal antibodies directed towards virus-specific N termini of coat proteins*. Journal of General Virology, 69: 1497–1508.
- [61] Дулић-Марковић, И., Чуљковић, Б., Ромац, С., Вукосавић, С., Стојковић, О., Ранковић, М. (1998): *Примена методе ланчане реакције полимераза за доказивање вируса шарке*. Заштита биља, 225: 265–273.
- [62] Dulić-Marković, I., Ranković, M., Converse, R. H. (1998): *Occurrence of strawberry viruses in Yugoslavia*. Acta Horticulturae, 471: 35–38.
- [63] Paunović, S., Maksimović, V., Ranković, M., Radović, S. (1999): *Characterization of a virus associated with pear stony pit in cv. Wurttemberg*. Journal of Phytopathology, 147: 695–700.
- [64] Баги, Ф., Берењи, Ј., Јаснић, С., Стојшин, В. (2004): *Отпорност јеношійова сирка мејлаша према вирусу мозаичне кржљавосији кукуруза*. Пестициди и фитомедицина, 19: 167–172.
- [65] Јаснић, С., Баги, Ф., Стојшин, В., Јелинчић, К. (2006): *Појава и распрострањеност вируса некројичној жујиила нерава шећерне реје у Војводини*. Зборник Матице српске за природне науке, 110: 85–89.
- [66] Bagi, F., Stojšin, V., Budakov, D., Moh. A. El Swaeh, S., Gvozdanović-Varga, J. (2012): *Effect of Onion yellow dwarf virus (OYDV) on yield components of fall garlic (Allium sativum L.) in Serbia*. African Journal of Agricultural Research, 7: 2386–2390.
- [67] Ivanović, Ž., Kuzmanović, S., Trkulja, N., Živković, S., Stojanović, S., Starović, M. (2006): *DTBA and ELISA methods in detection of Grapevine leafroll-1 virus*. Zaštita bilja, 255–258: 69–79.
- [68] Mandić, B., Ivanović, Ž., Susca, L., Bottalico, G., Starović, M., Jakšić, D., Kuzmanović, S., Ivanišević, D., Gavrilović, V., Korać, N., Digiario, M., La Notte, P. (2009): *Clonal selection and sanitary status of local grapevine germplasm in Serbia*. Le Progrès Agricole et Viticole. H SI: 60–61.
- [69] Ristić, D., Vučurović, I., Kuzmanović, S., Milošević, D., Gašić, K., Dolovac, N., Starović, M. (2016): *Molecular characterization of Potato virus Y inducing potato tuber necrotic ringspot disease in Serbia*. Genetika, 48: 487–496.
- [70] Петровић, Д. (2008): *Распрострањеност вируса пасуља у Војводини*. Магистарска теза, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- [71] Милошевић, Д. (2013): *Диверзијет и карактеризација вируса јабуке у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [72] Milošević, D., Marjanović-Jeromela, A., Ignjatov, M., Jovičić, D., Stanković, I., Bulajić, A., Krstić, B. (2015): *First report of Turnip yellow virus on oilseed rape in Serbia*. Plant Disease, 99: 1869.
- [73] Paunović, S., Jevremović, D. (2008): *Comparative results of detection of pome fruit viruses by different methods*. Acta Horticulturae, 781: 147–153.

- [74] Paunović, S., Ružić, Đ., Vujović, T., Milenković, S., Jevremović, D. (2007): *In vitro production of plum pox virus – free plums by chemotherapy with ribavirin*. Biotechnology and Biotechnology Equipment, 21: 417–421.
- [75] Gadiou, S., Kundu, J. K., Paunovic, S., Garcia-Diez, P., Komorowska, B., Gopodaryk, A., Handa, A., Massart, S., Birisik, N., Takur, P. D., Polischuk, V. (2010): *Genetic diversity of Flexiviruses infecting pome fruit trees*. Journal of Plant Pathology, 92: 685–691.
- [76] Јевремовић, Д. (2008): *Молекуларна карактеризација и генетичка структура изолата вируса шарке шљиве (Plum pox virus) у Србији*. Магистарска теза, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [77] Јевремовић, Д. (2012): *Распрострањеност PPV-D и PPV-Rec сојева вируса шарке шљиве (Plum pox virus) у Србији и динамика њиховој ширења у засаду шљиве*. Докторска дисертација. Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [78] Jevremović, D., Leposavić, A., Paunović, S. A. (2019): *Genetic diversity of Raspberry leaf blotch emaravirus in red raspberries from Serbia*. Spanish Journal of Agricultural Research, 17: e1004.
- [79] Jevremović, D., Leposavić, A., Paunović, S. (2016): *Incidence of viruses in highbush blueberry (Vaccinium corymbosum L.) in Serbia*. Pesticidi i fitomedicina, 31: 45–50.
- [80] Paunović, S. A., Jevremović, D. (2019): *Occurrence and characterization of Little cherry virus-1 in Serbian sweet cherry and apricot trees*. Book of Abstracts. VIII Congress on Plant Protection, Zlatibor, Serbia, 169–170.
- [81] Bulajić, A., Đekić, I., Jović, J., Krnjajić, S., Vučurović, A., Krstić, B. (2009): *Incidence and distribution of Iris yellow spot virus on onion in Serbia*. Plant Disease, 93: 976–982.
- [82] Stanković, I., Vučurović, A., Zečević, K., Petrović, B., Ristić, D., Vučurović, I., Krstić, B. (2020): *Occurrence and molecular characterization of Impatiens necrotic spot tospovirus in ornamentals in Serbia*. Journal of Plant Pathology, 102: 787–797.
- [83] Stanković, I., Bulajić, A., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Berenji, J., Krstić, B. (2011): *Status of tobacco viruses in Serbia and molecular characterization of Tomato spotted wilt virus isolates*. Acta Virologica, 55: 337–347.
- [84] Vučurović, A., Stanković, I., Bulajić, A., Krstić, B. (2016): *Statistical modeling of Alfalfa mosaic virus detection in alfalfa seed*. Book of Abstracts. Joint EFSA-EPPO Workshop: Modelling in plant health – how can models support risk assessment of plant pests and decision-making?, Parma, Italy, 68.
- [85] Дудук, Н. (2008): *Идентификација, молекуларна карактеризација и начини преношења вируса тајених биљака фамилије Cucurbitaceae у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [86] Vučurović, A., Bulajić, A., Stanković, I., Ristić, D., Berenji, J., Jović, J., Krstić, B. (2012): *Non-persistently aphid-borne viruses infecting pumpkin and squash in Serbia and partial characterization of Zucchini yellow mosaic virus isolates*. European Journal of Plant Pathology, 133: 935–947.
- [87] Николић, Д. 2018: *Диверзијет и карактеризација вируса парадајза у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [88] Вучуровић, И. (2019): *Диверзијет врста и молекуларна карактеризација иревалентних вируса инфективних за врсте рога Allium у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.

- [89] Милојевић, К. (2016): *Биолошка и молекуларна карактеризација вируса мозаика крастијавца (Cucurbit mosaic virus) у Србији*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет.
- [90] Stanković, I., Bulajić, A., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Nikolić, D., Krstić, B. (2013): *First report of Tomato spotted wilt virus on chrysanthemum in Serbia*. Plant Disease, 97: 150.
- [91] Bulajić, A., Stanković, I., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Ivanović, M., Krstić, B. (2014): *Tomato spotted wilt virus – Potato Cultivar Susceptibility and Tuber Transmission*. American Journal of Potato Research, 91: 186–194.
- [92] Milošević, S., Subotić, A., Bulajić, A., Djekić, I., Jevremović, S., Vučurović, A., Krstić, B. (2011): *Elimination of TSWV from Impatiens hawkerii Bull. and regeneration of virus-free plant*. Electronic Journal of Biotechnology, 14. <http://dx.doi.org/10.2225/vol14-issue1-fulltext-5>.
- [93] Vučurović, A., Stanković, I., Petrović-Obradović, O., Radonjić, A., Bulajić, A., Krstić, B. (2017): *Triple interaction: Oilseed pumpkin, Aphid-borne viruses and aphids in Serbia, a case study*. Book of Abstracts. 2nd Annual Meeting of the COST action CAMO Interactions (FA1405), Ljubljana, Slovenia, 46.
- [94] Станковић, И., Зечевић, К., Вучуровић, А., Петровић, Б., Ристић, Д., Вучуровић, И., Јанковић, Д., Делибашић, Г., Крстић, Б. (2019): *Заступљеност и диверзитет вируса њшенице у Србији*. Зборник резимеа радова. 16. симпозијум о заштити биља у Босни и Херцеговини, Мостар, Босна и Херцеговина, 37–38.
- [95] Vučurović, A., Kutnjak, D., Mehle, N., Bulajić, A., Stanković, I., Krstić, B., Ravnikar, M. (2018): *New approach in plant virus detection in Serbia*. Book of abstracts. Final Meeting of COST-DIVAS Action “HTS Technologies for the study and diagnostic of plant viruses”, Liège, Belgium, 27.

Branka Krstić, Svetlana Paunović, Stevan Jasnić, Ferenc Bagi, Mirjana Mijatović,
Mira Starović, Slobodan Kuzmanović, Goran Delibašić, Drago Milošević,
Darko Jevremović, Dragana Milošević, Ivana Stanković

PLANT VIROLOGY IN SERBIA – ACCOMPLISHMENTS, DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND SIGNIFICANCE FOR PLANT HEALTH IMPROVEMENT

S u m m a r y

This is a concise review of the progress of plant virus research in Serbia from its very beginning in the 1930s until the present day. The discovery of plant viruses dates back to 1898 when Martinus Beijerinck, investigating the tobacco mosaic disease, pointed to a new world of non-cellular infectious agents (*contagium vivum fluidum*). Research circumstances in Serbia were such at the time that studies of plant viruses really began only some 40 years later with Mladen Josifović's reports on mosaic, the most devastating viral disease of plum. After WWII,

experimental methods for virus research were introduced by Dragoljub Šutić, Veljko Nikolić and Mitar Jordović, laying a foundation for studies of plant viruses in our country. Over the past nearly eight decades, numerous Serbian virologists have made significant contributions to various fields of plant virology, and the most important among them are highlighted in this paper. Dragoljub Šutić was undoubtedly a plant virologist of extraordinary merits in our country. His entire scientific career and education of many scientists and professionals have made an outstanding contribution to the advancement of plant health protection. The progress made in plant virology in our country did not depend only on global progress in that science around the world, but also significantly on conditions existing for scientific research in Serbia. Scientists have raised the quality of plant virus research over the past period, trying to keep the pace with achievements in developed countries, despite relatively limited resources that are available on the Serbian scientific research scene. Significant knowledge and experience gained over decades of work in the field of plant virology have been invaluable to farmers helping them improve their production, enhancing the system and efficiency of plant quarantine and phytosanitary services, as well as authorized diagnostic laboratories, in order to meet phytosanitary requirements in international trade and exchange of planting material, and so to build up Serbia's reputation as a partner. Although plant virology in Serbia has advanced in many fundamental and practical aspects of this science, future research is expected to rely on sophisticated techniques of molecular biology and information technology. The force that drives forward plant virology in our country is certainly the education and training of generations of new researchers.

Keywords: plant protection, plant virology, historical development in Serbia