

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области
биотехничких наука

32/9-6.1.

(Број захтева)

29.06.2022.

(Датум)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Ефикасност примене беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Пољопривредна техника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1.

Биљана, Дејан, Бошковић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета,
студијски програм):

Универзитет у Београду

Пољопривредни факултет, Пољопривреда

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2019.

4. Година уписа на докторске студије: 2019/2020.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Пољопривредне науке, модул Пољопривредна техника

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме првог ментора: др Милош Пајић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G., Dudic, B. (2020): The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. *Agriculture*, 10(8), 347. DOI:10.3390/agriculture10080347
2. Nedić, N., Gojak, M., Zlatanović, I., Rudonja, N., Lazarević, K., Dražić, M., Gligorević, K., Pajić, M. (2020): Study of vacuum and freeze drying of bee honey. *Thermal Science*, 24(6), 4241-4251. DOI:10.2298/TSCI200317194N
3. Curovic, M., Stijovic, A., Spalevic, V., Dudic, B., Pajic, M. (2020): Structural characteristics of the mixed spruce-fir-beech forests on Mountain Bjelasica in Montenegro. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1699-1708. DOI:10.15835/nbha48311992
4. Nikolic, G. Spalevic, V., Curovic, M., Darvishan, A.K., Skataric, G., Pajic, M., Kavian, A., Tanaskovik, V. (2019): Variability of soil erosion intensity due to vegetation cover changes: Case study of Orahovacka Rijeka, Montenegro. *Not.Bot. Horti.Agrobo.* 47(1), 237-248. DOI:10.15835/nbha47111310
5. Pajić, V., Vujičić Stanković, S., Stanković, R. and Pajić, M. (2018): Semi-automatic extraction of multiword terms from domain-specific corpora. *The Electronic Library*, 36(3), 550-567. DOI:10.1108/EL-06-2017-0128

Име и презиме другог ментора: др Весна Кандић

Звање: виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Blažić, M., Dodig, D., kandić, V., Đokić, D., Živanović, T. (2021): Genotypic variability of root and shoot traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) at seedling stage. *Genetika* 53 (2), 687-702. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR2102687B>
2. Ivanović, D., Dodig, D., Đurić, N., Kandić, V., Tamindžić, G., Nikolić, N., Savić, J. (2021): Zinc biofortification of bread winter wheat grain by single zinc foliar application. *Cereal Research Communications*, 49: 673–679- DOI: <https://doi.org/10.1007/s42976-021-00144-2>
3. Dodig, D., Kandic, V., Zoric, M., Nikolic-Djoric, E., Tancic-Zivanov, S., Perovic, D. (2020): Response of kernel growth of barley genotypes with different row type to climatic factors before and after inflection point of grain filling. *Fields Crops Research*, Vol. 255, Article Number 107864. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107864>
4. Kandic, V., Dodig, D., Secanski, M., Prodanovic, S., Brankovic, G., Titan, P. (2019) Grain yield, agronomic traits, and protein content of two- and six-row barley genotypes under

terminal drought conditions. Chilean journal of agricultural research, 79(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000400648>

5. Dodig, D., Rančić, D., Vucelić Radović, B., Zorić, M., Savić, J., Kandić, V., Pećinar, I., Stanojev, S., Šešlija, A., Vassilev, D., Pekić-Quarrie, S. (2017): Response of wheat plants under post-anthesis stress induced by defoliation: II. Contribution of peduncle morphoanatomical traits and carbon reserves to grain yield. The Journal of Agricultural Science, 155(3), 475-493. DOI:10.1017/S0021859616000551

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 29.06.2022. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Живковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/9-6.1.
Датум: 29.06.2022. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 51. и 52. Правилника о правилима докторских академских студија и члана 44. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 29.06.2022. године, донело је

ОДЛУКУ

I ПРИХВАТА СЕ тема докторске дисертације коју је поднела **БИЉАНА БОШКОВИЋ, мастер** и одобрава израда дисертације под насловом: **«ЕФИКАСНОСТ ПРИМЕНЕ БЕСПИЛОТНЕ ЛЕТЕЛИЦЕ У ХЕМИЈСКОЈ ЗАШТИТИ ПШЕНИЦЕ».**

II За првог ментора се именује др Милош Пајић, ванредни професор Универзитета у Београду - Пољопривредног факултета.

За другог ментора се именује др Весна Кандић виши научни сарадник Института за кукуруз „Земун Поље“ у Београду.

III На одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

Образложење

Наставно-научно веће факултета разматрало је и усвојило Извештај о позитивној оцени научне заснованости теме докторске дисертације коју је поднела Биљана Бошковић, мастер.

Наставно-научно веће факултета је приликом доношења одлуке оцењивало да ли је реч о оригиналној идеји и да ли је тема од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

Сходно изнетом одлучено је као у диспозитиву.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, менторима, Институту за пољопривредну технику, Студентској служби и архиви.

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Број:

Дана 24.05.2022. године

Београд - Земун

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА

Предмет: *Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Биљане Бошковић, мастер инж.*

На основу члана 44. Став 1. Правилника о правилима докторских студија Пољопривредног факултета, а на предлог одговарајућег већа катедре и мишљење одговарајућег наставно-научног већа института, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 27.04.2022. године донело је одлуку бр. 32/7-4.4. да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Биљане Бошковић, мастер инж. под насловом:

„Ефикасност примене беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице“.

Кандидаткиња је дана 04.05.2022. године одбранила пријављену тему докторске дисертације (Одлука број 21/6 од 01.04.2022. године). Председник Комисије др Милош Пајић, ванредни професор, (Одлука број: 22/296) подноси

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и дисертацији

1.1 Биографија кандидата

Мастер инж. Биљана Д. Бошковић, рођена је 21.06.1994. године у Крушевцу. Основну школу је завршила у Плешу, Александровац, а средњу школу Гимназију, информатички смер, у Врњачкој Бањи. Пољопривредни факултет у Београду, одсек – Пољопривредна техника је уписала 2013. године, који је завршила 2017. године са просечном оценом 9,42 и оценом 10 на дипломском испиту. Школске 2017/2018. године уписала је мастер академске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду на одсеку за Пољопривредну технику. Мастер рад под називом „Техничка исправност машина за хемијску заштиту биља воћарско-виноградарске производње на газдинству ПИК Јужни Баната из Беле Цркве“, одбранила је 30.09.2019. године са оценом 10 и оствареном просечном оценом током студија 10,00. Докторске академске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, студијски програм Пољопривредне науке, модул Пољопривредна техника, уписала је школске 2019/2020. године и до сада је на студијама остварила укупно 150 ЕСПБ бодова.

Након дипломирања (27.09.2017.) радила је на факултету као студент демонстратор, где је изводила вежбе из предмета: “Механизација воћарско- виноградарске производње”

на студијском програму Пољопривредна техника и из предмета “Машине у заштити биља” на студијском програму Фитомедицина. У компанији „Green Energy Group Int”, д.о.о., је обављала послове технолога воћарства и одржавање механизације од 01.07.2018. до 27.3.2019. године. Од 28.03.2019. године Биљана је запослена на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, на Институту за пољопривредну технику, у звању сарадник у настави, где изводи вежбе на предметима: “Механизација у пољопривреди” на студијском програму Агроекономија, “Машине у заштити биља” на студијском програму Фитомедицина, “Механизација воћарско-виноградске производње” на студијском програму Биљна производња, “Механизацију у мелиорацијама” на студијском програму Мелиорације земљишта, “Увод у биотехнички и информациони инжењеринг” на студијском програму Биотехнички и информациони инжењеринг. Дана 30.01.2020. године, Биљана је изабрана у звање асистента.

Биљана Бошковић је током рада на факултету објавила једанаест научних и стручних радова, заједно са другим коауторима. Учествовала је у изради три елебората о извршеним испитивањима машина за заштиту биља. Биљана је била део факултетског тима за представљање и промоцију на Фестивалу науке (2014.), члан је организационог одбора међународног научног скупа „*International Symposium on Agriculture Engineering*“ који се одржао 2019. и 2021. године, као и члан организационог одбора међународног научног скупа „*The Third International Students' Scientific Conference - Multidisciplinary Approach to Contemporary Research - Cultural and Industrial Heritage*“ који се одржао 2019. године. Током 2021. године обавила је тромесечну студентску размену у Марибору (Словенија) на *Факултету за кметијство и биосистемске веде*. Биљана је током 2021. године похађала курс за управљање беспилотним летелицама, где је успешно положила испит и добила сертификат за управљање беспилотним летелицама издат од Директората за цивилно ваздухопловство Републике Србије.

1.2 Предлог теме докторске дисертације

Предложен наслов теме докторске дисертације **„Ефикасност примене беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице“**, је усклађен са предвиђеним програмом истраживања. Кроз наслов се јасно уочава предмет истраживања, као и сам циљ тезе.

2. Предмет и циљ дисертације

2.1 Предмет и програм истраживања

Пшеница је једна од најважнијих ратарских култура са изузетним привредним значајем. По значају у ратарској производњи, пшеница у Србији заузима друго место, док у развијеним земљама заузима треће место. Од укупне производње пшенице око 53% у развијеним земљама се користи за исхрану људи, а у земљама које су у развоју око 85% (Рена, 2007). На основу података Републичког завода за статистику, површине засејане под пшеницом у Републици Србији у 2021. години износиле су 600.104 ha, уз остварену годишњу производњу од 3.537.896 t и просечан принос од 5.895 t ha⁻¹.

Да би се обезбедила неометана, стабилна и економична производња пшенице потребно је смањити утицај ограничавајућих фактора. На квалитет и принос пшенице утичу многобројни фактори, а најзаступљенији су: клима, одабир сорти, агротехничке мере, а једна од значајних агротехничких мера је правовремено и правилно изведена хемијска заштита (Roljević, 2014).

За спречавање утицаја болести, штеточина и корова неопходно је правилно и у што краћем временском року извршити апликацију пестицида (Urošević et al., 2016). Неуједначена примена пестицида може довести до већег загађења животног окружења и већих трошкова пољопривредне производње (Al-Gaadi et al., 1998). Хемијска заштита биља је једна од важних, можда и пресудних агротехничких мера на квалитет и принос ратарских култура. Добром и правилно спроведеном хемијском заштитом може се у значајној мери утицати на појаву и интензитет болести, штетних инсеката и корова на гајеном усеву, па тиме и на обим хемијске заштите. Што је хемијска заштита изведена боље и правовремено, мање су потребе за додатним хемијским мерама, а сама заштита је успешнија. Пресудан фактор на ефекат хемијске заштите ратарских култура јесте одабир одговарајућег препарата, адекватно време примене и његова правилна апликација, односно одабир одговарајућих техничких система за апликацију (Pajić et al., 2019).

У Србији се хемијска заштита пшенице најчешће изводи применом ратарских прскалица. На основу података о попису механизације из 2012. године постоји укупно 138.084 ратарских прскалица. У тај број урачунате су све прскалице без обзира на начин агрегатирања за трактор и капацитет резервоара ратарских прскалица којим се изводи третирање гајених биљака. Процентуална заступљеност прскалица старијих од десет година у укупном броју прскалица у Републици Србији износи 82% (RZS, 2012). Проблем старости пољопривредне механизације у Републици Србији, која не само да не може да омогући правилно извођење агротехничких мера, већ у великој мери угрожава безбедност лица која их изводе, и са последицама на животну средину. Податак о старости прскалица указује на то да се хемијска заштита, као неопходна агротехничка мера, код нас изводи непоузданим техничким системима који могу озбиљно угрозити саму производњу. Подаци указују на то да квалитет хемијске заштите зависи од вештине самог руковаоца. Примена наведених ратарских прскалица може довести до изложености руковаоца отровним хемикалијама и прекомерног загађења животне средине.

Улога ратарске прскалице је да обезбеди депозицију пестицида на циљану површину, чиме се постиже ефикасна контрола корова, биљних болести, инсеката и других штеточина. Прецизна дистрибуција пестицида подразумева: равномерну расподелу формираних капи, употребу малих норми третирања, уз постизање оптималних брзина кретања прскалице, што се одражава на повећање учинка машина и смањење трошкова (Đukić et al., 2001). Правилна примена пестицида је од кључне важности у успешној, савременој производњи ратарских култура. Најважнији фактори ефикасне хемијске заштите биља су равномерна површинска расподела заштитног средства и задата норма третирања.

Неконтролисано и нестручно коришћење машина за примену пестицида често је узрок нежељених последица по биљни и животињски свет, живот и здравље људи и природу у целини. Лоша изведена апликација пестицида има за последицу смањење продуктивности и квалитета плодова, нерационално трошење пестицида, што доводи до загађења животне околине, а представља и финансијски губитак. Зато је правилно коришћење техничких система од посебног значаја за економску оправданост процеса примене пестицида (Urošević et al., 2016). Избор опреме и техничких средства са којим ће се применити хемијска заштита је веома важан фактор, коме се приступа опрезно и стручно.

Процењује се да се на годишњем нивоу у Свету користи око 3.000.000 t пестицида за сузбијање болести, штеточина и корова на усевима (Pimentel et al., 2009). Таложење и испирање примењених пестицида представља опасност како за животну средину тако и за подземне воде. Након више истраживања, утврђено је да чак 40% усева током хемијске

заштите неједнако заштићено, као и то да је 40% усева правовремено заштићено (Peshin et al., 2009). Средства за хемијску заштиту биља треба примењивати са највећом ефикасношћу на адекватан начин, према потребама усева како би се избегло загађење животне средине и смањили трошкови. Овакав начин примене може резултирати уштедом до 5% на количини примењених пестицида (Hussain et al., 2019).

Интезивна пољопривредна производња даје велики значај примени пестицида, односно све већи захтеви који се постављају пред пољопривредну производњу захтевају примену савремених машина за апликације пестицида. Из наведених разлога је као алтернативно решење конструисана самоходна прскалица опремљена са хоризонталним гранама на којима се налазе распрскивачи. Поменуте машине имају релативно већу ефикасност у раду, бољу, интезивнију и квалитетнију заштиту руковаоца од штетних хемикалија и бољу дистрибуцију и депозицију заштитног средства (Sánchez-Hermosilla et al., 2012). Проблем који се појавио у примени самоходних прскалица огледа се у виду неповољне конфигурације терена и бројности газдинстава са уситњеним парцелама. Овакве специфичности локалитета на којима се обавља пољопривредна производња ограничавају употребу самоходних прскалица у Србији, али и у осталим земљама које имају сличне конфигурације и структуре производних површина. У последњој деценији, у циљу превазилажења наведених недостатака употребе самоходних прскалица, развијене су беспилотне летелице (УАВ)¹ за хемијску заштиту. У поређењу са пољопривредним авионима са посадом, беспилотним летелицама није потребна навигациона станица или аеродром, а увратине на парцелама могу бити место за полетање и слетања беспилотних летелица (Xiongkui et al., 2017). Беспилотне летелице имају кратак радијус окретања, што их чини погодним за рад на неравном терену и малим парцелама уз високу ефикасност (Qin et al., 2016). У поређењу са конвенционалним машинама за заштиту ратарских усева, беспилотне летелице захтевају мањи интензитет рада, руковаоц није изложен пестицидима и имају већу радну ефикасност, посебно на неравном терену и малим парцелама (Wang et al., 2017).

Последњих година, у Кини су спроведена бројна истраживања на тему примене беспилотних летелица у хемијској заштити биља. Истраживања су фокусирана углавном на ефекте радних параметра, дистрибуцију заштитне течности и биолошку ефикасност, што представља корисну основу за даља истраживања и усавршавања беспилотних летелица и њихову примену у хемијској заштити. Zhang et al., (2012) су у свом истраживању примењивали термалне камере за проучавање дистрибуције заштитне течности при хемијској заштити кроз температурни градијент и дошли до закључка да технологија термалног снимања може тачно да покаже каква је дистрибуција заштитне течности.

При различитим висинама лета, беспилотне летелице имају различит утицај на квалитет изведене хемијске заштите (Qin et al., 2016). Узимајући у обзир променљиве резултате, Gao (2013) је предложио да беспилотне летелице при примени у хемијској заштити пажљиво тестирају како би се осигурала тачност наношења заштитног средства. Предложено је летење на висини од 1–5 m, што ће омогућити спречавање појаве дрифта².

¹ УАВ - „Unmanned aerial vehicle – Беспилотна ваздушна возила“

² Дрифт – током процеса апликације пестицида на отвореном пољу све оно што скреће капљице млаза са замишљеног правца, којим би требало да доспеју на објекат третирања, назива се заношење или дрифт.

У раду Qin et al. (2014), где је испитивана беспилотна летелица за хемијску заштиту кукуруза, дошло се до закључака који указују да је квалитет хемијске заштите беспилотном летелицом већи у односу на конвекционални начин хемијске заштите. Значајна предност примене беспилотне летелице је та да током хемијске заштите имају ниску стопу кvara. Током читавог радног процеса појављује се стопа кvara мања од 5% (Qin et al., 2014). Установљено је да квалитет хемијске заштите зависи од стручности и искуства руковоаца беспилотне летелице (Qin et al., 2016), што имплицира на то да беспилотном летелицом треба да управљају само обучена и стручна лица.

Програмом истраживања ове дисертације биће обухваћено:

- Поређење два начина хемијске заштите, односно примена беспилотне летелице и савремене ратарске прскалице на усеvu пшенице и утврђивање утицајних параметара (ефикасност и квалитет хемијске заштите, експлоатационих, енергетских, економских) кроз три вегетационе сезоне;
- Утицај различитих висина лета и брзине лета беспилотне летелице на квалитет хемијске заштите, као и утврђивање оптималне висине и брзине лета за одговарајућу беспилотну летелицу;
- Утицај различитих начина хемијске заштите на принос пшенице;
- Утврђивање енергетског биланса, биће обухваћени сви енергетски инпути укључени у процес производње, као и технички системи којима се ова производња остварује, посебно са аспекта економске и еколошке оправданости примене беспилотне летелице;
- Поређењем два начина хемијске заштите пшенице утврдиће се који технички систем има бољу ефикасност коришћених пестицида (фунгицида, инсектицида и хербицида) који се данас користе у стандардним програмима хемијске заштите пшенице;
- Савремене технике апликације пестицида подразумевају унапређење процеса апликације у циљу повећања ефикасности и економичности, уз истовремено смањење ризика од загађења животне средине и штетног дејства на људе, што би довело до смањења употребе пестицида и норме третирања, чиме би се уштедело на самој набавци пестицида.

2.2 Научни циљ истраживања

Обзиром на значај који има хемијска заштита у производњи пшенице, а који се огледа у смањењу или повећању приноса, веома је важно извршити правилан избор техничких система за апликацију пестицида. Зато, основни циљ истраживања јесте поређење производних параметара у хемијској заштити пшенице применом беспилотне летелице и ратарске прскалице. Параметри који се прате су: наношење заштитиног средства на биљке, уједначеност и продорност заштитиног средства, карактеризација таложених (укључујући величину капљица, број наслага прскања и површину покривености), ефикасност пестицида, радна и енергетска ефикасност примењених техничких система, параметри приноса, као и економска анализа. Анализом наведених

параметара и испитивањем примене различитих техничких система за хемијску заштиту пшенице током три вегетационе сезоне, треба да дају одговоре и допринесу проналаску адекватних смерница и решења за правилнију, ефикаснију и квалитетнију хемијску заштиту пшенице, у смислу да се докаже да ли је употреба беспилотних летелица у хемијској заштити пшенице квалитетнија и економичнија у односу на конвенционални начин хемијске заштите.

3. Основне хипотезе од којих се полази у истраживању

Тема и програм овог истраживања се темеље на следећим полазним хипотезама:

- Примена беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице ће имати већу ефикасност у односу на ратарску прскалицу;
- Упоредна примена ратарске прскалице и беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице, кроз енергетску и економску анализу, треба да потврди оправданост примене беспилотне летелице у хемијској заштити у нашим условима;
- При различитим брзинама лета и висинама лета беспилотне летелице добиће се значајне разлике у квалитету хемијске заштите пшенице;
- У експерименталним пољима пшенице штићеним беспилотном летелицом доћи ће до повећања приноса пшенице уз значајну уштеду воде и заштитног средства;
- Примена беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице имаће утицај на смањење загађења животне средине;
- Ваздушна струја коју производе ротори (пропелери) беспилотне летелице утицаће на бољу продорност заштитне течности по висини гајене пшенице;
- Упоредном применом беспилотне летелице и ратарске прскалице у хемијској заштити пшенице доћи до значајне разлике у коришћеним ресурсима (ангажовање техничких система, потрошња горива, енергије, воде, пестицида и људског рада), што ће утицати на економичност производње пшенице;
- Применом беспилотне летелице и смањеном нормом третирања добиће се боља ефикасност примењених пестицида приликом хемијске заштите пшенице.

4. Материјал и методе које ће се применити у истраживању

Програмом и планом израде докторске дисертације предвиђено је трогодишње истраживање у пољским условима и у лабораторијама Пољопривредног факултета у Земуну.

4.1 Методе рада у пољским условима

Испитивање ће се спровести на пољопривредном газдинству Стевана Милуровића, које се налази у Угриновцима, удаљено 27 km од Београда. Газдинство производи пшеницу на 65 ha, где ће за овај оглед одвојити око 1 ha на локацији Грмовци - Угриновци (44.853030° СГШ; 20.157477° ИГД).

Апликација пестицида биће изведена уз помоћ следећих техничких система:

- Вучена ратарска прскалица - „Kubota XTS326“ (запремина резервоара прскалице 2600 l; тип распрскивача Lechler IDKT12005, радни захват 21 m)

- Трактор - „Kubota M135GX“ (4x4 S, снага мотора 100 kW)
- Беспилотна летелица - „TTA M4E“ (запремина резервоара беспилотне летелице 5 l; тип распрскивача Lechler 100-015, радни захват 4-6 m).

Оглед се састоји од шест експерименталних поља (укупне површине 1,08 ha), при чему је свако од поља површине 20 x 60 m (0,12 ha), између сваког експерименталног поља се оставља зона од 10 m као заштитна зона, због избегавања ефекта дрифта. Четири поља се заштићују помоћу беспилотне летелице (Т3-Т6), једно поље се заштићује ратарском прскалицом (Т2) и једно поље се не заштићују – контролно поље (Т1):

- Т1 експериментално поље – контрола (на овој парцели неће бити извршена хемијска заштита, како би могли да утврдимо ефикасност осталих третираних поља);
- Т2 експериментално поље – примена ратарске прскалице;
- Т3 експериментално поље – примена беспилотне летелице ($h = 1 \text{ m}$; $v = 3 \text{ m s}^{-1}$);
- Т4 експериментално поље – примена беспилотне летелице ($h = 1 \text{ m}$; $v = 5 \text{ m s}^{-1}$);
- Т5 експериментално поље – примена беспилотне летелице ($h = 2 \text{ m}$; $v = 3 \text{ m s}^{-1}$);
- Т6 експериментално поље – примена беспилотне летелице ($h = 2 \text{ m}$; $v = 5 \text{ m s}^{-1}$).

Где је h – висина на којој беспилотна летелица лети, која се рачуна од врха усева; v – брзина кретања беспилотне летелице.

Избор пестицида за хемијску заштиту наведених третмана биће урађен на основу заступљености коровских врста, инсеката и симптома обољења. Одабрани пестициди биће примењени у количинама препорученим од стране стручњака за заштиту биља.

За утврђивање квалитета хемијске заштите користиће се филтер папири и водосензитивни листићи. Водосензитивни листићи служе за проверу карактеристике таложења заштитне течности, као што су површина покривености, број наслага заштитне течности и величина капљице, док се филтер папири користе за процену пропусности заштитне течности и процену губитка заштитне течности на површину тла.

Водосензитивни листићи и филтер папири биће фиксирани хоризонтално на пластичне носаче уз помоћ стезалки. Висина носача биће променљива како би се остварило позиционирање водосензитивних листића и филтер папира у зависности од фазе развоја пшенице. Носачи водосензитивних листића и филтер папира биће постављени на шест подједнако распоређених места (укупне дужине 10 m) у три понављања за свако експериментално поље и то у центру проласка ратарске прскалице и беспилотне летелице. Растојање између носача је 2 m. Растојање између понављања носача у експерименталним пољима износи 15 m. Носачи на сваком месту постављања састоје се:

- У I фази развоја пшенице – од једног водосензитивног листића (26 mm x 76 mm) и једног филтер папира (пречника 90 mm);
- У II фази развоја пшенице – од два водосензитивна листића (26 mm x 76 mm) и два филтер папира (пречника 90 mm).

Након сваког третмана, оставиће се довољно времена да се капљице осуше на водосензитивним листићима и филтер папирима ($\sim 10 \text{ min}$), након тога филтер папири и водосензитивни листићи биће прикупљени и спаковани појединачно у зип кесице за свако место узроковања.

4.1.1 Испитивање експлоатационих параметара техничких система

Технички системи који ће се користити у огледу биће подвргнути провери техничке исправности и калибрацији на почетку сваке сезоне. Провера техничке исправности биће обављена у складу са европским нормативом који дефинише ту област *EN 13790*. У ту сврху биће коришћена опрема Лабораторије за испитивање машина за хемијску заштиту биља, Пољопривредног факултета у Београду:

- Мерач протока пумпе („AAMS-Salvarani ispitivač pumpe”)
- Мерач протока распрскивача („AAMS-Salvarani merač protoka pojedinačnih rasprskivača S001“)
- Манотестер („AAMS-Salvarani kontrolor manometra”)

Испитивање експлоатационих параметара техничких система за хемијску заштиту пшенице биће обављено стандардизованим методама за испитивање пољопривредних машина, које су прилагођене условима рада и циљу испитивања. Током испитивања биће праћени и обрачунати следећи експлоатациони параметри ратарске прскалице и беспилотне летелице:

- Радни захват техничког система – одређује се мерењем разлике растојања између претходног и наредног пролаза ратарске прскалице, односно беспилотне летелице;
- Радна брзина техничког система – биће одређена рачунском методом, из односа пређеног пута и времена током трајања хемијске заштите;
- Висина лета (само за беспилотну летелицу) – ласерским уређајем за мерење удаљености објекта посматрања;
- Структура радног времена – одређујемо методом хронографије (систематско снимањем времена технолошких операција, анализа структуре времена смене, аналитичка метода утврђивања норми рада);
- Продуктивност рада – рачунском методом одређујемо површински учинак испитиваних техничких система, масени учинак, продуктивности људског рада и продуктивност машинског рада;
- Потрошња енергије – фазно праћење утроска енергије за ратарску прскалицу и за беспилотну летелицу, примена рачунске методе анализе енергетског биланса.

4.1.2 Економска анализа

За оцену економских ефеката употребе различитих техничких система за хемијску заштиту пшенице биће коришћене одговарајуће аналитичке калкулације производње пшенице, као и аналитичке калкулације употребе техничких система (калкулација трошкова коришћења средстава механизације). Избор најприхватљивијег техничког система за хемијску заштиту пшенице са економског аспекта биће извршен на основу висине добити која се њеном употребом остварује у производњи пшенице.

4.1.3 Праћење метеоролошких услова

Приликом апликације пестицида на експерименталним парцелама пратиће се температура и влажност ваздуха (Votcraft DL-140TH); брзина струјања ваздуха (Testo 410i

Smart Probe). Поменути уређаји биће постављени на две различите висине (1 m и 2 m) како би били усклађени са висинама апликације коришћених техничких система.

4.1.4 Ефикасност инсектицида

Провера ефикасност инсектицида вршиће се у складу са ЕРРО PP1/70 методама. Оцена ефикасности ће се вршити на следећи начин:

- Прва процена: непосредно пре хемијске заштите;
- Друга процена: 1-3 дана након примене;
- Трећа процена: 7-9 дана након примене.

Ефикасност инсектицида ће се израчунавати на основу бројности штеточине на биљкама пшенице у оквиру експерименталних поља. За израчунавање ефикасности користиће се Handerson – Tiltonova formula.

4.1.5 Ефикасност хербицида

Провера ефикасност хербицида вршиће се у складу са ЕРРО методама. Оцена ефикасности вршиће се 15 и 30 дана након примене хербицида, визуелно (изражена у % и описно) и узроковањем коровских биљака и израчунавање % ефикасности на основу броја и масе преживелих коровских биљака по јединици површине. Узроковање корова вршиће се помоћу дрвених рамова (површине 0,25 m²). Након што се из унутрашњег простора рама пажљиво почупају све коровске биљке, вршиће се разврставање по врстама и бројање јединки сваке врсте и прерачунавање на 1 m². Ефикасност испитиваних третмана одређиваће се на основу броја јединки коровских врста и масе по јединици површине.

4.1.6 Ефикасност фунгицида

Праћење ефикасности фунгицида ће бити у складу са ЕРРО/ОЕРР методом PP1/26, где ће се пратити појава патогена који проузрукује болести листа и класа пшенице. Оцена интензитета обољења на листовима биће спроведена на најмање 10 случајно одабраних биљака по огледној парцелици, и то, тако што ће се забележити проценат захваћености листова патогеном према дефинисаним ЕРРО кључевима за оцену. Оцена интензитета обољења на класовима спровешће се на најмање 50 случајно одабраних класова по огледној парцелици, на тај начин што ће се бележити укупан број заражених класова, као и проценат захваћене површине класа обољењем. Ефикасност фунгицида биће израчуната према формули Abbott-a.

4.2 Методе рада у лабораторији

У лабораторији ће се вршити анализа водосензитивних листића и филтер папира, као и анализа узрокованих биљака пшенице за оцену приноса.

4.2.1 Анализа водосензитивних листића и филтер папира

Применом филтер папира и водосензитивних листића и њиховом анализом у лабораторији добиће се увид у квалитет хемијске заштите применом два различита техничка система, односно добиће се увид у количину пропусности заштитног средства,

површину покривености биљке, броју капи, средњу вредност пречника свих капи (НМД)³ и запремински пречник капи (ВМД)⁴.

Водосензитивни листићи биће скенирани у резолуцији од 600 dpi уз помоћ скенера (Canon PIXMA MP250). Софтвер који ће се користити за анализу водосензитивних листића је DepositScan (Hering et al., 2011) који омогућава издвајање и анализу пречника капи, површину покривености и број капљица на водосензитивном листићу.

Анализа филтер папира - у лабораторији, сваки филтер папир биће испран са 5 ml дестиловане воде и остављен у одвојеним зип кесицама. Свака кесица биће мућкана 1 min, а потом ће се оставити да се филтер папири натопе (~ 1 h). Раствор који се користи за испирање филтер папира биће уклоњен из зип кесице и мериће се концентрација боје на 514 nm уз помоћ спектрофотометра. Раствор добијен испирањем нетретираних филтер папира биће коришћени као основа за поређење.

4.2.2 Анализа узрокавих биљака за одређивање приноса

У пуној зрелости пшенице (влага зрна 14%) биће прикупљено по 20 биљака са 1 m² у пет понављања, у сваком експерименталном пољу, методом случајног узорка да би се одредиле морфолошке и продуктивне особине код испитиване сорте пшенице у свим варијантама примењених начина хемијске заштите. Одређивање приноса вршиће се на свакој експерименталној парцели. Биће мерени следећи параметри:

- висина биљака, од основе стабла до врха класа, одређиваће се у фази пуне зрелости, на 20 биљака по пет понављања у шест третмана;
- дужина вршне интернодије, дужина класа, маса класа, број зрна по класу и маса зрна биће одређени након жетве, на основу 20 биљака узетих из пет понављања у шест третмана;
- принос ће бити утврђен на основу тежине зрна са пожњевених парцела;
- маса 1000 зрна (биће утврђена стандарном методом из масе пожњевеног зрна по третману и понављању).

4.3 Статистичка обрада података

Резултати истраживања биће обрађени одговарајућим статистичким методама. Да би се приказао ефекат утицаја величине капљица на таложење и одношење капљица при ваздушној заштити пшенице, као и значај разлике при добијању резултата таложења капљица, дрифт и интензитет обољења за статистичку анализу користиће се Анализа варијансе (ANOVA), а издвајање и поређење средина третмана Duncan-овим тестом – програм Statistika (Statsoft Inc., 2001).

5. Очекивани резултати и научни допринос

Растом броја људи на земљи, доћи ће до повећане потражње за храном, али безбедне и здраве хране. Како би се повећана тражња за здравом храном задовољила потребно је да се смањи употреба пестицида у пољопривредној производњи на дозвољен

³ НМД (средњи нумерички пречник) – је средња вредност пречника свих капи у млазу

⁴ ВМД (запремински пречник капи) – је онај пречник који избачену запремину дели у две групе, прву половину запремине чини већи број ситнијих капљица, а другу половину запремине обухватају мањи број крупнијих капљица.

ниво, а да се при томе не дође да пада у принос. Из наведених разлога настоји се да се произведу машине за хемијску заштиту биља које ће да прате наведене трендове у производњи хране, зато је дошло и до примене беспилотних летелица у хемијској заштити биља. Беспилотне летелице омогућавају заштиту великих површина у кратком временском периоду, са знатно нижом нормом третирања.

Земље у окружењу, па и Република Србија, су на самом почетку када је у питању примена беспилотних летелица у пољопривреди, због чега постоји мали број истраживања на тему примене беспилотних летелица у хемијској заштити. Последњи резултати научних испитивања у свету показују да примена беспилотних летелица у хемијској заштити има потенцијала и да је потребно даље истраживање и усавршавање истих, што даје на значају овој теми докторске дисертације.

Добијени резултати тестова квалитете и ефикасности хемијске заштите, енергетске ефикасности, учинка, приноса и економска анализа треба да дају поуздане одговоре на питање да ли је примена беспилотних летелица у хемијској заштити пшенице оправдана и боља од примене конвенционалног начина хемијске заштите – ратарском прскалицом. Очекује се да ће применом беспилотне летелице у хемијској заштити доћи до смањења штетног утицаја пестицида на руковаоца, али и на животну околину и подземне воде. Такође, очекује се да ће применом беспилотних летелица доћи до смањења обима посла услед веће ефикасности хемијске заштите пшенице, што представља озбиљан проблем у савременој пољопривредној производњи.

6. Закључак

Кандидат Биљана Бошковић, маг. инж. пољопривреде, поднела је пријаву теме за израду докторске дисертације под насловом: „Ефикасност примене беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице“. Сагледавањем значаја проблематике која је обухваћена предложеним истраживањима, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву, предложеној тему и програм истраживања, како са научног тако и са практичног становишта.

На основу анализе предложеног програма докторске дисертације, научног циља, актуелности теме, полазних хипотеза, очекиваних резултата, као и одржане јавне одбране научне заснованости предложене теме, комисија сматра да је предложена тема иновативна и савремена са научног и практичног становишта. Хипотезе од којих кандидат полази и циљ рада су правилно постављени, а предложене методе су одговарајуће, тако да омогућавају реализацију предвиђених задатака. Важан фактор за успешну примену пестицида, односно хемијску заштиту јесте избор оптималне методе примене пестицида и одговарајућих техничких система. Од машина за хемијску заштиту се захтева да омогуће ефикасно деловање хемијског средства, што се постиже квалитетном депозицијом. Квалитетна депозиција заштитне течности се огледа у томе да одговарајућа количина средства за заштиту у приближно једнакој концентрацији буде равномерно распоређена по читавој површини и ту се задржи потребно време. Наведени услови који се захтевају од техничких система за хемијску заштиту остварују се употребом савремених машина, а данас се то остварује применом беспилотних летелица. Применом и анализом добијених података током хемијске заштите пшенице са различитим техничким система (беспилотне летелице и ратарске прскалице) очекује се утврђивање разлике у квалитету, али и ефикасности примењених техничких система.

Истраживање ове врсте ће се први пут реализовати у нашој земљи, а таквих је веома мало и у свету, и очекује се да ће ова докторска дисертација пружити значајан допринос и науци и струци у унапређењу хемијске заштите пшенице.

Полазећи од свега напред наведеног, Комисија у саставу др Милош Пајић, др Весна Кандић и др Драгана Божић, позитивно оцењује поднету пријаву теме и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду да прихвати и одобри израду докторске дисертације кандидата Биљане Бошковић, под насловом „**Ефикасност примене беспилотне летелице у хемијској заштити пшенице**“.

Тема докторске дисертације је из уже научне области Пољопривредна техника. Комисија предлаже за првог ментора при изради ове докторске дисертације др Милоша Пајића, ванредног професора Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, а због мултидисциплинарности предложене теме за другог ментора предлаже др Весну Кандић, вишег научног сарадника Института за кукуруз Земун Поље.

7. Име и референце предложених ментора

Име и презиме ментора 1: др Милош Пајић, ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G., Dudic, B. (2020): The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. Agriculture, 10(8), 347. DOI:10.3390/agriculture10080347
2. Nedić, N., Gojak, M., Zlatanović, I., Rudonja, N., Lazarević, K., Dražić, M., Gligorević, K., Pajić, M. (2020): Study of vacuum and freeze drying of bee honey. Thermal Science, 24(6), 4241-4251. DOI:10.2298/TSCI200317194N
3. Curovic, M., Stijovic, A., Spalevic, V., Dudic, B., Pajic, M. (2020): Structural characteristics of the mixed spruce-fir-beech forests on Mountain Bjelasica in Montenegro. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 48(3), 1699-1708. DOI:10.15835/nbha48311992
4. Nikolic, G. Spalevic, V., Curovic, M., Darvishan, A.K., Skataric, G., Pajic, M., Kavian, A., Tanaskovik, V. (2019): Variability of soil erosion intensity due to vegetation cover changes: Case study of Orahovacka Rijeka, Montenegro. Not.Bot. Horti.Agrobo. 47(1), 237-248. DOI:10.15835/nbha47111310
5. Pajić, V., Vujičić Stanković, S., Stanković, R. and Pajić, M. (2018): Semi-automatic extraction of multiword terms from domain-specific corpora. The Electronic Library, 36(3), 550-567. DOI:10.1108/EL-06-2017-0128

Име и презиме ментора 2: др Весна Кандић, виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора - 1 за вођење докторске дисертације:

1. Blažić, M., Dodig, D., Kandic, V., Đokić, D., Živanović, T. (2021): Genotypic variability of root and shoot traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) at seedling stage. *Genetika* 53 (2), 687-702. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR2102687B>
2. Ivanović, D., Dodig, D., Đurić, N., Kandić, V., Tamindžić, G., Nikolić, N., Savić, J. (2021): Zinc biofortification of bread winter wheat grain by single zinc foliar application. *Cereal Research Communications*, 49: 673–679- DOI: <https://doi.org/10.1007/s42976-021-00144-2>
3. Dodig, D., Kandic, V., Zoric, M., Nikolic-Djoric, E., Tancic-Zivanov, S., Perovic, D. (2020): Response of kernel growth of barley genotypes with different row type to climatic factors before and after inflection point of grain filling. *Fields Crops Research*, Vol. 255, Article Number 107864. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107864>
4. Kandic, V., Dodig, D., Secanski, M., Prodanovic, S., Brankovic, G., Titan, P. (2019) Grain yield, agronomic traits, and protein content of two- and six-row barley genotypes under terminal drought conditions. *Chilean journal of agricultural research*, 79(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000400648>
5. Dodig, D., Rančić, D., Vucelić Radović, B., Zorić, M., Savić, J., Kandić, V., Pećinar, I., Stanojev, S., Šešlija, A., Vassilev, D., Pekić-Quarrie, S. (2017): Response of wheat plants under post-anthesis stress induced by defoliation: II. Contribution of peduncle morpho-anatomical traits and carbon reserves to grain yield. *The Journal of Agricultural Science*, 155(3), 475-493. DOI:10.1017/S0021859616000551

У Београду
24.05.2022.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Милош Пајић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Пољопривредна техника)

др Весна Кандић, виши научни сарадник
Институт за кукуруз „Земун Поље“
(ужа научна област: Генетика и оплемењивање)

др Драгана Божић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хербологија)

Прилози:

Прилог 1 - Списак саопштених и објављених научних и стручних радова кандидата;

Прилог 2 - Списак литературе која ће се користити;

Прилог 1 - Списак саопштених и објављених научних и стручних радова кандидата Биљана Бошковић

Рад у истакнутом националном часопису (M52)

1. Pajić, M., Oparnica, S., Oljača, M., Gligorević, K., Dražić, M., Zlatanović, I., **Bošković, B.** (2019): Mapping treatments of chemical protection in barley production by using the precision agriculture technology. Poljoprivredna tehnika, 44 (2), 47-55.

Саопштења са међународног скупа штампана у целини (M33)

1. **Bošković, B.**, Pajić, M., Dražić, M., Gligorević, K., Zlatanović, I., Balać, N., Živković, M. (2019): Technical accuracy of orchard sprayer used in intensive fruit and vineyard production in Republic of Serbia. The Fourth International Symposium on Agriculture Engineering ISAE-2019, Beograd-Zemun, 31.10. – 02.11.2020., Serbia, pp. 159-166.
2. **Bošković, B.**, Pajić, M., Zlatanović, I., Dražić, I., Gligorević, K., Firfiris, V. (2019). The influence of the exploitation period on the technical functionality of the nozzles – the constituent element of sprayers, The Third International Students' Scientific Conference "Multidisciplinary Approach to Contemporary Research - Cultural and Industrial Heritage", Proceedings, December, Belgrade, 56.
3. Zlatanović, I., Firfiris, V., Milanović, M., **Bošković, B.**, Rudonja, N. (2018). The project for laboratory scale tunnel dryer for convective-conductive drying of food materials, The Second International Student Scientific Conference "Multidisciplinary Approach to Contemporary Research", Proceedings, 24. November, Belgrade, 2.
4. Živković, M., Dražić, M., Gligorević, K., Pajić, M., **Bošković, B.**, Zlatanović, I., Simonović, V. (2021). TMA exploitation indicators for mechanized drilling of pits for planting fruit. The 5th International Symposium on Agricultural Engineering, 30rd Sep – 2nd Oct 2021, Belgrade–Zemun, Serbia, pp. 1-12.
5. Davidović, M., Blagojević, I., Petrović, D., Mileusnić, Z., Miodragović, R., Dimitrijević, A., **Bošković, B.** (2021). Influence of vehicle center of gravity change on dynamic characteristics. The 5th International Symposium on Agricultural Engineering, 30rd Sep – 2nd Oct 2021, Belgrade–Zemun, Serbia, pp. 13-27.
6. Dražić, M., Gligorević, K., Pajić, M., Živković, M., Zlatanović, I., Simonović, V., **Bošković, B.** (2021). Reduction of plant weight loss in the process of hay baling using water steam. The 5th International Symposium on Agricultural Engineering, 30rd Sep – 2nd Oct 2021, Belgrade–Zemun, Serbia, pp. 63-73.

7. Pajić, M., **Bošković, B.**, Dražić, M., Gligorević, K., Živković, M., Simonović, V., Zlatanović, I. (2021). Application of contemporary technical systems in chemical protection of field crops: case study of wheat production in Serbia. The 5th International Symposium on Agricultural Engineering, 30rd Sep – 2nd Oct 2021, Belgrade–Zemun, Serbia, pp. 22-29.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. Pajić, M., **Bošković, B.**, Gligorević, K., Dražić, M., Zlatanović, I., Žujović Jovanović, Suzana (2019): Results on the usage of UAV in chemical protection. Abstracts of 2nd International Symposium on Agriculture Engineering, Beograd-Zemun, Serbia, 29.
2. **Bošković, B.**, Pajić, M., Dražić, M., Gligorević, K., Davidović, M. (2021). The influence of the exploitation period of the orchard sprayer on the technical correctness of the measuring regulatory system. Abstracts of X International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2021" 27-29, May, 2021; Trebinje, Bosnia and Herzegovina.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. Pajić, M., Oparnica, S., Bižić, M., Gligorević, K., Oljača, M., **Bošković, B.**, Dražić, M. (2018). Mapiranje tretmana hemijske zaštite u ratarskoj proizvodnji korišćenjem tehnika precizne poljoprivrede. Zbornik radova sa 19. Naučno stručnog skupa „Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede“, Beograd, 14.12.2018., pp. 105-112.

Прилог 2 – Оквирни списак литературе која ће се користити

1. Al-Gaadi, K.A., Ayers, P.D. (1998). Assembling a real-time DGPS-testing and investigating factors that affect its accuracy. Applied Engineering in Agriculture, 14(6), 659-665.
2. Đukić, N., Ponjičan, O., Sedlar, A. (2001). Novo u tehnici za zaštitu. Savremena poljoprivredna tehnika, Cont. Agr. Engng. 27, 79-142, Novi Sad.
3. Fiaz, A., Baijing, Q., Xiaoya, D., Jing, M., Xin, H., Shibbir, A., Farman, A. C. (2020). Effect of operational parameters of UAV sprayer on sprayed position pattern in target and off-target zones during outfield weed control application. Computers and Electronics in Agriculture, 172, 105350.
4. Gao, X.Z., Hou, Z.X., Guo, Z., Fan, R.F., Chen, X.Q. (2013). The equivalence of gravitational potential and rechargeable battery for high-altitude long-endurance solar-powered aircraft on energy storage. Energy Conversion and Management, 76, 986-995.
5. Guo, S., Li, J., Yao, W., Hu, X., Wei, X., Long, B., Wu, H., Li, H. (2021). Optimization of the factors affecting droplet deposition in rice fields by rotary unmanned aerial vehicles (UAVs). Journal of Precision Agriculture 22, 1918–1935.
6. Heping, Z., Masoud, S., Robert, D.F. (2011). A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution. Computers and Electronics in Agriculture, 76(1), 38-43.
7. Hussain, S., Cheema, M.J.M., Arshad, M., Ahmad, A., Latif, M.A., Ashraf, S., Ahmad, S. (2019). Spraying uniformity testing of unmanned aerial spraying system for precision agro-chemical applications. Pak.J.Agric.Sci., 56, 897–903.
8. Pajić, M. (2021): Effects of application of precision agricultural in chemical protection

- of field crops. 10th Symposium with international participation INNOVATIONS in Crop and Vegetable Production, Belgrade, Serbia, 21-22 october 2021, 22.
9. Pajić, M., Bošković, B., Dražić, M., Gligorević, K., Živković, M., Simonović, V., Zlatanović, I. (2021): Application of centomporaray technical systems in chemical protection of field crops: Case study of wheat production in Serbia. 5th International symposium on Agriculture Engineering ISAE 2021, Belgrade, Serbia, 30. September – 2. October 2021, Section II: 22-29.
 10. Pajić, M., Bošković, B., Gligorević, K., Dražić, M., Zlatanović, I., Žujović Jovanović, S. (2019): Results on the usage og UAV in chemical protection. Book of Abstrats of 4th International Symposium on Agriculture Engineering, Beograd-Zemun, 31.10. – 02.11.2020., Serbia, 29.
 11. Pajić, M., Oparnica, S., Oljača, M., Gligorević, K., Dražić, M., Zlatanović, I., Bošković, B. (2019): Mapping treatments of chemical protection in barley production by using the precision agriculture technology. *Poljoprivredna tehnika*, 44(2), 47-55. doi: 10.5937/PoljTeh1902047P
 12. Pena, R.J. (2007). Current and future trends of wheat quality needs. Wheat production in stressed environments, Proceedings of the 7th International wheat conference, Argentina, 411– 424.
 13. Peshin, R., Vasanthakumar, J., Kalra, R. (2009). Deffusion of innovation theory and integrated pest management. *Integrated pest management: dissemination and impact*, 2, 1-29.
 14. Pimentel, D., Marklein, A., Toth, M., Karpoff, M., Bloomfield (née Paul), G., McCormack, R., Kyriazis, J., Krueger, T. (2009). Food versus biofuels: environmental and economic costs. *Human Ecology*, 37(1), 1-12.
 15. Qin, W.C., Qiu, B.J., Xue, X.Y., Chen, C., Xu, Z.F., Zhou, Q.Q. (2016). Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. *Journal of Crop Protection*, 85, 79–88.
 16. Qin, W.C., Xue, X.Y., Zhou, L.X. (2014). Effects of spraying parameters of unmanned aerial vehicle on droplets deposition distribution of maize canopies. *Transactions of the CSAE*, 30(5): 50–56.
 17. Republički zavod za statistiku (2012). <https://www.rzs.rs.ba/>, npeyzero 24.06.2021.
 18. Roljević, S. (2014). Produktivnost alternativnih vrsta strnih žita u sistemu organske zemljoradnje. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 19. Sánchez-Hermosilla, J., Rincón, V. J., Pérez, F., Agüera, F., and Carvajal, F. (2011). Field evaluation of a self-propelled sprayer and effects of the application rate on spray deposition and losses to the ground in greenhouse tomato crops. *Pest Management Science* 67(8), 942–947.
 20. Urošević, M., Dimitrijević, A. (2016). Mašine za primenu pesticide. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 21. Wang, S., Song, J., He, X., Song, L., Wang, X., Wang, C., Wang, Z., Ling, Y. (2017). Performances evaluation of four typical unmanned aerial vehicles used for pesticide application in China. *Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 10(4), 22–31.
 22. Xiongkui, H., Bonds, J., Herbst, A., Langenakens, J. (2017). Recent development of unmanned aerial vehicle for plant protection in East Asia. *Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 10(3), 18–30.
 23. Zhang, J., He, X.K., Song, J.L. (2012). Influence of spraying parameters of unmanned aircraft on droplets deposition. *Trans. CSAM*, 43, 94–96.

24. Zhang, X. Q., Song, X. P., Liang, Y. J., Qin, Z. Q., Zhang, B. Q., Wei, J. J., Li, Y. R., Wu, J.M. (2020). Effects of Spray Parameters of Drone on the Droplet Deposition in Sugarcane Canopy. Sugar Tech, 22(4), 583-588.