



Precizna poljoprivreda i ekosistemi

Prof. dr Nedeljko Latinović

CPS&IoT Academy, 21. 1. 2025.

20:02



Financed by the Innovation Fund of Montenegro





<https://geospatialworld.net/news/precision-agriculture-global-market-analysis/>



<https://www.educba.com/what-is-precision-agriculture/>

Precizna poljoprivreda je strategija upravljanja koja prikuplja, obrađuje i analizira vremenske, prostorne i pojedinačne podatke o biljkama i životinjama i kombinuje ih sa drugim informacijama kako bi se ostvarile pravovremene odluke nastale prema procenjenoj varijabilnosti za poboljšanje efikasnosti korišćenja resursa, produktivnosti, kvaliteta, profitabilnosti i održivosti poljoprivredne proizvodnje.

International Society for Precision Agriculture (ISPA)

- Sve veća potreba za hranom
- Briga za bezbjednom hranom
- Produktivnost
- Zaštita zdravlja ljudi i životne okoline

Precizna poljoprivreda je moderna poljoprivredna praksa koja koristi tehnologiju, podatke i analize za optimizaciju proizvodnje, smanjenje troškova i povećanje efikasnosti. Ovaj pristup se zasniva na prikupljanju i analizi velikih količina podataka sa različitih izvora, kao što su: satelitske slike, senzori u poljima, GPS tehnologija i dronovi.

Cilj precizne poljoprivrede je da se precizno odredi kada, gdje i u kojoj količini je potrebna primjena vode, đubriva, sredstava za zaštitu bilja i dr. čime se smanjuje njihov nepotrebna primjena i negativan uticaj na životnu sredinu.

Ovaj pristup omogućava bolju kontrolu nad svim aspektima poljoprivredne proizvodnje, od pripreme zemljišta do žetve ili berbe, a svakako i čuvanja, čineći poljoprivredu efikasnijom i održivijom.



<https://www.digiteum.com/precision-agriculture-technology/>

Neke od ključnih tehnologija koje se koriste u preciznoj poljoprivredi uključuju:

- GPS navigaciju
- Daljinsko istraživanje (satelitske slike, dronovi)
- Senzori u zemljištu i na mašinama
- Softveri za analizu podataka i donošenje odluka
- Ovaj način rada doprinosi povećanju prinosa, smanjenju negativnog uticaja na životnu sredinu i poboljšanju ekonomičnosti poljoprivredne proizvodnje.

Primjena ovih tehnologija omogućava:

- Pravovremeno obavljanje poljoprivrednih poslova
- Visoku produktivnost
- Smanjen broj pojedinih aktivnosti
- Niža cijena rada



<https://agssbd.org/precision-farming-and-its-importance/>

Farm to Fork strategy



The Farm to Fork Strategy is at the heart of the European Green Deal aiming to make food systems fair, healthy and environmentally-friendly.

https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

2030 Targets for sustainable food production

PESTICIDES



Reduce the overall use and risk of chemical and hazardous pesticides

NUTRIENT LOSSES



Reduce nutrient losses by 50% whilst retaining soil fertility, resulting in 20% less fertilisers

ANTIMICROBIALS



Reduce sales of antimicrobials for farmed animals and aquaculture

ORGANIC FARMING



Increase the percentage of organically farmed land in the EU

#EUFarm2Fork

#EUGreenDeal



Primjeri:

Prognoza pojave bolesti plamenjača vinove loze (*Plasmopara viticola*)

Plamenjača vinove loze je jedno od najznačajnijih oboljenja vinove loze kod nas. Kod nas pojedinih godina izaziva štete i do 100%, a jedan od glavnih razloga je nepravovremena i neadekvatna upotreba fungicida. Od ukupne količine fungicida koji se koriste u zaštiti vinove loze od bolesti, najveće količine otpadaju upravo na suzbijanje plamenjače vinove loze. Ovi fungicidi su ujedno i najskuplji.

Inače od ukupne količine sredstava za zaštitu bilja koja se troše u Crnoj Gori, najveće količine se upotrebljavaju u zasadima vinove loze.



Reproduktivni organi gljive nakon ostvarene infekcije na zeljastim djelovima vinove loze se šire pomoću vjetra, a za ostvarivanje infekcije neophodni su povoljni uslovi spoljašnje sredine. Za pojavu oboljenja, pored temperature, presudni značaj imaju padavine, te se, uzimajući ovo u obzir, plamenjača može prognozirati.

Prema našim iskustvima i iskustvima istraživača u Evropskoj uniji, broj prskanja se može smanjiti i do 50% zahvaljujući naučnom pristupu u određivanju vremena tretiranja (prognoze), a koje se bazira na poznavanju biologije patogena, fenofaze biljke i meteoroloških podataka.



Kvalitet prognoze zavisi od meteoroloških podataka (temperatura, relativna vlažnost, padavine, dužina vlažnosti lista) koji se dobijaju sa meteo stanica.



Uslovi za ostvarivanje primarnih infekcija:

suma temperatura od 160°C počev od 1. januara, ali u obračun se uzimaju samo vrijednosti koje su veće od 8°C (ne računajući 8°C). Primjer: ako je srednja dnevna temperatura 9,5°C, u sabiranje se uzima 1,5°C. Kada se na ovaj način dostigne suma od 160°C, smatra se da su oospore sposobne da izvrše infekciju.

Pored ovog uslova, da bi se ostvarila infekcija potrebno je da u toku dva uzastopna dana prosječne dnevne temperature budu veće ili jednake 10°C, zatim da u toku dva uzastopna dana ukupna količina padavina bude veća ili jednaka 10mm, kao i da dužina lastara bude najmanje 10 cm.

Ovaj model prognoze se često naziva i **3x10** (temperature 10°C, lastari 10cm i suma padavina 10mm). Inkubacioni period od primarnih infekcija do prvih simptoma bolesti u vidu "uljanih pjega" izračunava se prema vrijednostima inkubacione Muller-ove krive. Poslije dana kad se ostvarila infekcija računa se period inkubacije, odnosno kada će doći do pojave uljanih pjega. Za ovo su veoma važne srednje dnevne temperature, npr. ukoliko je srednja dnevna temperatura 15,2°C period inkubacije će trajati 8,0 dana. Međutim, svakog dana su srednje dnevne temperature različite, pa je period inkubacije potrebno izračunati.



Vrednosti Müllerove inkubacione krive izražene u danima trajanja inkubacije na određenim temperaturama

Temperature (°C)										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
12 ^a	13,0 ^b	12,8	12,5	12,3	12,0	11,8	11,6	11,5	11,2	11,1
13	10,9	10,7	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,9	9,7	9,5
14	9,4	9,3	9,2	9,0	8,9	8,8	7,7	8,5	8,4	8,3
15	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2
16	7,1	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4
17	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6
18	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0
19	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5
20	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
21	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
22	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
23	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
24	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2
25	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6
26	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2
27	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,9	6,0
28	6,1	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3

Legenda: ^a – celi stepeni (leva kolona), delovi stepena (ostale kolone); ^b – trajanje inkubacije za SDT (u danima)

$$A = \frac{b}{c} - c$$

A – broj dana do završetka inkubacije
 b – suma dnevnih inkubacija izraženih u danima od dana primarne infekcije
 c – broj dana proteklih od primarne infekcije.

Datum	SDT °C	Trajanje inkubacije za SDT (u danima)	b	A
19. maj	15,3	7,9	7,9	
20. maj	15,9	7,2	15,1 (7,9+7,2)	(15,1/2)-2 = 5,6
21. maj	11,2	-	-	-
22. maj	19,0	5,0	20,1 (15,1+5,0)	(20,1/3)-3 = 3,7
23. maj	20,1	4,4	24,5 (20,1+4,4)	(24,5/4)-4 = 2,1
24. maj	20,8	4,2	28,7 (24,5+4,2)	(28,7/5)-5 = 0,7

Prema ovom primjeru zaštitu vinove loze treba vršiti 25. maja, jer obzirom da je vrijednost A 0,7, možemo očekivati pojavu „uljanih pijega“ 25. maja, a pojavu zoosporngija za zoosporama u noći između 25. i 26. maja pod uslovom da tokom noći u trajanju od 4 sata temperature budu veće od 13 °C, a relativna vlažnost vazduha 98% i više (tada je sa naličja uljanih pijega došlo do fruktifikacije parazita, što je praćeno pojavom bjeličaste prevlake)
Nakon toga, sekundarne infekcije su moguće već u jutarnjim satima ako istovremeno časovna suma temperatura pređe 50 °C i da je u tom periodu list bio konstantno vlažan.

Kada se ovo ostvari (tj. Ostvari sekundarna infekcija), kreće ponovo period inkubacije koji se računa na isti način prema Muller-ovoj tabeli. Uslovi za novu sekundarnu infekciju su isti.

U svijetu se danas koristi mnogo prognostičkih modela koji se zasnivaju na Muller-ovoj krivoj i predstavljaju modifikacije u zavisnosti od područja gdje se gaji vinova loza. Ovi modeli sa velikom preciznošću omogućavaju da odredimo momenat tretiranja vinove loze.

Latinović N. (2018). Integralna zaštita vinove loze – Najznačajnije bolesti vinove loze u Crnoj Gori. Uprava za bezbjednost hrane veterinu i fitosanitarne poslove.

<https://www.gov.me/dokumenta/207e6859-0335-46a6-82b6-478cb8ec0e05>



Google

Choose data type: Data per day, Data per hour

Choose dates: From: 11.01.2025 To: 21.01.2025

Optional parameters (data per hour):

- Barometer
- Solar radiation
- Avg. wind speed
- High wind speed
- Dir. of high wind speed
- Avg. UV index
- ET
- Leaf temperature
- Leaf wetness
- Soil temperature
- Select all

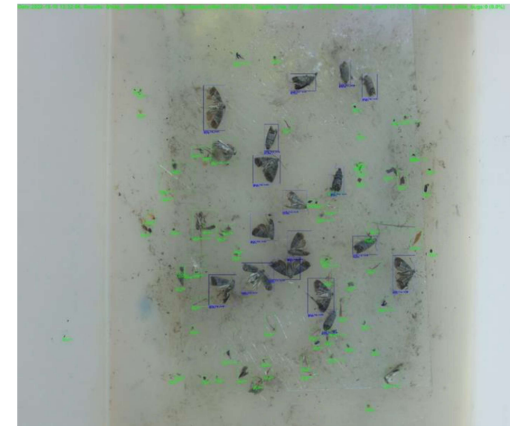
Download

Date	Avg temp (°C)	Max temp (°C)	Min temp (°C)	Max hum (%)	Min hum (%)	Rainfall (mm)	Insolation (MJ/m ²)	Average wind speed (m/s)
21.01.2025	4.2	5.9	1.9	51	42	0.0	0.4	0.0
20.01.2025	5.5	14.6	1.4	63	42	0.0	6.3	0.0
19.01.2025	4.4	14.4	-1.7	64	43	0.0	7.7	0.0
18.01.2025	4.3	12.8	-1.4	64	43	0.0	7.7	0.0
17.01.2025	2.6	10.8	-2.9	64	44	0.0	8.1	0.0
16.01.2025	5.0	11.1	-1.0	65	42	0.0	8.0	0.0
15.01.2025	3.4	8.3	-2.4	65	43	0.0	6.2	0.0
14.01.2025	6.0	8.8	0.1	66	38	0.0	8.0	0.6
13.01.2025	6.3	7.6	5.1	44	37	0.0	4.6	2.3
12.01.2025	6.4	7.1	5.3	63	35	0.0	1.5	1.5
11.01.2025	7.3	9.2	6.4	51	41	0.0	2.6	0.1

Data charts



Jabukin smotavac (*Cydia pomonella*)



Čirjak, D., Aleksi, I., Lemic, D., Pajač Živković, I. EfficientDet-4 Deep Neural Network-Based Remote Monitoring of Codling Moth Population for Early Damage Detection in Apple Orchard. Agriculture 2023, 13, 961. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050961>

STEPEN DANI (DEGREE DAYS)

Stepen dan	pojava imaga	% piljenja	Događaj
0 (biofix)	Prvi ulovi u klopci dva dana uzastopno	0	Postavi "degree days" na 0
27,7-41,66(C)	5-9	0	Polažu se prva jaja
55,5-111,11(C)	15-40	0	Rani period polaganja jaja
122,22-138,88(C)	45-50	1-3	Početak piljenja
188,88-355,55(C)	67-98	12-80	Kritični period
511,11(C)	100	99	Kraj piljenja prve generacije

Donji prag razvoja za jabukovog smotavca **10 °C**, a gornji prag razvoja je **31,1 °C**

Kod izračunavanja koriste se:

- Minimalna temperatura
- Maksimalna temperatura

Izračunava se stepen dani (degree days) = $(T_{max} + T_{min}/2) - 10^{\circ}C$.



(a)



(b)



(c)

(a) Trapview (EFOS d.o.o., Hrusevje, Slovenia), (b) iSCOUT (Stiching iScout, Bilthoven, Utrecht, The Netherlands), (c) Z-Trap (Spensa Technologies Inc., West Lafayette, IN, USA)

Suto, J. Codling Moth Monitoring with Camera-Equipped Automated Traps: A Review. *Agriculture* 2022, 12, 1721.

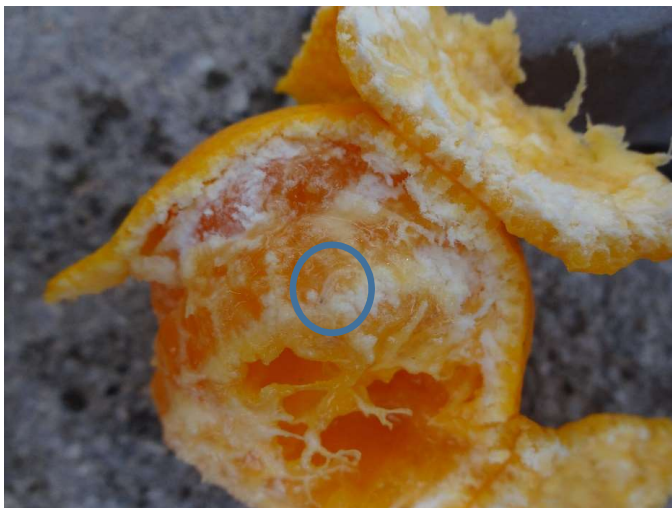
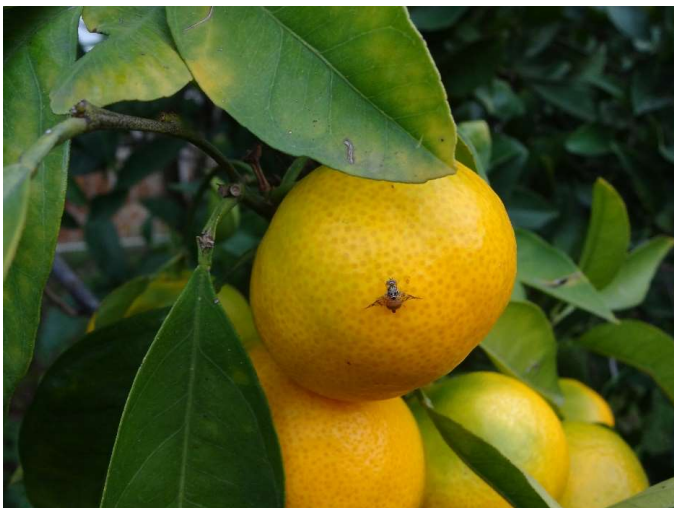
<https://doi.org/10.3390/agriculture12101721>



<https://diopsis.eu/en/nieuw-meetseizoen-weer-gestart-2/>



Meditranska voćna muva (*Ceratitis capitata*)









09:17 88%

dropsight
spray deposition tracer

Snap Number: 2

FPC	8.34%
D(10)	281.11 μm
D(50)(VMD)	665.54 μm
D(90)	1702.61 μm
Relative Span	2.14
Density	92.6 drops/cm ²
Volume Deposited	14.29 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$
Droplet Class	UC [Black]

Adjust threshold

- 5 -3 -1 1 3 5 7 9 11 13 15 +

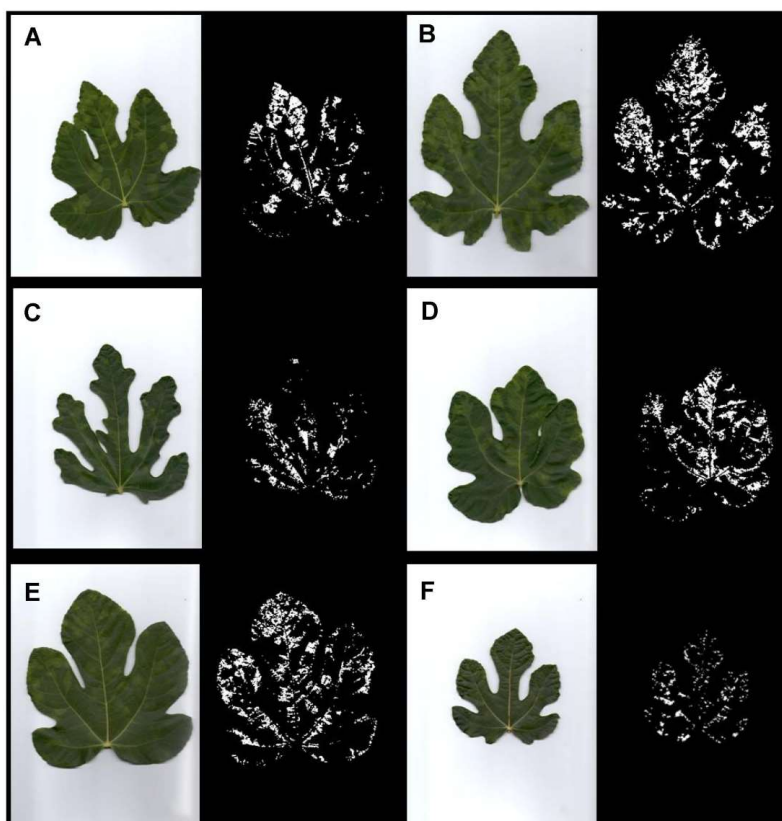
Discard Save Result

METOS[®]
BY PESSL INSTRUMENTS

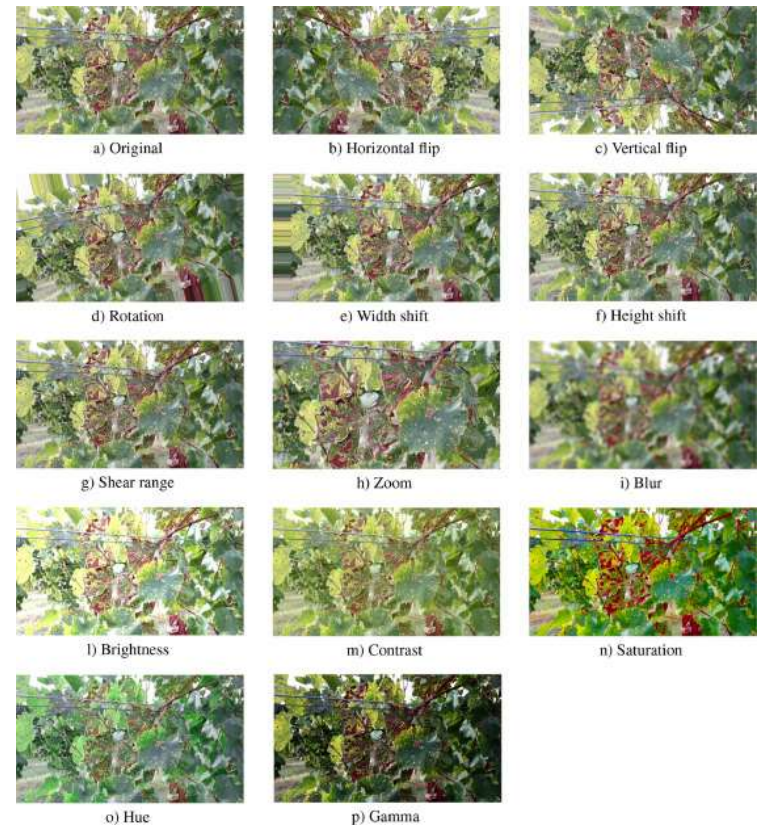
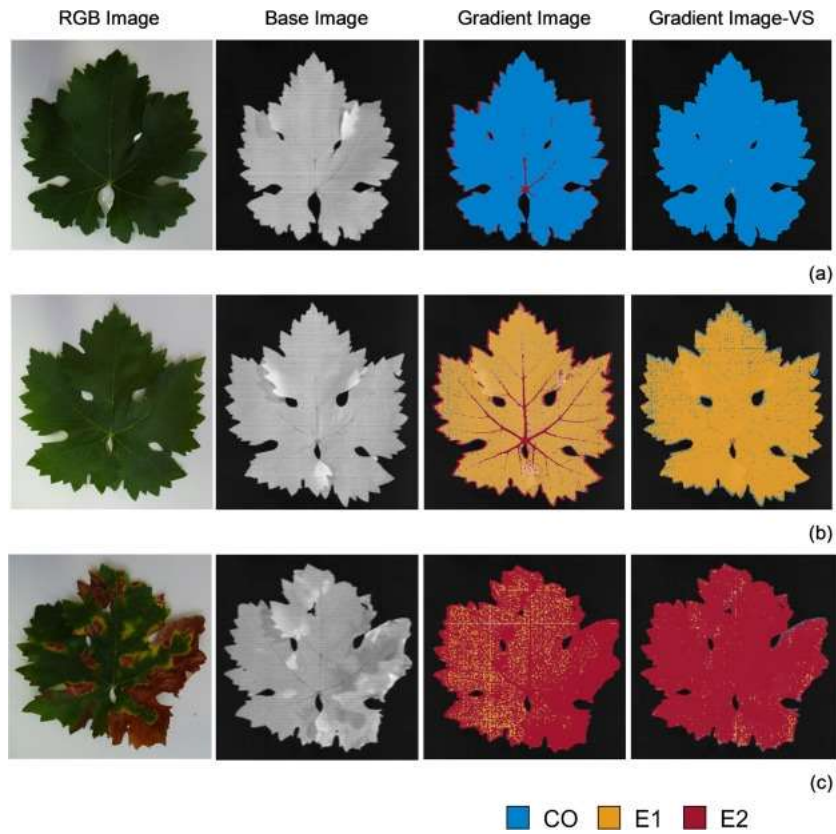
DropSight[®]

Droplet Size Distribution (DSD) Functionality

Obrada slike



Leaves of different fig varieties with predominant symptoms accompanied by appropriate binary images. (A) Izraelka, (B) Sultanija, (C) Jesenka, (D) Trojka, (E) Kalamata, (F) Sušilica.



Claudia Pérez-Roncal, Silvia Arazuri, Carlos Lopez-Molina, Carmen Jarén, Luis G. Santesteban, Ainara López-Maestresalas, Exploring the potential of hyperspectral imaging to detect Esca disease complex in asymptomatic grapevine leaves, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 196, 2022, 106863, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106863>.

M. Alessandrini, R. Calero Fuentes Rivera, L. Falaschetti, D. Pau, V. Tomaselli, C. Turchetti. A grapevine leaves dataset for early detection and classification of esca disease in vineyards through machine learning, *Data in Brief*, Volume 35, 2021, 106809, ISSN 2352-3409, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.106809>.

GTDs – Symptoms

Detected first symptoms – Vineyard of Biotechnical faculty

17. Jun. 2022



25. Jun. 2023



20. May. 2024



Dronovi za primjenu sredstava za zaštitu bilja i mineralnih đubriva



<https://ecoroadsgroup.com/dji-introduces-agras-t20-drone-for-agricultural-spraying/>



<https://mydroneprofessional.com/best-agriculture-drone-for-spraying-fertilizer-and-pesticides/>

- Tretiranje ratarskih i povrtarskih usjeva
- Tretiranje voćarskih i vinogradarskih zasada
- detekcija bolesti i štetočina putem dronova

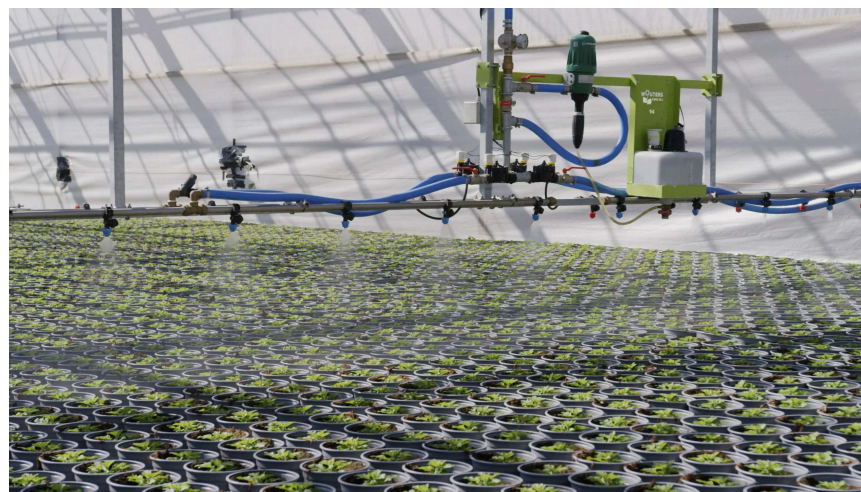


**Primjena robota
u poljoprivredi**

Berenstein, R., Shahar, O.B., Shapiro, A. et al. Grape clusters and foliage detection algorithms for autonomous selective vineyard sprayer. Intel Serv Robotics 3, 233–243 (2010). <https://doi.org/10.1007/s11370-010-0078-z>



<https://www.pegasusrobotics.com/blogs/news/xag-r150-spray-on-apple-orchard>



<https://www.agriexpo.online/prod/hortimec-bv-191782.html>



Cantelli, L.; Bonaccorso, F.; Longo, D.; Melita, C.D.; Schillaci, G.; Muscato, G. A Small Versatile Electrical Robot for Autonomous Spraying in Agriculture. *AgriEngineering* 2019, 1, 391-402. <https://doi.org/10.3390/agriengineering1030029>



Webinar iz oblasti bolesti drveća vinove loze i mogućnosti biološke zaštite

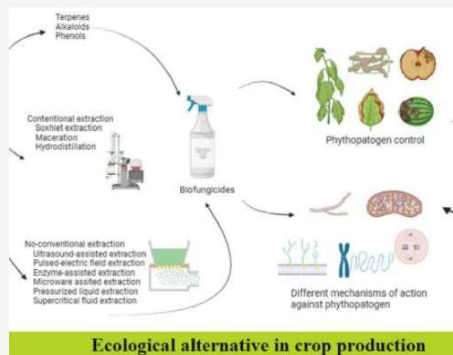
Zahvaljujući saradnji Univerziteta Reims Šampanj-Arden (University of Reims Champagne-Ardenne) iz Francuske i Univerziteta Crne Gore na Erasmus + projektu (K171), na Biotehničkom fakultetu je u četvrtak 16. januara 2025. godine održan webinar u organizaciji Univerziteta Reims & Scaron...



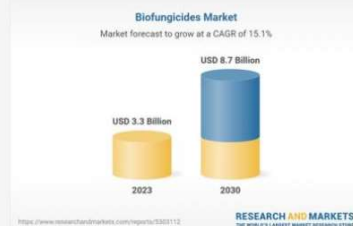
17. Jan 2025

Biofungicidi na bazi biljnih ekstrakata

Fitopatogene gljive su odgovorne za brojne bolesti poljoprivrednih kultura i uzrokuju velike probleme u snabdijevanju u globalnom lancu ishrane. Međutim, biljke su mogle da se zaštite od bolesti i prije nego što su ljudi počeli da koriste mjere zaštite. Naime, biljke sinteti&...



02. Nov 2024



Sve veća upotreba biofungicida u zaštiti bilja

02. Nov 2024

Sajt: <https://bioapp.me/>

Aplikacija u pripremi



Učestvovanje na međunarodnoj naučnoj konferenciji „Nauka, filozofija nauke i naučna metodologija“

28. Sep 2024