

Krešimir ŠIMUNAC, Zrinka DRMIĆ, Jelena PLAVEC, Adrijana NOVAK, Dario IVIĆ, Lorena RAVLIĆ, Željko BUDINŠČAK

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
kresimir.simunac@hapih.hr

PROPADANJE ŠEĆERNE REPE U HRVATSKOJ U 2023. I 2024. GODINI

SAŽETAK

Na području Vukovarsko-srijemske i Osječko-baranjske županije u posljednje dvije godine zabilježeno je masovno propadanje korijena šećerne repe. Iako je posljedica u obje godine ista, a to je velik gubitak prinosa, uzroci su bili potpuno različiti. Godine 2023. propadanje je bilo uglavnom uzrokovano gumozom, čiji je uzročnik '*Candidatus Phytoplasma solani*'. Zbog obima štete, i u 2024. godini prikupljeni su uzorci za analizu, u svrhu utvrđivanja prisutnosti fitoplazme. Međutim, svi analizirani uzorci biljnog materijala bili su negativni. Smanjenje prinosa i propadanje korijena šećerne repe u 2024. rezultat je visokih temperatura zraka, dugotrajne suše i drugih vremenskih nepogoda. Nijedan od navedenih uzroka propadanja šećerne repe nema jednostavno rješenje. Bez uvođenja mjera za smanjenje utjecaja klimatskih promjena, poput navodnjavanja, prilagođavanja agrotehničkih mjera, ranije sjetve te praćenja i kontrole pojave fitoplazme i njezinih vektora, neće biti moguće uspješno uzgajati šećernu repu u ekstremnim godinama kakve su bile posljednje dvije.

Ključne riječi: šećerna repa, propadanje, trulež korijena, fitoplazma, glodavci

UVOD

Hrvatski je rječnik 2023. godine dobio novu riječ – „šećerice“. Ona se odnosi na biljke od kojih se proizvodi šećer. Jedna od njih je i šećerna repa, glavna kultura u Hrvatskoj koja se uzgaja za proizvodnju šećera. Dakle, šećerna repa primarna je šećerica u Hrvatskoj. Osim za šećer, repa se može koristiti za proizvodnju biogoriva i etanola, dok se lišće i melasa koriste u ishrani stoke, a nusproizvod pektin u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. U svijetu se godišnje proizvede oko 260 milijuna tona korijena šećerne repe (FAO, 2022.), što čini otprilike 20 % svjetske proizvodnje šećera od šećerne repe, a preostalih 80 % proizvodi se od šećerne trske (EK, 2025.). U Hrvatskoj su se površine zasijane šećernom repom smanjile za više od 70 %, s nekadašnjih 37 000 hektara (prije desetak godina) na samo 8000 ha u 2023., 11 700 ha u 2024. te planiranih 8000 hektara u 2025. (Eurostat, 2025.). Povećanje površina pod repom u 2024. godini dogodilo se unatoč masovnom propadanju korijena šećerne repe u prethodnoj godini. Glavni uzrok masovnog propadanja korijena bila je fitoplazma '*Ca. Phytoplasma solani*'. Tako je 2024. posijano 34 % više

površina šećernom repom u odnosu na 2023. godinu. Očito su više otkupne cijene, koje je omogućila visoka cijena šećera, kao i visoki poticaji, prevladali nad neizvjesnom proizvodnjom. Međutim, s te povećane površine dobiveno je 32,5 % manje šećera nego u prethodnoj godini (Eurostat, 2025.).

Propadanje korijena šećerne repe ponovilo se u 2024. g., ali primarni uzrok nije bila fitoplazma nego klimatski ekstremi te, posljedično, intenzivan napad štetočina i bolesti na oslabljenu šećernu repu.

PROPADANJE ŠEĆERNE REPE U 2023. GODINI

U brojkama godina nije klimatološki uvelike odstupala od višegodišnjeg prosjeka (DHMZ, 2025.) i bila je pogodna za uzgoj šećerne repe. Do kraja kolovoza nisu uočene neobične promjene na korijenu i on je bio zadovoljavajuće veličine i oblika. U najtoplijem se razdoblju povijeno lišće zbog gubitka turgora i mjestimične kloroze nisu povezivale s prisutnošću biljnih bolesti ili s fitoplazmom, već s ljetnim vrućinama. Potkraj ljeta na pojedinim je parcelama uočeno propadanje i truljenje korijena koje se prema kraju sezone intenziviralo. Većina pregledanih parcela (90 %) imala je simptome truljenja korijena u različitu obimu. Pojedine su parcele već u listopadu imale potpunu defolijaciju, a korijen je bio sitan i/ili truo. Na većini su parcela biljke na rubnim dijelovima bile slabije razvijene s izraženim žućenjem listova ili bez lišća te su se unutar polja formirale oaze zahvaćenih biljaka. Na nekim biljkama slabije kondicije vizualnim je pregledom utvrđena trulež korijena, a na simptomatičnim biljkama kod kojih je korijen bio bez truleži, mogla se uočiti gumozna konzistencija i smežurana površina. Izgled korijena podsjećao je na one u prizmi repe koja je duže vrijeme stajala na polju prije odvoza na preradu. Rep korijena bio je savitljiv i nije pucao. U cjelovitu korijenu, koji nije imao oštećenja, truljenje je redovito kretalo od repa korijena. Izvađena repa koja je slagana u prizme iznimno je brzo počela truliti, već nakon 24 sata. To truljenje bilo je intenzivnije na višim temperaturama zraka. Nakon što se to uočilo, repa koja je išla na preradu, čuvala se u trapu. Prerada zaražena korijena bila je otežana, izmjerene su značajno niže digestije te visok udio nečistoća.

Zbog sumnje da je uzročnik gumoze fitoplazma, u obzir su uzete dvije fitoplazme. Prva od njih je '*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*' koja uzrokuje tzv. „sindrom siromaštva“ (kratica SBR iz francuskog naziva „syndrome des basses richesses“). Poznato je da se ovaj uzročnik pojavljuje na području Njemačke, Francuske i Švicarske. Simptomi kako ih opisuju Zübert i Kube (2021.) mogli bi odgovarati simptomima uočenima u Hrvatskoj. Zaražene biljke imaju klorotično lišće, a ono starije je nekrotizirano. U retrovegetaciji dolazi do formiranja svijetlog, smanjenog i uskog lišća. Floem u korijenu smeđe je boje. Patogen se prenosi vektorom *Pentastiridius leporinus* (Cixiidae).

Druga fitoplazma koja može izazvati velike štete na šećernoj repi je '*Ca.*

Phytoplasma solani'. U Njemačkoj i Francuskoj opisana je kao manje bitan uzročnik „sindroma siromaštva“ – SBR-a (Bressan i sur., 2008., Zübert i Kube, 2021.). Međutim, na području Panonske nizine ona je primaran uzročnik gumoze šećerne repe (Đuduk i sur., 2023., Kosovac i sur. 2023., Drmić i sur. 2024.). Također je poznata pod nazivom „rubbery taproot disease“ – RTD. 'Ca. Phytoplasma solani' ima kompleksan epidemiološki ciklus i mnogo biljnih domaćina te u posljednje vrijeme, osim na šećernoj repi, uzrokuje značajne štete na mnogim drugim kulturama, poput vinove loze, kukuruza, krumpira i lavande (Plavec, 2019.). Živi u floemu biljaka te se prenosi cikadama (Hemiptera: Cixiidae, Auchenorrhyncha) na perzistentan način. Mogući vektori prisutni kod nas su *Hyalesthes obsoletus*, *Reptalus cuspidatus*, *Reptalus quinquecostatus* i *Reptalus panzeri* (Plavec i sur., 2024.). Drmić i sur. (2024.) navode kako je upravo 'Ca. Phytoplasma solani' bila glavni uzročnik propadanja šećerne repe u Hrvatskoj u 2023. g. Bolest se pojavila naglo i na većini parcela smanjila urod, a na pojedinim je parcelama došlo do potpunog uništenja prinosa tako da takva repa i nije vađena. Na oslabljenu repu naselili su se saprofitski organizmi, poput različitih gljiva, kvasaca i bakterija, koji su dovršili propadanje. Ta je godina bila najlošija po prinosu u novijoj povijesti uzgoja šećerne repe (Eurostat, 2025.).

PROPADANJE ŠEĆERNE REPE U 2024. GODINI

Sjetva šećerne repe u 2024. započela je rano, u prvoj polovici ožujka. Već su u lipnju srednje dnevne temperature bile preko 33 °C. Srpanj i kolovoz bili su iznadprosječno vrući s iznimno malo vlage i padalina. Na listovima biljaka šećerne repe izmjerene su temperature i preko 55 °C. Usto, zabilježena je i tuča u više navrata, tijekom lipnja i srpnja (MPŠR, 2024.).

Previsoka temperatura ima negativan utjecaj na stanice biljke jer dolazi do oštećenja membrana i citoskeletnih proteina, pogrešnog savijanja proteina i smanjene aktivnosti enzima. Takve promjene na molekularnoj razini usporavaju ili potpuno zaustavljaju procese poput fotosinteze, respiracije, transpiracije i osmotske regulacije (Zhao i sur. 2020.). Zbog toga se dio biljaka nije dovoljno razvio, a veliki je dio zbog smanjene kondicije bio podložan napadu bolesti i štetnika. Zabilježene su iznimno velike štete od glodavaca, poput poljskog miša (*Apodemus agrarius*) i poljske voluharice (*Microtus arvalis*), koji su većinu šteta napravili tijekom ljeta, a na oslabljen korijen od suše i oštećen od glodavaca naselili su se oportunistički, sekundarni patogeni i prouzročili njegovo truljenje (slika 1). Na brojnost glodavaca povoljno su utjecale izdašne količine hrane koje su se ponudile štetnicima nakon snažnih oluja iz srpnja 2023. g. s udarima vjetra od preko 200 km/h, pri čemu je došlo do polijeganja većine okopavina. Razmnožavanju glodavaca pogodovala je i blaga zima koja je uslijedila.

Na korijenu u trapu bilo je šteta i od repina moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) koji je svojom ishranom također otvorio put za ulazak drugih patogena i truljenje korijena (slika 2). Krajnji je rezultat svih negativnih posljedica još manji prinos, pa je u odnosu na prethodnu godinu s 34 % veće površine dobiveno 32,5 % manje šećera (Eurostat, 2025.).



Slika 1. Gornji desni dio korijena izgrizao je glodavac te je vidljivo da je truljenje korijena neizravna posljedica hranjenja glodavca.

Figure 1. The upper right part of the root has been damaged by a rodent. Obviously, its feeding resulted with root rot as secondary consequence.



Slika 2. Karakteristična šteta od repina moljca (*Scrobipalpa ocellatella*) na korijenu šećerne repe

Figure 2. Characteristic damage on sugar beet roots caused by the beet moth (*Scrobipalpa ocellatella*)

Laboratorijske analize u 2024. godini

Poučeni epifitocijskom pojavom gumoze koju uzrokuje 'Ca. Phytoplasma solani', u 2024. uzeto je 30 uzoraka listova šećerne repe za bakteriološku analizu. Uzorci su uzimani sa slabijih biljaka koje su pokazivale simptome žućenja ili je uzimano lišće nastalo u retrovegetaciji. Uzeti su uzorci na području Vukovarsko-srijemske i Osječko-baranjske županije, od kraja lipnja do listopada. Lišće je spremljeno u vrećicu i u prijenosnom hladnjaku dostavljeno u Laboratorij za bakteriologiju u Centar za zaštitu bilja. Iz prikupljenih uzoraka listova šećerne repe izoliran je sadržaj ukupnih nukleinskih kiselina CTAB metodom (Maixner i sur. 1995.; Šeruga i sur. 2003.). Za utvrđivanje prisutnosti fitoplazmi uzorci su analizirani metodom lančane reakcije polimerazom u

stvarnom vremenu (eng. *real-time PCR*) za univerzalnu detekciju fitoplazmi prema Christensen i sur. (2004.). Svi testirani uzorci bili su negativni. Dakle, provedenim analizama nije potvrđena prisutnost fitoplazme u lišću šećerne repe. Dobiveni su rezultati neobični jer je prethodne godine zaraza bila masovna. No za '*Ca. Phytoplasma solani*' zna se da je na našem području prisutna od davnina i da može stvarati probleme u pojedinim, povoljnim godinama. Prvi zapisi sa sličnim simptomima na šećernoj repi u Slavoniji opisani su davne 1891. (Kišpatić, 1983.). Velike štete zabilježene su posljednjih godina u Banatu i Bačkoj (Ćurčić i sur., 2022.).

Za mikološke analize uzeto je 15 uzoraka korijena. Na dva uzorka potvrđena je prisutnost suhe truleži koju uzrokuje *Macrophomina phaseolina*. Svi prikupljeni uzorci korijena bili su truli s različitim stupnjem oštećenja. Uzročnici truleži su sekundarni paraziti iz rodova *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Rhizopus* i *Geotrichum*, a sve je bilo popraćeno bakterijskom mekom truleži uz prisutnost kvasaca. Na korijenu su zabilježena mehanička oštećenja od štetnika koja su omogućila brz napredak sekundarnih parazita. Zatečeno stanje ukazuje na općenito lošu kondiciju biljaka.

Temperatura kao izvor stresa za šećernu repu

Abiotski stres može utjecati na smanjenja prinosa brojnih kultura i do 50 % (Philanim i sur., 2022.). U proizvodnji otpornih kultivara šećerne repe, za određeno svojstvo poput otpornosti na neku bolest ili potencijal, za udio šećera postoji analogni gen ili skupina gena. Međutim, za otpornost na stres izazvan visokim temperaturama nije detektiran analogni gen, već se ona vidi na temelju parametara koji određuju kvalitetu korijena. Yolcu i sur. (2021.) smatraju da je lisna površina bitan parametar u procjeni otpornosti sorte na visoke temperature jer ona određuje rast i razvoj biljke i u izravnoj je korelaciji s korijenom i prinosom šećera. Kliachenko i sur. (2022.) zaključili su u svom istraživanju utjecaja ekstremnih temperatura na šećernu repu da sorta ne mora nužno biti faktor koji jamči otpornost na visoke temperature. Utvrdili su da ne postoji korelacija u otpornosti na visoke temperature između 10 sorata izloženih temperaturama od 41 °C, 45 °C i 47 °C. Također je u istraživanju mjerena otpornost na udio slobodnog prolina, kojega je bilo 50 % više u biljkama izloženima visokim temperaturama. Slobodni prolin ključni je metabolit koji se sintetizira u šećernoj repi izloženoj suši te joj pomaže u regeneraciji nakon toplinskog stresa. To je spoj s dušikom koji se može sintetizirati i uslijed neuravnotežene ishrane. Njegova prisutnost utječe negativno na kristalizaciju šećera u proizvodnji te dovodi do stvaranja obojenih spojeva zbog kojih se smanjuje kvaliteta sirovine (Putnik-Delić i sur., 2018.).

Rast temperature u pojedinim fazama može imati pozitivan utjecaj na rast i razvoj šećerne repe. Na primjer, u fazi nicanja više temperature ubrzavaju rast i

.....

razvoj biljke, pa ona postaje otpornija na napad štetnih organizama. Neke od mjera borbe protiv visoke temperature i manjka vlage uključuju raniju sjetvu te prilagođenu agrotehniku konzervaciji zimske vlage. Vrijeme sjetve dobro je istražen aspekt proizvodnje šećerne repe. Ranijom sjetvom produžuje se razdoblje vegetacije, prije se zatvore redovi i bolje se očuva vlaga u tlu. Lamichane i sur. (2019.) istraživali su rokove sjetve šećerne repe s pomoću modela. Istraživanja su provedena za uvjete u Francuskoj gdje se sjetva obavlja sredinom ožujka, pa se rezultati mogu usporediti i s našim podnebljem. Modelirali su rezultate i zaključili da će ranija sjetva, sredinom veljače, biti iznimno važna zbog kompenziranja štete od ljetne suše. Uzimali su u obzir dugoročnu prognozu zbog izbjegavanja kasnog mraza. Prema tom se istraživanju predviđa da će nakon 2060. ranija sjetva, početkom ili sredinom veljače, biti uobičajena praksa jer neće biti opasnosti od kasnog mraza. Tako će sjetva, koja je bila uobičajena sredinom travnja 1980-ih godina, biti pomaknuta čak dva mjeseca ranije zbog utjecaja klimatskih promjena.

ZAKLJUČAK

Prosječan prinos šećera po hektaru u Hrvatskoj je 2023. iznosio 67,5 % prosjeka EU-a, dok je 2024. iznosio svega 40 % prosjeka EU-a (Eurostat, 2025.). Ovi podatci govore koliko je upitna isplativost proizvodnje. Zbog toga je, osim programa potpore za proizvođače repe, država osigurala potporu za nadoknadu štete od 9 milijuna € (MPŠR, 2024.).

Na temelju iskustava u posljednje dvije godine, odnosno smanjena uroda zbog suše, štetnika i bolesti, može se zaključiti da postoje veliki problemi u uzgoju šećerne repe u Hrvatskoj. Izgleda da su ti problemi povezani s užim geografskim područjem, pa se za njihovo rješavanje ne možemo osloniti na druge. Utjecaj abiotskih čimbenika ključan je faktor u uzgoju repe. Povoljne godine poput 2015. i 2018. zasigurno će se ponoviti, ali ne znamo kada. Upravo ta neizvjesnost mora biti razlog uvođenja mjera borbe protiv vremenskih ekstrema. To uključuje ranije rokove sjetve, postavljanje sustava drenaže, navodnjavanja i druge prilagodbe agrotehničkih zahvata te uzgoj otpornih kultivara. Isto tako, možemo očekivati da će se u skorijoj budućnosti ponovno pojaviti problemi s fitoplazmom na šećernoj repi. Njezina biologija i uzroci masovne pojave nisu potpuno razjašnjeni, pa preostaje utvrditi vektore koji ju prenose i ostale faktore koji utječu na njezino širenje. Potrebno je utvrditi od kuda dolazi, u doslovnom smislu, i kamo ide, u prenesenom značenju.

SUGAR BEET FAILURE IN CROATIA IN 2023 AND 2024 YEARS**SUMMARY**

A massive failure of sugar beet root has been recorded in the last two years in Vukovar-Srijem and Osijek-Baranja counties. Although the consequences in both years are the same, which is a large loss of yield, the causes were completely different. In 2023, the decay was mainly caused by rubbery taproot disease (RTD) caused by '*Candidatus Phytoplasma solani*'. Due to the extent of the damage, in 2024 samples were collected for analysis in order to determine the presence of phytoplasma. However, all analyzed samples of plant material were negative. The decrease in yield and damages on sugar beet root in 2024 were caused by high temperatures, prolonged drought and other inclement weather conditions. None of the mentioned causes of sugar beet failure has a simple solution. It will not be possible to successfully grow sugar beet in extreme years without the mitigation measures to reduce the impact of climate change such as irrigation, adaptation of agrotechnical measures, earlier sowing, monitoring and control of the emergence of phytoplasma and its vectors.

Key words: sugar beet, crop failure, root rot, phytoplasma, rodents

LITERATURA

Bressan A., Sémétey O., Nusillard B., Clair D., Boudon-Padieu E. (2008.). Insect vectors (Hemiptera: Cixiidae) and pathogens associated with the disease syndrome "basses richesses" of sugar beet in France. *Plant Dis* 92: 113–119.

Christensen, N.M., Nicolaisen, M., Hansen, M., Schulz, A. (2004.). Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real-time PCR and bioimaging. *Mol Plant Microbe Interact*, 17(11):1175-84.

Ćurčić, Ž., Kosovac, A., Rekanović, E., Stepanović, J., Duduk, B. (2022.). Gumoza šećerne repe ozbiljna pretnja proizvodnji šećerne repe u centralnoj Evropi. u Zbornik referata, 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 2. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 105-112.

DHMZ (2025). Praćenje klime. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje¶m=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=8&Godina=2023, pristupljeno 5.3.2025.

Drmić, Z., Šimunac, K., Plavec, J., Marić, K., Ivić, D. (2024). Masovna pojava gumoze šećerne repe u istočnoj hrvatskoj u 2023. godini. *Glasilo biljne zaštite*, 24(3), 407-416.

Duduk, N., Vico, I., Kosovac, A., Stepanović, J., Ćurčić, Ž., Vučković, N., Rekanović, E., Duduk, B. (2023). A biotroph sets the stage for a necrotroph to play: '*Candidatus Phytoplasma solani*' infection of sugar beet facilitated *Macrophomina phaseolina* root rot. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1164035.

EK, Europska Komisija (2025). Šećer, dostupno na: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/sugar_en, pristupljeno 5.3.2025.

Eurostat (2025). Sugar beet data, dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/ef_alsbeet, pristupljeno: 2.3.2025.

FAO, Agricultural production statistics 2000–2022 (2022). Dostupno na: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fba4ef43-422c-4d73-886e-3016ff47df52/content>, pristupljeno 10.3.2025.

Kliachenko, O., Prysiazhniuk, L., Bokiy, O., Syplyva, N., Melnyk, S. (2022). Obtaining Temperature-Resistant Sugar Beet Lines (*Beta vulgaris* L.), Ecological Engineering & Environmental Technology 24(1), 22–28.

Kišpatić, J. (1983.). Bolesti šećerne repe i krumpira, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb. 44-46

Kosovac, A., Ćurčić, Ž., Stepanović, J., Rekanović, E., Duduk, B. (2023). Epidemiological role of novel and already known 'Ca. P. solani' cixiid vectors in rubbery taproot disease of sugar beet in Serbia. Sci. Rep. 13:1433.

Lamichhane, J.R., Constantin, J., Aubertot, J. N., Dürr, C. (2019). Will climate change affect sugar beet establishment of the 21st century? Insights from a simulation study using a crop emergence model, Filed Crop Res. 23, 64–73

Maixner, M., Ahrens, U., Seemüller, E. (1995). Detection of the German Grapevine Yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and a vector by a specific PCR procedure. Eur J Plant Pathol. 101: 241–250.

MPŠR, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (2024). Program potpore za nadoknadu štete koju su pretrpjeli proizvođači šećerne repe u 2024. godini. Dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Program%20%C5%A1e%C4%87erna%20repa.pdf>, pristupljeno: 12.3.2025.

Philanim W. S., Kumar A., Shettigar N. (2022). Biotechnological Approaches in Sugar Beet Development. In Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Springer, Singapore, 75–89. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_5

Plavec, J. (2019). Nalazi i epidemiološki značaj *Candidatus* phytoplasma solani (stolbur fitoplazma) te mogućnost njezina širenja na druge gospodarske kulture u Hrvatskoj, Glasilo biljne zaštite 6/19; 631-639

Plavec, J., Ivančan, G., Škorić, D., Foissac, X., Šeruga Musić, M. (2024). Genetically divergent 'Candidatus Phytoplasma solani' isolates in Croatian vineyard pathosystems suggest complex epidemiological networks. Phytopathol Res 6, 46; 1-19.

Putnik-Delić, M., Maksimović, I., Nagl, N., Lalić, B. (2018). Sugar beet tolerance to drought: Physiological and molecular aspects. U Anđelković, V. (ur.), Plant, Abiotic Stress and Responses to Climate Change (pp. 389–402). London, UK: InTechOpen.

Šeruga, M., Škorić, D., Botti, S., Paltrinieri, S., Juretić, N., Bertaccini, A. F. (2003). Molecular characterization of a phytoplasma from the aster yellows (16Srl) group naturally infecting *Populus nigra* L. 'Italica' trees in Croatia. For Pathol. 33: 113-125.

Yolcu, S., Alavilli, H., Ganesh, P., Asif, M., Kumar, M., Song, K. (2021). An Insight into the biotic Stress Responses of Cultivated Beets (*Beta vulgaris* L.). Plants, 11, 12.

Zübert, C., Kube, M. (2021). Application of TaqMan Real-Time PCR for Detecting 'Candidatus Arsenophonus Phytopathogenicus' Infection in Sugar Beet, Pathogens, 10, 1466; 1-9.

Zhao, J., Lu, Z., Wang, L. i Jin, B. (2020). Plant responses to heat stress, Physiology, transcription, noncoding RNAs, and epigenetics. *International Journal of Molecular Sciences* 22, 117.

Stručni rad