

Pregledni naučni rad

DOI: 10.5937/SVS25064D

BIOSIGURNOSNE MERE KAO FAKTOR PREVENCIJE SLINAVKE I ŠAPA U FARMSKOM UZGOJU ŽIVOTINJA

Milutin Đorđević^{1*}, Vladimir Drašković¹, Darja Fjodorov¹, Radislava Teodorović¹, Katarina Nenadović¹, Marijana Vučinić¹, Radovan Marčetić¹

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za zoohigijenu, Beograd, Republika Srbija

*e-mail kontakt osobe: milutin@vet.bg.ac.rs

Kratak sadržaj

Slinavka i šap (FMD) predstavlja visokokontagioznu virusnu bolest papkara koja izaziva velike ekonomske gubitke u farmskoj proizvodnji. Zbog brzog širenja virusa, naročito u uslovima intenzivne proizvodnje, primena biosigurnosnih mera postaje ključna u prevenciji širenja i kontroli ove bolesti. Ovaj rad razmatra ulogu eksternih i internih biosigurnosnih mera, sa posebnim akcentom na sanitaciju objekata i opreme, uključujući mehaničko čišćenje, sanitarno pranje i dezinfekciju proverenim dezinficijensima u odgovarajućim koncentracijama i uz propisano vreme ekspozicije. U svrhu dezinfekcije, pored hipohlorita, natrijum-hidroksida i organskih kiselina, naglašava se i važnost primene savremenih dezinficijenasa nove generacije. Pored toga, analiziraju se zakonski okviri, uloga edukacije farmera i značaj kontrole kretanja ljudi i životinja. Takođe, akcenat je stavljen i na važnost postojanja pisane evidencije i nadzora u cilju provere efikasnosti, čime se značajno doprinosi sprečavanju širenja FMD virusa u farmskom uzgoju stoke.

Ključne reči: biosigurnost, dezinfekcija, farma, slinavka i šap

UVOD

Slinavka i šap (engl. FMD - *foot-and-mouth disease*) predstavlja jednu od najkontagioznijih virusnih bolesti domaćih i divljih papkara, sa ozbiljnim ekonomskim i zdravstvenim posledicama po stočarsku proizvodnju širom sveta. Transmisija virusa se odigrava velikom brzinom, naročito na mestima gde boravi veliki broj životinja, kako istih tako i različitih vrsta (Weaver i sar., 2013). Upravo zbog toga, biosigurnosne mere na farmama i gazdinstvima koja uzgajaju domaće životinje, predstavljaju ključni element u prevenciji i kontroli bolesti slinavke i šapa.

Ova bolest ne predstavlja pretnju po zdravlje ljudi i bezbednost namirnica animalnog porekla, već izaziva ogromne ekonomske gubitke u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji, kao i na polju međunarodne trgovine, usled svoje velike infektivnosti i brze transmisije (Knight-Jones i sar., 2013). Obolele odrasle jединke se mogu oporaviti

od ove bolesti, dok mlade životinje uglavnom ispoljavaju teže kliničke znake bolesti, koji se mogu završiti letalnim ishodom. Posledice infekcije virusom slinavke i šapa se ogledaju u padu proizvodnje mleka, hroničnim mastitisima, trajnim oštećenjima papaka i dr.

Ovaj rad ima za cilj da prikaže značaj sprovođenja biosigurnosnih mera u intenzivnim sistemima gajenja životinja, sa posebnim osvrtom na upravljanje farmama i dezinfekciju proizvodnih celina. Kroz analizu postojećih smernica i primera dobre farmske prakse, biće istaknuta važnost kontrole kretanja životinja, nadzora zdravlja stada, ograničavanja kontakta sa divljim životinjama i štetočinama, kao i uloga edukacije farmera i stočara. Rad doprinosi razumevanju biosigurnosnih izazova u farmskom uzgoju životinja, te može poslužiti kao osnov za unapređenje nacionalnih strategija u borbi protiv slinavke i šapa.

VIRUS SLINAVKE I ŠAPA

Virus Slinavke i šapa (engl. FMDV – *Foot and mouth disease virus*) izaziva vrlo kontagioznu zaraznu bolest koja pre svega pogađa kako divlje, tako i domaće papkare. Ovaj virus spada u grupu RNK virusa, roda *Aphthovirus*, familije Picornaviridae, a u prirodi se javlja sedam najznačajnijih serotipova: O, A, C, SAT 1, SAT 2, SAT 3 i Asia 1, dok je serotip O najčešće izolovan širom sveta. Kod prisutnih serotipova virusa, javljaju se različiti sojevi istog, a do danas je izolovano preko 60 sojeva, dok se novi sojevi povremeno pojavljuju (Jamal i sar., 2013). Većina sojeva inficira sve vrste papkara, ali postoje određeni sojevi koji su specifični za jednu životinjsku vrstu, poput goveda, svinja i dr. Treba istaći da imunitet koji se stekne za određeni soj jednog serotipa, ne predstavlja efikasan imunitet protiv sojeva drugih serotipova, dok situacija sa sojevima unutar istog serotipa varira, te se zaštita putem vakcine pored ciljanog soja nekada može odnositi i na druge sojeve, a ponekad to ne mora biti slučaj (Mahapatra i Parida, 2018). Iz iznetog se može zaključiti da efikasna primena vakcinacije, kao mere kontrole protiv ove zarazne bolesti, mora biti zasnovana na poznavanju cirkulišućeg soja virusa slinavke i šapa, jer u suprotnom primena same mere neće dati rezultate.

Virus slinavke i šapa je prisutan u skoro svim delovima sveta gde se uzgajaju životinje. Preko 100 zemalja je još uvek zahvaćeno enzootijama i epizootijama koje izaziva ovaj virus, a sama distribucija virusa zavisi od razvijenosti zemalja i ekonomskog statusa. U visoko razvijenim delovima sveta, virus je mahom eradikovano (Jamal i sar., 2013). Međutim, nedavni slučajevi pojavljivanja virusa slinavke i šapa u Nemačkoj, Mađarskoj i Slovačkoj (WHO, 2025) ukazuju na to da je pojava virusa moguća u svim delovima sveta, te da je neophodno biti na oprezu i pridržavati se svih preporučenih mera, koje sprečavaju dalje širenje i distribuciju istog.

Virus slinavke i šapa (FMDV) može se naći u svim sekretima i ekskretima akutno inficiranih životinja, uključujući izdahnuti vazduh, pljuvačku, mleko, urin, feces i spermu, kao i u tečnosti iz vezikula (afti) koje nastaju tokom infekcije na sluzokoži i koži, pre svega usne i nosne duplje (Brown i sar., 2022). Najveća količina virusa se obično stvara u trenutku kada vezikule pucaju i kada se pojavljuju najizraženiji klinički znaci bolesti. Međutim, neke životinje mogu izlučivati virus i do četiri dana pre manifestacije kliničkih znakova bolesti (Paton i sar., 2018). Virus može ući u organizam udisanjem ili gutanjem, kao i kroz lezije na koži i sluzokoži. Osetljivost na

različite ulazne puteve varira među vrstama. Goveda su posebno osetljiva na virus u aerosolu, dok su za svinje potrebne znatno veće doze da bi se inficirale istim putem. Mehanička transmisija putem fomita (predmeti i oprema kontaminirani virusom) i vektora (npr. drugih životinja i ljudi) takođe je važna za širenje ovog virusa. Prenos putem vazduha može se dogoditi u povoljnim klimatskim uslovima, pri čemu neki virusi mogu biti transmitovani na velike udaljenosti, naročito preko vodenih površina, ali se ipak smatra da se virus slinavke i šapa putem aerosola može preneti kopnenim putem na udaljenost ne veću od 10 km kopnenim putem.

Životinje mogu postati nosioci virusa slinavke i šapa bez obzira na to da li su imale kliničke znake bolesti ili su isti izostali. Nosioci virusa su životinje kod kojih se virusne nukleinske kiseline ili infektivne čestice virusa mogu otkriti duže od 28 dana nakon infekcije (Moonen i Schrijver, 2000). Trajanje statusa nosioca varira među vrstama. Većina goveda nosi virus do šesti meseci, ali nekada mogu ostati inficirana i do 3,5 godine. Virus ili njegove nukleinske kiseline su otkrivene do 12 meseci nakon infekcije kod ovaca (iako većina nosi virus od 1 do 5 meseci) i do 4 meseca kod koza. Pojedini afrički bivoli mogu biti nosioci i do pet godina. Svinje se ne smatraju nosiocima, iako je u nekoliko izveštaja dokumentovano prisustvo virusnih nukleinskih kiselina posle 28 dana (Moonen i Schrijver, 2000).

Većina studija sugeriše da je virus u prirodi infektivan tri meseca ili kraće. U hladnim klimatskim predelima, opstanak virusa je moguć do šest meseci. Stabilnost virusa se povećava na nižim temperaturama. Prisustvo organske materije, kao i zaštita od sunčeve svetlosti, doprinose dužem opstanku virusa. Virus slinavke i šapa je osetljiv na promene pH i inaktivira se pri pH vrednostima ispod 6.0 i iznad 9.0 (Mielke i Garabed, 2020). Na opstanak virusa značajno utiče vlažnost vazduha, što potvrđuje nekolicina studija, koje su dokazale da opstanku virusa pogoduje veća vlažnost, te na istim temperaturama, proporcionalno snižavanju vlažnosti vazduha, snižava se i stepen preživljavanja virusa. Pored svega navedenog, treba istaći da preživljavanje virusa značajno pogoduje i prisustvo vegetacije i organske materije, te da virus opstaje znatno duži vremenski period u prisustvu istih, pri istim vrednostima temperature, pH i vlažnosti vazduha, u odnosu na okruženje bez prisustva vegetacije i organske materije (Mielke i Garabed, 2020). Na osnovu navedenog, može se zaključiti da su farme koje se nalaze u regionima sa povećanom vlažnošću vazduha i bogatijom vegetacijom znatno podložnije dužem opstanku virusa u spoljašnjoj sredini, što ih čini podobnijom lokacijom za širenje infekcije i zahteva sprovođenje rigoroznijih biosigurnosnih mera, kao i redovnu kontrolu potencijalnih izvora kontaminacije. Dodatni rizik predstavljaju i ispusti na takvim farmama, koji u okruženjima bogatim vegetacijom i visokom vlažnošću vazduha mogu privlačiti divlje životinje, čime se povećava mogućnost indirektnog prenosa virusa između domaćih i divljih vrsta.

U prostirci od slame ili u sena, koja se uglavnom koriste na farmama, virus može opstati i do 20 nedelja (Belsham i sar., 2021). Prilikom toplih vremenskih prilika, kada je feces pod direktnim uticajem sunčevih zraka na ispustima, virus slinavke i šapa može opstati i do 14 dana u tom materijalu, jer organska materija pomaže preživljavanje virusa (Mielke i Garabed, 2020). U urinu životinja, virus može preživeti i do 40 dana, u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine, a kako u ispustima na farmama urin najčešće dospeva u zemljište, sama infektivnost virusa se znatno redukuje tokom

letnjih meseci, gde u zemljištu virus može preživeti do 3 dana, ali tokom zimskih meseci i do 28 dana (Belsham i sar., 2021).

Iako se prilikom raspadanja leševa unutar istih dešavaju određeni biohemijski procesi koji menjaju pH i temperaturu, a te iste promene pogoduju uništavanju mnogih patogena, određene studije dokazuju opstanak virusa slinavke i šapa u određenim tkivima leševa životinja, poput mozga i koštane srži, dok se u velikim telesnim šupljinama isti inaktiviše (Schlosberg i sar., 2025) što ukazuje da leševi na pašnjacima, kao i u šumskim predelima mogu predstavljati izvor virusa, jer posebno divlje životinje često dolaze u kontakt sa njima.

ZAKONSKA REGULATIVA U REPUBLICI SRBIJI

Republika Srbija, kao kandidat za članstvo u Evropskoj Uniji, usklađuje svoja zakonska akta sa direktivama i uredbama Saveta Evropske unije i Evropskog parlamenta. Kada je reč o bolesti slinavki i šap, pravilnici Republike Srbije su usklađeni sa Direktivom EU 2003/85/EC, odnosno glavne odredbe ove direktive su sadržane u 2 pravilnika – Pravilniku o utvrđivanju mera za rano otkrivanje, dijagnostiku, sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje zarazne bolesti slinavke i šapa i u Pravilniku o utvrđivanju plana upravljanja kriznim situacijama.

U slučaju postojanja sumnje na pojavu virusa slinavke i šapa na teritoriji Republike Srbije, odmah se sumnja mora prijaviti nadležnom veterinarskom inspektoratu, koji po hitnom postupku, vrši epizootiološki uviđaj i uzima neophodan broj uzoraka za laboratorijsku dijagnostiku. Istovremeno, gazdinstvo, odnosno farma, se stavlja pod nadzor i sprovode se neophodne mere u cilju sprečavanja širenja patogena sa farme. Sve životinje sa farme se popisuju po vrstama, kategorijama i uzrastu, a evidentira se i broj uginulih i broj obolelih. Ovaj spisak se mora redovno ažurirati i beležiti svako odstupanje od prvobitnih podataka. Pored popisa životinja, popisuje se i zalihe hrane za životinje, svi proizvodi animalnog porekla, kao i potencijalno prisutni sporedni proizvodi životinjskog porekla. Sve gore navedene stavke je zabranjeno iznositi sa gazdinstva, odnosno zabranjuje se svaki vid transporta. Pored svega navedenog, na ulazu i na izlazu sa farme je neophodno obezbediti dezobarijere, kroz koje moraju prolaziti sva prevozna sredstva, kao i posetioци i osoblje (Službeni glasnik RS, br. 15/2010).

Ukoliko je laboratorijskim analizama potvrđeno prisustvo virusa slinavke i šapa na farmi, uz sve napomenute mere koje se primenjuju u slučaju postojanja sumnje, sprovode se i dodatne mere, koje će izlazak virusa sa pomenute farme svesti na minimum. Najznačajnija i najradikalnija mera je svakako depopulacija svih prijemčivih životinja na farmi, odmah po laboratorijskoj potvrdi prisustva virusa na licu mesta, bez odlaganja (engl. *stamping-out*). Tokom ubijanja životinja na human način, kao i nakon istog, ponovo se uzimaju uzorci koji se šalju na laboratorijsku analizu. Sve leševe, nastale tokom procesa depopulacije, kao i leševi životinja koje su uginule od posledica infekcije virusom slinavke i šapa, neophodno je neškodljivo ukloniti, kako bi se sprečilo širenje čestica virusa. Nakon sprovedene depopulacije životinja na farmi, svi prisutni proizvodi animalnog porekla moraju biti pronađeni i obrađeni kako bi se moglo osigurati uništavanje svih čestica pomenutog virusa. Iako se ove mere pre svega odnose na prijemčive životinje, iste se mogu odnositi i na neprijemčive ukoliko je to neophodno (Službeni glasnik RS, br. 15/2010).

Nakon sprovedene depopulacije životinja na farmi, neophodno je sprovesti temeljan proces čišćenja, sanitarnog pranja i dezinfekcije objekata i opreme koja se koristi prilikom rada sa životinjama. Dezinfekcija se mora sprovesti i u svim objektima na farmi u kojoj borave ljudi, jer se i putem ljudi i njihove odeće, virus može mehanički preneti i napustiti krug farme.

BIOSIGURNOSNE MERE NA FARMAMA

Biosigurnosne mere predstavljaju skup različitih postupaka koji se primenjuju na farmama i poljoprivrednim gazdinstvima sa ciljem smanjenja rizika od unošenja i širenja patogenih agenasa unutar ovih sistema, kao i njihovog prenosa na druge lokalitete (Dewulf i Van Immerseel, 2019; Duarte i sar., 2025). Efikasno planiranje i sprovođenje biosigurnosnih mera mora biti zasnovano na pouzdanim i naučno utvrđenim činjenicama o putevima prenošenja i distribucije patogena. Sve biosigurnosne mere se mogu podeliti u dve osnovne kategorije – spoljašnje (eksterne) i unutrašnje (interne) biosigurnosne mere. Eksterne biosigurnosne mere usmerene su na sprečavanje unosa uzročnika bolesti na farmu ili gazdinstvo, dok su interne biosigurnosne mere fokusirane na kontrolu i ograničavanje širenja patogena unutar objekata (farmi), u slučaju da su isti već prisutni. Mere koje se odnose na prevenciju izlaska patogena sa farmi i njihovog daljeg širenja takođe se svrstavaju u eksterne biosigurnosne mere (Dewulf i Van Immerseel, 2019).

Na osnovu pomenutih načina širenja virusa slinavke i šapa, možemo zaključiti da je lokacija samih objekat značajan činioc u procesu sprečavanja unosa čestica virusa u iste. Ukoliko se farma ili gazdinstvo nalaze u neposrednoj blizini šume, livade ili vodenih površina, postoji velika šansa da će divlje životinje na direktan ili indirektan način doći u kontakt sa životinjama na farmi i na taj način uneti virus unutar objekta (González Gordon i sar., 2022). Takođe, udaljenost od klanica, kafilerija, drugih farmi, kao i regionalnih i magistralnih puteva kojima se transportuju životinje, igra značajnu ulogu u procesu transmisije patogena (Dewulf i Van Immerseel, 2019; Sansamur i sar., 2020).

Prisutne životinje na farmi ne smeju napuštati proizvodne celine u kojima borave, a naročito je rizičan odlazak sa farme i vraćanje na istu, u cilju boravka na izložbama, sajmovima i stočnim pijacama, jer su upravo to mesta na kojima dolazi do transmisije patogena usled velikog broja životinja sa različitih izvora, na malom prostoru (Di Nardo i sar., 2011). Ukoliko se životinje kupuju i dovode na farmu, neophodno je poznavati zdravstveno stanje matične farme, uz obaveznu potvrdu o zdravstvenom stanju jedinki (Sansamur i sar., 2020).

Na farmama i gazdinstvima se preporučuje organizovanje takozvanih prljavih i čistih zona. Ulazak i izlazak prevoznih sredstava, neophodnih za procese dostave hrane, kao i odvoženja stajnjaka, leševa i proizvoda animalnog porekla, mora biti ispraćen dezinfekcijom samog vozila, zatim poštovanjem kretanja čistim, odnosno prljavim rutama, kao i izbegavanjem izlaska vozača iz samog prevoznog sredstva, ukoliko prevoz vrši lice koje nije zaposleno na samoj farmi, odnosno gazdinstvu (Filippitzi i sar., 2017; Dewulf i Van Immerseel, 2019). Svaki oblik posete farmi ili gazdinstvu, bilo da ih obavljaju stručna lica poput doktora veterinarske medicine ili drugi posetioци, treba da budu svedeni na minimum. U slučajevima kada je prisustvo ljudi neizbežno,

mora se dosledno primeniti kompletan niz higijenskih i biosigurnosnih mera kako bi se sprečio unos virusnih čestica u krug farme.

Glodari mogu igrati ulogu mehaničkog vektora u procesu širenja virusa slinavke i šapa, a takođe postoje i studije koje su dokazale prisustvo virusa, kao i antitela protiv virusa u krvi glodara, iako ova bolest nije karakteristična kod ovih vrsta sisara (Capel-Edwards, 1971; Maeda-Machang'u i sar., 1998). Kako su populacije glodara prisutne oko i unutar farmi, one mogu igrati značajnu ulogu u procesu unošenja i širenja virusa na farmama. Poznavajući životni ciklus glodara, kao i rezervoare i puteve prenosa virusa slinavke i šapa, možemo zaključiti da su posebno značajne vrste glodara kojima su dostupna šumska staništa, jer su upravo to lokacije na kojima glodari mogu doći u kontakt sa česticama virusa, putem sekreta i ekskreta divljih populacija prijemčivih životinja. Stoga je od velikog značaja implementacije programa deratizacije koji će sprovoditi stručno lice uz poštovanje svih neophodnih mera zaštite životinja i ljudi.

Interne biosigurnosne mere se odnose na upravljanje samom farmom ili gazdinstvom, tj. zavise od menadžmenta poslovanja (Dewulf i Van Immerseel, 2019). O zdravlju jedinki se mora voditi evidencija, koja podrazumeva i zapise o sprovođenju profilaktičkih, dijagnostičkih i kurativnih tretmana. Neophodno bi bilo i posedovanje objekta koji bi služio u svrhu karantina, shodno definisanom Pravilniku o karantinu za uvezene životinje (Službeni glasnik RS, br. 74/2018). Sansamur i sar., u svom radu iz 2022. godine naglašavaju ulogu karantina kao biosigurnosne mere i rizik koji donosi nepoštovanje ove procedure u procesu borbe protiv ove bolesti. Pored toga, ukoliko je moguće, treba primenjivati all in/all out sistem uzgoja, vodeći računa o brojnost populacije, jer na gusto naseljenim farmama, postoji povećan rizik od unosa i širenja patogena.

Na farmama koje imaju više proizvodnih celina ili objekata, ključno je pravilno organizovati redosled dnevnih aktivnosti u radu sa životinjama. Preporučuje se da se posao započne sa najmlađim kategorijama, dok se rad sa starijim jedinkama, kao i sa onim koje se nalaze u karantinu ili bolničkom odeljenju, obavlja na kraju dana. Ovakav pristup omogućuje zaštitu najosetljivijih životinja čiji imunitet još uvek nije dovoljno razvijen da bi se efikasno borio sa potencijalnim infekcijama (Dewulf i Van Immerseel, 2019).

MERE SANITACIJE NA FARMAMA

Temelj uspešnog sprovođenja mera biosigurnosti na farmama predstavlja proces sanitacije objekata i opreme, koji obuhvata mehaničko čišćenje, sanitarno pranje i dezinfekciju. Pre same dezinfekcije, od suštinske je važnosti da se sprovedu postupci mehaničkog čišćenja i sanitarnog pranja kako bi se uklonila prisutna organska materija, koja značajno umanjuje efikasnost dezinficijensa. Ovim postupcima se ne uklanja samo prisutna organska materija, već i najveći broj mikroorganizama, uključujući i viruse (Gehan i sar., 2009; Dewulf i Van Immerseel, 2019). Mnoge studije opisuju izostanak dejstva dezinficijensa usled prisustva organske materije koja inhibira njegovo dejstvo (Gehan i sar., 2009; Gosling, 2018; Onodera i sar., 2023). Sa tog aspekta, posebnu pažnju treba posvetiti funkcionalnosti dezobarijera i pravilnom izboru aktivnih supstanci, kao i starosti radnih rastvora dezinficijensa unutar istih (Marčetić i sar., 2025), jer često prisutna nečistoća u njima i atmosferske padavine utiču na efikasnost sprovedene dezinfekcije. Zato je neophodno da dezobarijere budu

natkrivene, da se koristiti sveže pripremljeni radni rastvori dezinficijenasu i da se vrši redovna kontrola njihove efikasnosti (Gosling, 2018).

Procese čišćenja, sanitarnog pranja i dezinfekcije je neophodno obavljati redovno i u skladu sa utvrđenim i naučno zasnovanim smernicama, uz vođenje pisane evidencije. Svaki proces sanitacije treba obavljati u zaštitnoj odeći i obući koja štiti operatera. U toku postupka sanitacije treba isključiti ventilacioni sistem na farmi kako bi se sprečilo aerosolno širenje čestica prašine koje mogu biti nosioci patogenih uzročnika. Proces dezinfekcije se mora sprovoditi sa registrovanim i ispitivanim dezinfekcionim sredstvom, koje svoje dejstvo ispoljava u određenom vremenu ekspozicije na površinama i predmetima unutar farme. Posebnu pažnju treba posvetiti skladištenju dezinfekcionih sredstva koja mogu, usled neadekvatnog skladištenja, izgubiti efikasnost, a to je posebno izraženo upravo kod najčešće korišćenih dezinficijenasu, poput onih na bazi hlora, naročito hipohlorita, koji zahtevaju hladno i tamno mesto skladištenja (Onodera i sar., 2023).

Novija istraživanja teže ka pronalasku novih hemijskih grupa koje efikasno deluju u procesu suzbijanja mnogobrojnih patogena, među kojima je i virus slinavke i šapa. Istraživanja u Japanu, tokom pandemije SARS-Cov-2 virusa su bila usmerena ka mezoskopskim strukturama i dejstvu takvih čestica protiv virusa. Jedan od proizvoda tih istraživanja je i CAC 717, odnosno kalcijum-hidrogenkarbonat (čestice 50-500 nm) koji je podvrgnut dejstvu elektromagnetnog polja, sa izrazito visokom pH vrednošću (Sakudo i sar., 2025). Prednosti CAC 717 u odnosu na najčešće korišćene dezinficijense, poput hipohlorita, se ogledaju u manjoj toksičnosti po ljude, životinje i životnu sredinu, kao i u produženoj održivosti. Prema dosadašnjim podacima, efekat CAC 717 nije izostao ni nakon 6 godina skladištenja (Sakudo i sar., 2025), a pored virucidnog efekta, dokazano je i efikasno dejstvo protiv bakterija i priona. Pored CAC 717, od dezinficijenasu novije generacije se izdvaja i pojačani vodonik peroksid (*engl. AHP – Accelerated Hydrogen Peroxide*), koji takođe pokazuje efikasno dejstvo protiv virusa slinavke i šapa, uz manji stepen toksičnosti i korozivnosti od klasičnog vodonik-peroksida (Onodera i sar., 2023).

Prema smernicama Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (USDA-APHIS, 2020), različite hemijske supstance preporučuju se za dezinfekciju na farmama u cilju inaktivacije virusa slinavke i šapa, pri čemu je njihova efikasnost uslovljena odgovarajućom koncentracijom. Natrijum-hipohlorit (varikina) se preporučuje u koncentraciji od 3%, dok se za sirćetnu (acetatnu) kiselinu optimalna koncentracija kreće u rasponu od 4% do 5%. Natrijum-karbonat je identifikovan kao posebno efikasan u koncentraciji od 4%, a natrijum-hidroksid postiže visoku virucidnu aktivnost pri koncentraciji od 2%. Iako natrijum-hipohlorit i natrijum-hidroksid poseduju snažno dezinfekciono dejstvo, istovremeno su izuzetno korozivni, što ih čini potencijalno štetnim za metalne i druge osetljive površine. Pored svega navedenog, kombinovani preparat na bazi kalijum-peroksimonosulfata i natrijum-hlorida pokazao je visoku efikasnost protiv FMD virusa, a preporučena koncentracija za primenu iznosi 1% u vodenom rastvoru.

VAKCINACIJA

Vakcinacija predstavlja jednu od mera koje se sprovode u borbi protiv virusa slinavke i šapa, naročito u regionima gde se ovaj virus javlja endemski. Kako je već

napomenuto, efikasnost vakcinacije zavisi od cirkulišućeg serotipa i soja virusa, odnosno, vakcina protiv jednog serotipa neće biti efikasna protiv drugog serotipa, dok je situacija sa sojevima unutar jednog serotipa složenija. U EU je preventivna vakcinacija protiv virusa slinavke i šapa zabranjena 1992. godine, te se ova mera sprovodi samo u svrhu suzbijanja zaraze na mestima gde je uzročnik prisutan endemski. Trajanje imuniteta nakon vakcinacije može biti do 6 meseci, te je u endemskim regionima neophodno ponavljati vakcinaciju (Barnett i sar., 2015).

Hitna vakcinacija se sprovodi samo ukoliko je bolest prisutna, odnosno ukoliko pretpreči da bude rasprostranjena i sprovodi se kao zaštitna i supresivna. Zaštitna vakcinacija se sprovodi van zaražene zone, kako bi se životinje zaštitile od infekcije, dok se supresivna vakcinacija odnosi na vakcinaciju unutar zaražene zone, kako bi se smanjila transmisija virusa – životinje u zaraženoj zoni su određene za proces depopulacije, a mera supresivne vakcinacije se sprovodi ukoliko su kapaciteti za ubijanje na human način preopterećeni i ukoliko nisu obezbeđeni adekvatni ljudski resursi („Službeni glasnik RS“, br. 15/10 i 90/15).

ZAKLJUČCI

Slinavka i šap (FMD) je izrazito kontagiozna zarazna bolest koja se veoma brzo i lako širi među životinjama kako direktnim kontaktom, tako i indirektno, putem kontaminiranih površina i predmeta, što predstavlja veliki izazov u kontroli ove zarazne bolesti. Iako ne predstavlja rizik za zdravlje ljudi i bezbednost namernica animalnog porekla, virus slinavke i šapa predstavlja pretnju za stočni fond i izaziva velike ekonomske gubitke u stočarskoj proizvodnji.

Prvi korak u borbi protiv virusa slinavke i šapa predstavlja pravilno definisanje i kontinuirano sprovođenje biosigurnosnih mera, koje umanjuju izloženost životinja česticama virusa i sprečavaju dalje širenje patogena, ukoliko je do infekcije već došlo. Implementacija eksternih i internih biosigurnosnih mera u intenzivnim uslovima je ključna za prevenciju širenja virusa slinavke i šapa, naročito u endemskim područjima gde virus cirkuliše među divljom populacijom životinja.

Efikasna kontrola i suzbijanje slinavke i šapa zahtevaju strogo i dosledno sprovođenje svih faza sanitacije – mehaničkog čišćenja, sanitarnog pranja i dezinfekcije, kao i higijenskih mera samih zaposlenih lica i posetilaca. Svaki od ovih koraka ima jedinstven zadatak: uklanjanjem organske materije i nečistoća značajno se smanjuje broj patogena i omogućava nesmetano delovanje dezinficijensa. Posebnu pažnju treba posvetiti primeni ispitanih i odobrenih dezinfekcionih sredstava, koja se moraju koristiti u tačno propisanim koncentracijama i uz striktno poštovanje preporučeno vreme izloženosti. Samo na taj način može se postići inaktivacija virusa slinavke i šapa, čime se smanjuje rizik od širenja bolesti i štetnih ekonomskih posledica po stočarsku proizvodnju.

Na kraju, obuka farmera za rano prepoznavanje simptoma bolesti i efikasnu primenu biosigurnosnih mera, kao i dnevno praćenje zdravlja stada, evidencija potencijalnih uginuća i dobra saradnja sa mesno nadležnom veterinarskom službom, ključni su faktori za rano reagovanje i pravovremeno sprečavanje širenja bolesti.

ZAHVALNICA

"Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-136/2025-03/200143)."

LITERATURA

1. Barnett, P. V., Geale, D. W., Clarke, G., Davis, J., & Kasari, T. R. (2015). A review of OIE country status recovery using vaccinate-to-live versus vaccinate-to-die foot-and-mouth disease response policies I: benefits of higher potency vaccines and associated NSP DIVA test systems in post-outbreak surveillance. *Transboundary and emerging diseases*, 62(4), 367-387.
2. Belsham, G. J., Bøtner, A., & Lohse, L. (2021). Foot and mouth disease in animals. *MSD Veterinary Manual*. <https://www.msddvetmanual.com/infectious-diseases/foot-and-mouth-disease/foot-and-mouth-disease-in-animals>
3. Brown, E., Nelson, N., Gubbins, S., & Colenutt, C. (2022). Airborne transmission of foot-and-mouth disease virus: a review of past and present perspectives. *Viruses*, 14(5), 1009.
4. Capel-Edwards, M. (1971). The susceptibility of small mammals to foot and mouth disease virus.
5. Council of the European Union. (2003). Council Directive 2003/85/EC of 29 September 2003 on Community measures for the control of foot-and-mouth disease repealing Directive 85/511/EEC and Decisions 89/531/EEC and 91/665/EEC and amending Directive 92/46/EEC. *Official Journal of the European Union*, L 306, 1-87. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32003L0085>
6. Dewulf, J., & Van Immerseel, F. (Eds.). (2019). Biosecurity in animal production and veterinary medicine. Cabi.
7. Di Nardo, A., Knowles, N. J., & Paton, D. J. (2011). Combining livestock trade patterns with phylogenetics to help understand the spread of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa, the Middle East and Southeast Asia. *Revue Scientifique et Technique-OIE*, 30(1), 63.
8. Duarte, F., Tamminen, L. M., Kjosevski, M., Ciaravino, G., Delpont, M., Correia-Gomes, C., van den Borne, B. H. P., Chantziaras, I., Alarcon, L. V., Svennesen, L., Toppari, I., Piccirillo, A., Gecaj, R. M., Zbikowski, A., Nunes, T., Prodanov-Radulović, J., De Nardi, M., Nedosekov, V., Desvars-Larrive, A., & Allepuz, A. (2025). Methods to assess on-farm biosecurity in Europe and beyond. *Preventive Veterinary Medicine*, 239, 106486.
9. Filippitzi, M. E., Brinch Kruse, A., Postma, M., Sarrazin, S., Maes, D., Alban, L., Nielsen, R., & Dewulf, J. (2018). Review of transmission routes of 24 infectious diseases preventable by biosecurity measures and comparison of the implementation of these measures in pig herds in six European countries. *Transboundary and emerging diseases*, 65(2), 381-398.
10. Gehan, Z. M., Anwer, W., Amer, H. M., El-Sabagh, I. M., Rezk, A., & Badawy, E. M. (2009). In vitro efficacy comparisons of disinfectants used in the commercial poultry farms. *International Journal of Poultry Science*, 8(3), 237-241.
11. González Gordon, L., Porphyre, T., Muhanguzi, D., Muwonge, A., Boden, L., & Bronsvort, B. M. D. C. (2022). A scoping review of foot-and-mouth disease risk,

- based on spatial and spatio-temporal analysis of outbreaks in endemic settings. *Transboundary and emerging diseases*, 69(6), 3198-3215.
12. Gosling, R. J. (2018). A review of cleaning and disinfection studies in farming environments. *Livestock*, 23(5), 232-237.
 13. Jamal, S. M., & Belsham, G. J. (2013). Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary research*, 44, 1-14.
 14. Knight-Jones, T. J., & Rushton, J. (2013). The economic impacts of foot and mouth disease—What are they, how big are they and where do they occur?. *Preventive veterinary medicine*, 112(3-4), 161-173.
 15. Marčetić, R., Fjodorov, D., Drašković, V., Teodorović, R., Vučinić, M., Nenadović, K., & Đorđević, M. (2025). Avian influenza and biosecurity measures: The first step in preventing a new panzootic. 36. *Savetovanje dezinfekcija, dezinfekcija i deratizacija - Jedan svet-jedno zdravlje*, 256-266.
 16. Maeda-Machang'u, A. D., Minga, U. M., & Machang'u, R. S. (1998). The Role of Rodents in the Transmission of Viral and Bacterial Diseases of Livestock. *Tanzania Veterinary Journal*, 18(1), 65-76.
 17. Mahapatra, M., & Parida, S. (2018). Foot and mouth disease vaccine strain selection: current approaches and future perspectives. *Expert review of vaccines*, 17(7), 577-591.
 18. Mielke, S. R., & Garabed, R. (2020). Environmental persistence of foot-and-mouth disease virus applied to endemic regions. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(2), 543-554.
 19. Moonen, P., & Schrijver, R. (2000). Carriers of foot-and-mouth disease virus: A review. *Veterinary Quarterly*, 22(4), 193-197.
 20. Onodera, T., Sakudo, A., Sugiura, K., Haritani, M., Furusaki, K., & Kirisawa, R. (2023). Antiviral agents and disinfectants for foot-and-mouth disease. *Biomedical Reports*, 19(3), 57.
 21. Paton, D. J., Gubbins, S., & King, D. P. (2018). Understanding the transmission of foot-and-mouth disease virus at different scales. *Current opinion in virology*, 28, 85-91.
 22. Pravilnik o utvrđivanju mera za rano otkrivanje, dijagnostiku, sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje zarazne bolesti slinavka i šap. (2010). *Službeni glasnik RS*, br. 15/2010.
 23. Pravilnik o utvrđivanju plana upravljanja kriznim situacijama. (2015). *Službeni glasnik RS*, br. 90/2015.
 24. Pravilnik o karantinu za uvezene životinje. (2018). *Službeni glasnik RS*, br. 74/2018.
 25. Sakudo, A., Furusaki, K., Onishi, R., Onodera, T., & Yoshikawa, Y. (2025). A Review of CAC-717, a Disinfectant Containing Calcium Hydrogen Carbonate Mesoscopic Crystals. *Microorganisms*, 13(3), 507.
 26. Sansamur, C., Arjumba, O., Charoenpanyanet, A., & Punyapornwithaya, V. (2020). Determination of risk factors associated with foot and mouth disease outbreaks in dairy farms in Chiang Mai Province, Northern Thailand. *Animals*, 10(3), 512.
 27. Schlosberg, O., Cowled, B. D., Torpy, J., Höger, A., Thompson, R. E., Barnes, T. S., Richards, K., Hall, R. N. & Leslie, E. E. C. (2025). Pig carcass decomposition dynamics: Insights into carcass disposal for emergency animal disease management. *Australian Veterinary Journal*.

36. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE

28. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service. (2020). Disinfectants approved for use against foot-and-mouth disease virus in farm settings. <https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/fmd-virus-disinfectants.pdf>
29. World Organisation for Animal Health. (2025). Statement on recent foot-and-mouth disease (FMD) outbreak in Germany. <https://www.woah.org/en/statement-on-recent-foot-and-mouth-disease-fmd-outbreak-in-germany/>