ANTIMIKROBNA REZISTENCIJA SOJEVA BAKTERIJE ECHERICIHIA COLI U KONVENCIONALNIM I ORGANSKIM UZGOJIMA SVINJA

Semper, Mateja

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:871102

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Mateja Semper, bacc.ing.agr.

ANTIMIKROBNA REZISTENCIJA SOJEVA BAKTERIJE *ESCHERICHIA COLI* U KONVENCIONALNIM I ORGANSKIM UZGOJIMA SVINJA

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Križevci, rujan 2018.

REPUBLIKA HRVATSKA
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij

Održiva i ekološka poljoprivreda

Mateja Semper, bacc.ing.agr.

ANTIMIKROBNA REZISTENCIJA SOJEVA BAKTERIJE *ESCHERICHIA COLI* U KONVENCIONALNIM I ORGANSKIM UZGOJIMA SVINJA

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada:

1. dr.sc. Tomislav Sukalić, dr.med.vet - predsjednik povjerenstva i član
2. dr.sc. Tatjana Jelen, profesor visoke škole - mentorica i članica
3. dr.sc. Damir Alagić, profesor visoke škole - član povjerenstva

SADRŽAJ:

1. UVOD **2**
1.1. Predmet rada **2**
1.2. Cilj rada **3**
1.3. Svrha rada **3**
1.4. Hipoteza **3**

2. PREGLED LITERATURE **4**
2.1. Sustavi držanja svinja **4**
2.2. Dobrobit svinja **5**
2.3. Escherichia coli **6**
2.4. Serološka tipizacija bakterije Escherichia coli **7**
2.5. Patogeni sojevi bakterije Escherichia coli **7**
2.6. Antimikrobna osjetljivost bakterije Escherichia coli **8**

3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA **13**
3.1. Prikupljanje podataka **13**
3.2. Materijal **13**
3.3. Metode **15**

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA **18**
4.1. Rezultati **18**
4.2. Rasprava **26**

5. ZAKLJUČAK **31**

6. LITERATURA **32**

POPIS KRATICA **35**

SAŽETAK **36**

SUMMARY **37**

ŽIVOTOPIS **38**

1. UVOD

Antimikrobna rezistencija je već desetljećima globalni zdravstveni problem, kako u veterinarskoj tako i u humanoj medicini. Uzroci sve veće rezistencije bakterija leže u opće raširenoj pretjeranoj uporabi antibiotika, neadekvatnom liječenju virusnih infekcija antibioticima te korištenju nekih antibiotika kao promotora rasta u domaćih životinja. Raširena upotreba antibiotika kod životinja koje se koriste za hranu, može imati velik utjecaj na pojavu otpornih bakterijskih vrsta i u ljudi. Svinje se širom svijeta uzgajaju kao farmske životinje za prehranu ljudi, no pristup upotrebi antibiotika je različit od zemlje do zemlje, a posebno ako uspoređujemo konvencionalne uzgoje svinja sa organskom (ekološkom) proizvodnjom, gdje je upotreba antibiotika zabranjena, osim u iznimnim slučajevima. Klasično liječnje u organskim uvjetima potrebno je ograničiti na iznimne slučajeve uz vođenje evidencije o dijagnozi bolesti, metodama liječenja, vrstama i količini upotrebljenih lijekova i razdoblju liječenja. Bolest se liječi odmah, kako bi se izbjegla patnja životinje, a kemijski sintetizirani alopatski veterinarski lijekovi, uključujući antibiotike, mogu se primijeniti u iznimnim slučajevima kada je to neophodno i pod strogim uvjetima, kada primjena fitoterapeutskih, homeopatskih i drugih proizvoda nije dala odgovarajuće rezultate. Tada se utvrđuju ograničenja u pogledu tijeka liječenja i razdoblja karence. U prevenciji nije dopuštena upotreba sulfonamida, hormona, živih vakcina koje su rezultat genetskog inžinjeringa, kokcidiostatika, antihelmintika, akaricida, antioksidanasa, te različitih drugih kemoterapeutika i kemijskih sredstava. U konvencionalnim uzgojima u Republici Hrvatskoj, dopuštena je primjena lijekova koji se nalaze na popisu veterinarsko-medicinskih proizvoda, a isti je dostupnom na http://www.veterinarstvo.hr/default.aspx?id=140.

U ovom radu istražuje se utjecaj antibiotika na različite sojeve bakterije *Escherichia coli (E. coli)* unutar konvencionalnog i organskog sustava držanja prasadi.

1.1.Predmet rada

Istraživanja provedena u Hrvatskoj na velikim konvencionalnim uzgojima svinja, pokazala su vrlo visoku rezistenciju sojeva bakterije *E. coli* prema određenim skupinama antimikrobnih lijekova. Kao izvor podataka u radu se koristi literatura iz područja stočarske poljoprivredne proizvodnje i veterinarskih znanosti: knjige, znanstveni i stručni radovi. Rezultati dobiveni usporednim istraživanjima na organskim i konvencionalnim uzgojima svinja u nekoliko zemalja EU ukazali su na nižu antimikrobnu rezistenciju

crijevne *E. coli* izdvojene iz svinja u organskim uzgojima od one u konvencionalnim uzgojima. No, do sada nije istražena rezistencija sojeva crijevni *E. coli* izdvojene iz prasadi sa manjih farmi u Hrvatskoj, što će biti predmet ovog rada.

1.2. Cilj rada

U ovom radu pružiti će se sveobuhvatan pregled antimikrobne rezistencije sojeva bakterije *E. coli* u svinja. Analizom prikupljenih podataka dobiti će se uvid o raširenosti rezistentnih sojeva u manjim konvencionalnim uzgojima te usporediti rezultate ovog istraživanja sa dosadašnjim rezultatima istraživanja u konvencionalnim i organskim uzgojima svinja.

1.3. Svrha rada

Svrha rada je usporedba antimikrobne rezistencije sojeva bakterije *E. coli* izdvojenih iz prasadi na malim farmama Koprivničko-križevačke županije sa rezultatima dosadašnjih istraživanja u Hrvatskoj i svijetu. Na temelju rezultata ovog rada moći će se zaključiti koje skupine antimikrobnih pripravaka se najčešće nepotrebno i prekomjerno koriste, a rezultati će biti od koristi i uzgajivačima i praktičarima.

1.4. Hipoteza

Organski uzgoji svinja uvelike se razlikuju od konvencionalne proizvodnje, npr. po strukturi stada, režimu hranidbe, pristupu vanjskim površinama i dostupnom prostoru po životinji, a posebno po upotrebi antibiotika. U konvencionalnim uzgojima svinja uobičajena je upotreba antibiotika u liječenju bakterijskih bolesti pa je vjerojatnija pojava rezistencije bakterija na antimikrobne pripravke. Pretpostavka je da sojevi bakterije *E. coli* izdvojeni iz prasadi u uzgojima Koprivničko-križevačke županije pokazuju različitu rezistenciju prema određenim antimikrobnim lijekovima te da izolati iz konvencionalnih uzgoja pokazuju višu rezistenciju u usporedbi sa izolatima podrijetlom iz organskih farmi.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Sustavi držanja svinja

Jedan od glavnih preduvjeta za uspješnu svinjogojsku proizvodnju je odabir sustava držanja i odgovarajućeg smještaja svinja. U konvencionalnoj svinjogojskoj proizvodnji svinje se drže na polu rešetkastom ili rešetkastom podu, u odjeljcima i oborima u kojima im je ograničeno kretanje. Posljedice takvog držanja su nedovoljno kretanje svinja i nedovoljna izloženost sunčevoj svjetlosti. Nasuprot tome u ekološkoj proizvodnji daje se prednost držanju svinja na otvorenom i na „dubokoj" stelji, odnosno na punom podu (Kamenović i sur. 2017.). Osim samog smještaja važna je i hranidba, njega, reprodukcija, selekcija te zdravstveno stanje životinja (Luković, 2014.). Organska proizvodnja svinja u odnosu na konvencionalnu, razlikuje se po mnogim segmentima što se tiče upotrebe antibiotika, držanja stada, prehrane te pristupa vanjskim površinama i prostoru za svinje (Österberg i sur., 2016.). Neke od tih razlika mogu utjecati na mikrobiološku floru uključujući i antimikrobnu otpornost, odnosno rezistenciju. Na primjer, profilaktična tj. preventivna upotreba antimikrobnih lijekova i hormona rasta je zabranjena, iako antimikrobni lijekovi mogu biti korišteni za liječenje bolesnih životinja, ali tek kada su sve druge opcije iscrpljene. Držanje svinja na otvorenom dobiva sve više na važnosti posljednjih desetljeća, a kao najvažniji razlozi popularnosti ovog sustava su znatno manji troškovi smještaja, manja potrošnja energije, očuvanje okoliša te zahtjevi javnosti za manje intenzivnim sustavima u stočarskoj proizvodnji (Luković, 2014.).

Razlikujemo otvoreni, poluotvoreni i zatvoreni sustav držanja. Otvoreni sustav držanja se smatra prirodnijim načinom držanja svinja u kojemu se sve kategorije svinja slobodno kreću. U ovom sustavu držanja svinje slobodno borave na pašnjacima ili na šumskim područjima na kojima se hrane raznim šumskim plodovima ili kombinacijom drugih krmiva i koncentrata. Svinje koje su u ekstenzivnom uzgoju, vani provode najveći dio života te su u mogućnosti slobodno iskazivati svoje urođene instinkte. Tijekom dana se slobodno kreću po šumama ili pašnjacima, a preko noći i tijekom hladnijih dana borave u malim nastambama. Za svinje koje su u slobodnom uzgoju na otvorenom, mora se omogućiti minimalno 12m² prostora, gdje neometano mogu ležati i odmarati te gdje se mogu bez problema kretati. Također, sve životinje moraju imati pristup skloništu, koje ne smije biti izgrađeno na zemljištu nepropusnom za vodu. Svinje koje se drže na pašnjaku moraju biti pod nadzorom uzgajivača. Ekstenzivni sustav djeluje povoljno na zdravlje svinja i osiguravanje čimbenika dobrobiti obzirom na to da svinjama omogućava kretanje u

prirodi. Prednost uzgoja na otvorenom je u tome da uz stalno kretanje životinje imaju bolji tek od životinja u zatvorenim prostorima. Rovanjem svinje čiste zemlju od korijenja, glista i različitih kukaca (Pejaković, 2002.). Otvoreni sustav držanja svinja ima i pozitivne i negativne čimbenike. Od pozitivnih čimbenika valja istaknuti: bolje zdravlje svinja, mogućnost slobodnog kretanja, rovanja, kaljužanja, češanja, mogućnost vizualnog i socijalnog kontakta s drugim jedinkama svoje vrste te mogućnost traženja prirodne hrane i istraživanja prostora u kojem borave. Osim što imaju mogućnost izražavanja prirodnih oblika ponašanja, ovaj sustav također doprinosi i boljoj reprodukciji te pozitivno utječe i na kakvoću mesa.

Poluotvoreni sustav držanja podrazumijeva držanje svinja u zidanim stajama uz ograđene ispuste. Ispusti se ne upotrebljavaju u najhladnijim dijelu godine. Ispusti su inaće nečisti dio nastambe. Upotrebljava se za držanje krmača, nerastova i prasadi za rasplod (Asaj, 2003.).

Kod zatvorenog sustava držanja svinje žive na malenom prostoru bez mogućnosti kretanja, rovanja, kaljužanja i sličnih prirodnih oblika ponašanja. Ovakav sustav držanja omogućuje maksimalno skraćivanje pojedinih faza proizvodnog ciklusa uz što veću gospodarsku dobit. Za svinje neprirodni uvjeti držanja ublažavaju se kvalitetnom hranidbom, raznim tehnološkim postupcima, usklađivanjem mikroklime i provođenjem higijenskih zdravstvenih programa preveniranja uvjetnih i tehnopatskih pojava (Asaj, 2003.). U prednosti ovog načina držanja se ubrajaju: povećana produktivnost, smanjena investicija po životinji te mogućnost skraćivanja svih dijelova proizvodnog ciklusa.

2.2. Dobrobit svinja

Bilo u intenzivnom ili u ekstenzivnom uzgoju, važna je dobrobit svinja. Mjere zaštite dobrobiti svinja trebaju osigurati da se životinje dobro osjećaju u svom okolišu te da čimbenici kao što su rast, reprodukcija, bolest, ozljede i postotak uginuća budu unutar proizvodnih standarda. Osnovni uvjet za osiguranje dobrobiti svinja, u stvari je način držanja svinja koji se može postići samo uz pomoć educiranog i vještog osoblja, koji može prepoznati i osigurati osnovne potrebe svinja (http://www.veterinarstvo.hr/ UserDocsImages/Brosure/zastita_svinja.pdf). Pokazatelji dobrobiti životinja su njihovo zdravstveno stanje, stupanj proizvodnosti i način ponašanja.

Zdravstveno stanje svinja jedan je od temeljnih i najočitijih znakova dobrobiti pa je tako i loše zdravstveno stanje svinja pokazatelj slabije dobrobiti. Glavni uzroci patnji životinja na farmama su bolesti i ozljede, a takve je životinje lako uočiti. Pokazatelji

zdravstvenog stanja koriste se primjerice za ispitivanje dobrobiti svinja kojima je ograničeno kretanje te su u sputanih krmača česti urinarni, lokomotorni i respiratorni poremećaji. I unatoč dobrom izgledu, koji ukazuje na dobro zdravstveno stanje, životinja može patiti. Proizvodnost svinja može se iskazati kao količina proizvedenog proizvoda po jedinici pojedene hrane ili kao ekonomska vrijednost proizvoda po jedinici uloženog rada. Izrazito visoka proizvodnja u suprotnosti je s dobrobiti životinja. Način ponašanja jedan je od znakova prepoznavanja dobrobiti ili patnje svinja. Ovisno o životnim uvjetima i sustavima uzgoja mijenjaju se i obrasci ponašanja. Odstupanje ponašanja od normalnog upozorava da životinja može biti pod stresom i znak je slabije dobrobiti. Neodgovarajuća hranidba, čišćenje i neobavljanje uobičajenih poslova u stajama za svinje često uzrokuje pojavu stresa. Često puta se svjesno smanjuje dobrobit životinja zbog postizanja boljih ukupnih rezultata na farmi. Uklještenje krmače smanjuje dobrobit krmače, ali poboljšava dobrobit prasadi i njihovo preživljavanje. Isto tako individualno držanje krmača nakon osjemenjivanja umanjuje dobrobit krmače, ali povećava leglo zbog niže embrionalne smrtnosti (Kamenović i sur., 2017.) .

2.3. Escherichia coli

Escherichia coli je Gram-negativna štapićasta bakterija zaobljenih krajeva, veličine 0,6-1,5 x 2-3µm, koju svrstavamo u porodicu *Enterobacteriaceae*. Fakultativni je anaerob, ne tvori spore, pokretna je i ima peritrihne bičeve. Kapsula ju štiti od fagocitoze i daje gladak, sjajan izgled kolonijama na hranjivim podlogama (*eng. S-smooth*). Osim kolonija u S-obliku, mogu se javiti i kolonije hrapave površine (*eng. R-rough*) koje su manje i suhe (Naglić i sur., 2005.). Raste na uobičajenim hranjivim podlogama koje se upotrebljavaju u laboratorijskoj mikrobiološkoj dijagnostici. Kolonije potpuno narastu unutar 24 sata na čvrstim hranjivim podlogama i dostižu veličinu dva do nekoliko milimetara. Optimalna temperatura za rast je 35-37 ºC, a raste u rasponu od 7-48 ºC i pri pH vrijednostima 4,5-9. Redoviti je stanovnik debelog crijeva i distalnih dijelova tankih crijeva sisavaca (Quinn i sur., 2003.). S obzirom na fermentaciju ugljikohidrata, laktoza-pozitivna je enterobakterija.Većina sojeva je apatogena te sudjeluje u radu crijevne mikroflore i probavi hrane. Mnogi sojevi imaju pile ili fimbrije, koje imaju važnu ulogu u prijenosu genetskog materijala konjugacijom ili pomoću njih bakterijska stanica prijanja na sluznicu domaćina. Neki sojevi pokazuju sposobnost hemolize (Habrun, 2014a.). Bakterija *E. coli* ugiba na temperaturi od 60°C i višoj, a niske temperature dobro podnosi te može živjeti u vodi (Stamatović, 2001.).

2.4. Serološka tipizacija bakterije Escherichia coli

Serološkom tipizacijom određuju se somatski (O), kapsularni (K), flagelarni (H) i fimbrijski (F) antigeni bakterija (Habrun, 2014a.).

Somatski antigeni su lipopolisaharidi smješteni na površini stanične stjenke. Njihova specifičnost određena je građom polisharidnih lanaca. Kapsularni antigeni su polisaharidne građe, a opisano ih je osamdesetak. Flagelarni (cilijarni) antigeni su proteinske građe, poznato ih je više od pedeset. Oni nisu važni za virulenciju bakterija, no bitni su za potpunu serološku tipizaciju nekog soja. Fimbrijski (pilusni) antigeni su proteinske građe, a različiti fimbrijski antigeni omogućavaju prijanjanje bakterija za membranu stanica domaćina, što omogućava kolonizaciju sluznice crijeva ili drugih sluznica. Serološka tipizacija ima veliko epidemiološko i dijagnostično značenje, jer se pripadnost pojedinim serovarovima podudara s patogenošću sojeva (Habrun, 2014a.).

2.5. Patogeni sojevi bakterije Escherichia coli

Patogeni sojevi *E. coli* svrstani su u dvije skupine: uzročnike crijevnih infekcija (intestinalna *E. coli*) i uzročnike izvancrijevnih infekcija (ekstraintestinalna *E. coli*). U mladih životinja kliničke infekcije patogenim sojevima bakterije *E. coli* mogu se očitovati kao crijevne infekcije (neonatalna kolibaciloza, enterična kolibaciloza), septikemija (koliseptikemija, sistemska kolibaciloza) ili toksemija (kolibacilarna toksemija). U odbijene prasadi može se pojaviti proljev, obično tijekom prva dva tjedna nakon odbića (kolibaciloza odbite prasadi) ili se pojavljuje kao zasebni entitet bolesti poznat pod nazivom edemska bolest prasadi, najčešće 2-4 tjedna nakon odbića. Uzrok je hrana bogata proteinima, a oboli najbolja prasad s najvećim apetitom (Habrun, 2014a.).

S obzirom na patogenost, izražene čimbenike virulencije koje posjeduje i oblike bolesti koje uzrokuje, uobičajena je podjela bakterije *Escherichia coli* na sljedeće patotipove:

- enterotoksigena (ETEC)
- enteropatogena (EPEC); prijanjajuća i brišuća (AEEC)
- vero(cito)toksigena ili shiga toksična (VTEC, STEC) ili enterohemoragična (EHEC)
- enteroagregativna (EAEC)
- enteroinvazivna (EIEC)
- ekstraintestinalna (ExPEC, Habrun, 2014a.).

ETEC je najraširenij pato tip koji kolonizira sluznicu tankih crijeva te tvori enterotoksine. Proizvodnja enterotoksina uzrokuje pojačano izlučivanje tekućine i elektrolita iz sistemske cirkulacije u lumen crijeva. Posljedice su: proljev, dehidracija, neravnoteža elektrolita, acidoza, poremećaj cirkulacije, šok i smrt (Cvetnić, 2002.). Iako je način djelovanja svakog enterotoksina drugačiji, zajednički simptom je hipersekrecijska dijareja.

EPEC kao čimbenike virulencije posjeduje nefimbrijski adhezin intimin i Tir protein pomoću kojih blisko prijanja uz enterocite, umnaža se i uzrokuje propadanje crijevnih resica. Klinički znakovi očituju se od blagih promjena do krvavog proljeva u teladi, prasadi, štenadi, janjadi i djece (Habrun, 2014a.).

2.6. Antimikrobna osjetljivost bakterije Escherichia coli

Upotreba antimikrobnih lijekova je najučinkovitiji način liječenja bakterijskih bolesti životinja, no s godinama je došlo do povećanja stečene otpornosti bakterija. Selekcijskim pritiskom po aplikaciji antimikrobnog lijeka iz populacije bakterija nestaju osjetljive bakterije, dok rezistentne opstaju i dalje se razmnožavaju (Habrun, 2014b.). *Escherichia coli* je široko rasprostranjena bakterija, a većina sojeva je apatogena te predstavljaju komenzalnu mikrofloru u probavnom traktu, dok patogeni sojevi u svinja najčešće uzrokuju crijevnu kolibacilozu. Komenzalizam je zajednica u kojoj jedan organizam ima koristi, ali ne nanosi štetu drugome. Antimikrobna rezistencija značajno se razlikuje između patogenih i komenzalnih izolata (Boerlin i sur., 2005.). Tadesse i sur. (2012.) navode da se rezistencija na više vrsta antimikrobnih pripravaka u *E. coli* povećala sa 7,2% u 1950-tim godinama do 63,6% u 2000-tima. Povećanju rezistencije bakterija kroz godine svakako je doprinijela upotreba antibiotika u ne terapeutske svrhe, npr. kao promotora rasta, jer svaka upotreba antibiotika selektira rezistentne bakterije (Marshall i Levy, 2011.).

Rezistencija sojeva *E. coli* na antimikrobne lijekove danas je veliki problem u cijelom svijetu, a posebice u sojeva izdvojenih iz životinja sa velikih svinjogojskih ili peradarskih farmi gdje se antibiotici godinama uporabljuju u liječenju i metafilaksi bolesti prouzročenih bakterijom *E. coli*. Metafilaksa označava pojam kada se infekcija liječi prije očitovanja klinički vidljivih znakova bolesti tj. konkretno davanje antibiotika za sprječavanje bolesti (Šeol i sur., 2010.). Rezistencija na *ampicilin, sulfonamid*e i *tetracikline* opisana je u cijelom svijetu. Danas se najčešće u terapiji i metafilaksi uporabljuju sintetski i potencirani penicilini (*amoksicilin, amoksicilin* sa *klavulanskom*

kiselinom), pojedini aminoglikozidi (*neomicin, gentamicin*), fluorkinoloni (*enrofloksacin, marbofloksacin, ciprofloksacin*), zatim *cefalosporini, spektinomicin, kolistin* te drugi antimikrobni lijekovi. Prije uporabe bilo kojeg antimikrobnog lijeka valja testirati osjetljivost izolata vrste *E. coli* (Habrun, 2014b.), za što se uobičajeno koristi disk difuzijska metoda ili određivanje minimalne inhibitorne koncentracije.

Najčešći mehanizmi rezistencije bakterija su:

- inaktivacija antimikrobnih lijekova pomoću enzima,
- smanjena propusnost bakterijske stjenke,
- promjena ciljnog mjesta na stanici ili njegova zaštita,
- zaobilaženje mataboličkih procesa,
- smanjenje unutarstaničnog nagomilavanja antimikrobnog lijeka.

Zbog brzog stvaranja rezistencije bakterije *E. coli* na antimikrobne lijekove koji se primjenjuju u velikim uzgojima, treba kontinuirano pratiti osjetljivost izolata te bakterije na antimikrobne lijekove. Ako pojedina farma koristi antimikrobne lijekove u liječenju ili metafilaksi, preporučuje se svakih nekoliko mjeseci mijenjati ih (tzv. ciklična uporaba antibiotika), jer se time usporava stjecanje rezistencije bakterija (Habrun, 2014b.).

Prema načinu djelovanja na bakterije, antimikrobni lijekovi su svrstani u četiri skupine:

- lijekovi koji inhibiraju sintezu stanične stjenke bakterije,
- lijekovi koji oštećuju citoplazmatsku membranu,
- lijekovi koji sprječavaju sintezu ili funkcioniranje nukleinskih kiselina,
- lijekovi koji inhibiraju sintezu bakterijskih bjelančevina.

U istraživanju provedenom u organskim i konvencionalnim uzgojima svinja u četiri zemlje EU (Danska, Francuska, Italija i Švedska) istražena je rezistencija bakterije *E. coli* na antimikrobne pripravke. Pretraženi su uzorci izmeta (fecesa) iz debelog crijeva svinja i okoliša, podrijetlom sa više desetaka farmi. U sve četiri zemlje rezistencija sojeva bakterije *E. coli* na antimikrobne pripravke bila je znatno niža u organskim uzgojima svinja (Österberg i sur., 2016.), a rezultati su prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Rezistencija sojeva bakterije *E. coli* na antimikrobne pripravke u konvencionalnim i organskim uzgojima svinja prema Österberg i sur.

TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK	**% rezistentnih sojeva *E. coli***							
	KONVENCIONALNI UZGOJ				**ORGANSKI UZGOJ**			
	DK	**F**	**I**	**S**	**DK**	**F**	**I**	**S**
Ciprofloksacin	0.0	4.3	12.0	1.4	0.0	1.0	0.8	1.4
Gentamicin	5.8	7.5	6.4	1.4	0.0	6.0	0.8	0.0
Oksitetraciklin	42.3	74.5	74.4	14.1	13.5	46.0	34.4	9.9
Sulfametoksazol/ Trimetoprim	NT	40.4	NT	NT	NT	10.0	NT	NT
DK – Danska, F – Francuska, I – Italija, S – Švedska, NT – nije testirano								

Izvor: Österberg i sur., 2016.

Značajna razlika u nivou rezistencije prema *tetraciklinima* kod *E.coli* izdvojene iz organskih i konvencionalnih uzgoja svinja, koja iznosi 37,9% za organske i 57,4% za konvencionalne uzgoje (Kerouanton i sur.,2013.), sugerira da način uzgoja ima utjecaja na količinu izlučene *E. coli* i njezinu rezistenciju. Podaci dobiveni u studiji za više EU zemalja otkrivaju visoki nivo rezistencije bakterije *E. coli* prema *tetraciklinima*, *streptomicinu* i *ampicilinu*, među oboljelim svinjama (Hendriksen i sur., 2008.), dok je pojava rezistencije niža u izolata iz zdravih svinja. Hariharan i sur. (2004.) istražili su osjetljivost ETEC izdvojene iz svinja i teladi, a sojevi izdvojeni iz svinja pokazali su najnižu rezistenciju na *ceftiofur* te na *neomicin i gentamicin*, a rezultati su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezistencija sojeva bakterije *E. coli* na antimikrobne pripravke u istraživanjima provedenim u različitim godinama, prema Hariharan i sur.

TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK	% rezistentnih sojeva *E. coli*	
	1990 – 1997	1998– 2002
Ceftiofur	0.0	2
Gentamicin	11	13
Neomicin	7	27
Oksitetraciklin	82	81
Sulfametoksazol/ trimetoprim	35	32

Izvor: Hariharan i sur., 2004.

Na *neomicin* i *gentamicin* najnižu rezistenciju pokazali su i izolati *E. coli* iz konvencionalnih uzgoja u istraživanju kojeg su proveli Nulsen i sur. (2008.).

Tablica 3. Rezistencija sojeva bakterije *E. coli* na antimikrobne pripravke u istraživanjima provedenim u Novom Zelandu prema Nulsen i sur.

TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK	% rezistentnih sojeva *E. coli*
Gentamicin	*0.7*
Neomicin	*0.7*
Oksitetraciklin	*60*

Izvor: Nulsen i sur., 2008.

U Hrvatskoj je disk difuzijskom metodom istražena osjetljivost 256 izolata *E. coli* izdvojenih iz dijagnostičkoga materijala s 8 velikih svinjogojskih farmi. Najviši stupanj rezistencije od 98% utvrđen je prema *oksitetraciklinu*, a 87% izolata bilo je rezistentno na 4 i više antimikrobnih lijekova (Habrun i sur., 2010.). Drugim istraživanjem u Hrvatskoj bilo je obuhvaćeno 114 izolata *E. coli* izdvojenih iz tankih crijeva prasadi po odbiću, uginule sa znakovima proljeva. E-test metodom (MIC) istražena je njihova osjetljivost na deset antimikrobnih lijekova, a rezultati su pokazali najveću rezistenciju prema *oksitetracilinu* (89%), s*treptomicinu* (74%) i *sulfametoksazolu* sa *trimetoprimom* (50%). Otporno na četiri ili više antimikrobih lijekova bilo je 68% izolata. Svi sojevi *E. coli* bili su osjetljivi na *cefotaxime*, a osjetljivost od 97% pokazali su i na *kolistin* (Habrun i sur., 2011.). Rezultati dobiveni dosadašnjim istraživanjima u Hrvatskoj prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Pregled osjetljivosti sojeva *E. coli* na antimikrobne pripravke u istraživanjima provedenim u Hrvatskoj, prema Habrun i sur.

TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK	**Habrun i sur., 2010.**		**Habrun i sur., 2011.**	
	Osjetljivo (%)	**Nije osjetljivo (%)**	**Osjetljivo (%)**	**Nije osjetljivo (%)**
Amoksicilin/ klavulanska kiselina	71	29	95	5
Kolistin	94	6	97	3
Oksitetraciklin	2	98	11	89
Gentamicin	47	53	68	32
Enrofloksacin	61	39	79	21
Sulfametoksazol/ Trimetoprim	13	87	50	50

Izvor: Habrun i sur., 2010./2011.

Valiakos i sur. (2016.) također su ustanovili visoku rezistenciju na *oksitetraciklin, ampicilin* i *amoksicilin* kod sojeva *E. coli* izdvojenih iz svinja, no što je posebno zabrinjavajuće i kod *E. coli* izdvojene iz fecesa radnika na farmama.

Tablica 5. Pregled osjetljivosti sojeva *E. coli* na antimikrobne pripravke u istraživanjima provedenim iz fecesa i radnika na farmama u Grčkoj, prema Valiakos i sur.

TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK	% rezistentnih sojeva E. coli	
	Zaražena prasad	Zaraženi radnici sa farme
Amoksicilin	50.0	45.8
Amplicin	38.9	41.7
Sulfametoksazol/trimetoprim	16.7	8.3
Oksitetraciklin	50.0	37.5
Gentamicin	0.0	4.2

Izvor: Valiakos i sur., 2016.

3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Prikupljanje podataka

Podaci koji su korišteni za izradu ovog rada prikupljeni su za vrijeme obavljanja završne specijalističke diplomske stručne prakse u Hrvatskom veterinarskom institutu, podružnici Veterinarski zavod Križevci. Isti su izdvojeni iz laboratorijskih protokola koji se odnose na uginulu prasad, dostavljenu na pretraživanje u Laboratorij za dijagnostiku Veterinarskog zavoda Križevci.

3.2. Materijal

Sojevi bakterije *Escherichia coli* koji su testirani u ovom istraživanju, izdvojeni su iz crijeva prasadi, podrijetlom iz 6 uzgoja svinja sa obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava Koprivničko-križevačke županije u općinama Križevci, Sv. Ivan Žabno i Sv. Petar Orehovec. Na izabranim farmama ukupno je 365 krmača, različitih pasmina, kako je prikazano u tablici 6, a gospodarstva su označena slovima A – F.

Tablica 6. Farme odabrane za istraživanje

OZNAKA GOSPODARSTVA	KOORDINATE	BROJ KRMAČA	PASMINSKI SASTAV
A	46°03'06" S 16°23'51" I	50	ŠL, NJL, VJ (križane u F1 generaciji)
B	46°07'37" S 16°32'17" I	60	ŠL, VJ, P
C	46°01'04" S 16°37'49" I	40	NJL, P
D	45°59'51" S 16°26'57" I	90	NJL x VJ
E	45°58'59" S 16°36'00" I	50	NJL
F	45°57'15" S 16°28'13" I	75	ŠL, ŠL x NJL i ŠL x VJ
Oznake pasmina na farmama: ŠL – ŠVEDSKI LANDRAS, NJL - NJEMAČKI LANDRAS, VJ - VELIKI JORKŠIR, P – PIETREN; x - križano			

Izvor: Podaci dobiveni od vlasnika, 2017.

Odabrana gospodarstva bave se konvencionalnim uzgojem i prakticiraju zatvoreni sustav držanja svinja. Osim različitog pasminskog sastava imaju i različite načine držanja krmača, provođenje preventivnih mjera zaštite na prasadi te različito vrijeme odbića

prasadi od sise. U vrijeme početka uzorkovanja na farmama se nije provodila aktivna imunizacija krmača vakcinama protiv *E. coli* infekcija. Neke farme provode aktivnu imunizaciju krmača protiv respiratornih infekcija (*Mycoplasma hyopneumoniae*) te metafilaksu protiv protozoa *Isospora suis*. Neke farme prakticiraju preventivno davanje antibiotika u prvom tjednu po prašenju, dok neki kao jedini preventivni zahvat koriste davanje željeza i vitamina. Podaci o držanju, odbiću i preventivnim mjerama navedeni su u tablici broj 7.

Tablica 7. Način držanja krmača, vrijeme odbića prasadi i preventiva na farmama

OZNAKA FARME	NAČIN DRŽANJA KRMAČA	PRAŠENJE	ODBIĆE U DANIMA	AKTIVNA IMUNIZACIJA	OSTALE PREVENTIVNE MJERE
A	u boksu pojedinačno	ukliještene	28	ne	Fe, vitamini, cefquinome
B	grupno	u boksu	35	započeta tijekom istraživanja, PORCILIS PORCOLI (*E. coli* – F4ab, F4ac, F5, F6, LT toxoid)	Fe, vitamini
C	grupno	u boksu	45	ne	Fe, vitamini
D	grupno	ukliještene	30	RESPISURE (*Mycoplasma hyopneumoniae*)	BAYCOX (*Isospora suis*), Fe, vitamini
E	u boksu pojedinačno	ukliještene	35	ne	Gentamicin dozer, Fe, vitamini
F	U boksu pojedinačno i grupno	ukliještene	30	ne	BAYCOX (*Isospora suis*), Fe, vitamini

Izvor: Semper, 2018.

Valja napomenuti da osim preventivnih mjera, vlasnici farmi često sami provode liječenje prasadi. Pri pojavi bolesti u prasadi sa vidljivim kliničkim znakovima, kao što su proljev ili otežano disanje, uobičajena je upotreba na tržištu dostupnih antimikrobnih lijekova.

Iz prasadi sa navedenih farmi izdvojeno je i na antimikrobnu osjetljivost testirano ukupno 44 soja bakterije *Escherichia coli*.

3.3. Metode

U svrhu izdvajanja sojeva bakterije *Escherichia coli* iz crijeva prasadi, u laboratoriju su korištene uobičajene hranjive podloge. Kao osnovna podloga korišten je krvni agar sa 5% defibrinirane ovčje krvi („Merck“) kako bi se ustanovile morfološke karakteristike i hemolitičke osobine pojedinih sojeva bakterije *Escherichia coli*. Uzorci su nacjepljivani i na selektivne krute hranjive podloge, XLD agar i ENDO agar („Merck“), kako bi se razlučili sojevi bakterije *Escherichia coli* od ostalih enterobakterija. Pri obradi je korišten isključivo sterilni pribor, kako bi se izbjegla kontaminacija organa i tkiva. Kulture su se inkubirale aerobno na 37°C/24-48 sati.

Svi izdvojeni sojevi pretraženi su molekularnim metodama (PCR) na gene za čimbenike virulencije intestinalne *E.coli*, kako bi se utvrdila njihova patogenost.

Osjetljivost izdvojenih sojeva prema antimikrobnim lijekovima proveli smo disk difuzijskom metodom na Mueller-Hinton agaru, direktnom suspenzijom kolonija uz 0,5 McFarland, prema standardu *Clinical and Laboratory Standards Institute* M02-A12 (CLSI, 2015.), a diskovi koje smo testirali prikazani su u tablici broj 8. Optička gustoća pripremljene bakterijske suspenzije izmjerena je pomoću denzitometra (slika 1). Na Mueller-Hinton agaru dobro raste većina patogenih bakterija, a sadrži vrlo male količine ili uopće ne sadrži tvari koje inhibiraju aktivnost *sulfonamida* ili *trimetoprima (timin i timidin)* i tvari koje inhibiraju aktivnost *tetraciklina, aminoglikozida* i polipetida.

Zone inhibicije za antimikrobne pripravke procijenjene su sukladno dodatku za antimikrobno testiranje M100-S25 (CLSI, 2015.).

Tablica 8. Testirani antimikrobni pripravci u provedenom istraživanju

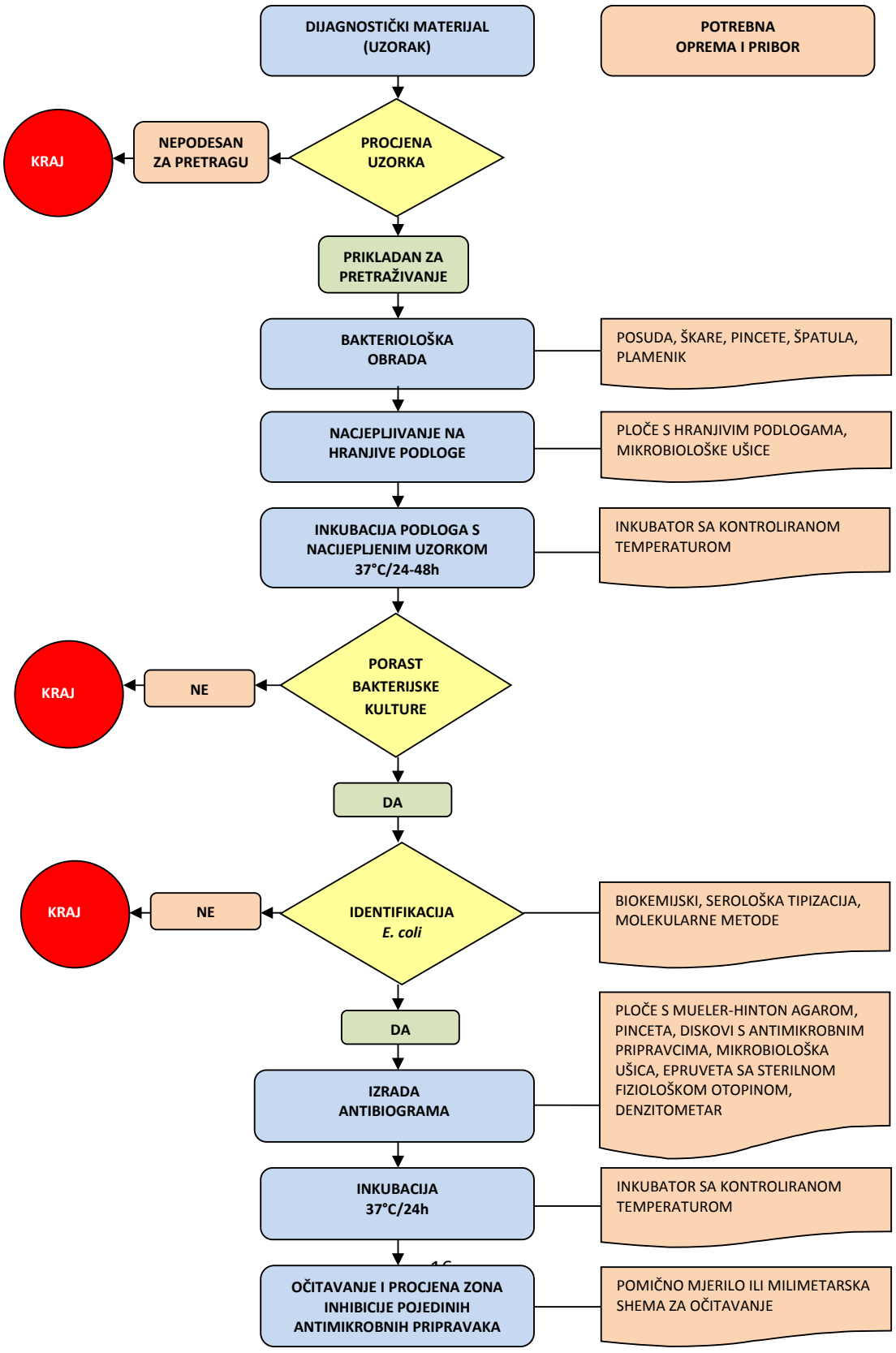
ANTIMIKROBNI LIJEK	OZNAKA	SADRŽAJ DISKA (KONCENTRACIJA)	PROIZVOĐAČ
gentamicin	GM	10µg	OXOID
linkomicin/spektinomicin	LS	9/100 µg	OXOID
amoksicilin/klavulanska kiselina	AMC	20/10 µg	BIO-RAD
cefaleksin	CFX	30 µg	BIO-RAD
oksitetraciklin	OTC	30 µg	MAST DIAGNOSTICS
enrofloksacin	ENF	5 µg	OXOID
flumekvin	FLU	30 µg	OXOID
sulfametoksazol/trimetoprim	SXT	25/75 µg	MAST DIAGNOSTICS
florfenikol	FFC	30 µg	OXOID
kolistin sulfat	CO	10µg	OXOID

Izvor: Semper, 2018.

Oprema, pribor i podloge korišteni u istraživanju te postupak izdvajanja bakterije *Escherichia coli* i testiranja antimikrobne osjetljivosti (izrada antibiograma) disk-difuzijskom metodom prikazani su u dijagramu 1 te na slikama 1 i 2.

Dijagram 1. Laboratorijski postupak izdvajanja *E. coli* i izrada antibiograma

Izvor: Tehnička dokumentacija Laboratorija K- 1, 5.4/K1/SOPO3, 5.4/K1/SOPO4, 2011.





Slika 1. Denzitometar – uređaj za mjerenje optičke gustoće suspenzije prema McFarlandu

Izvor: Semper, 2018.



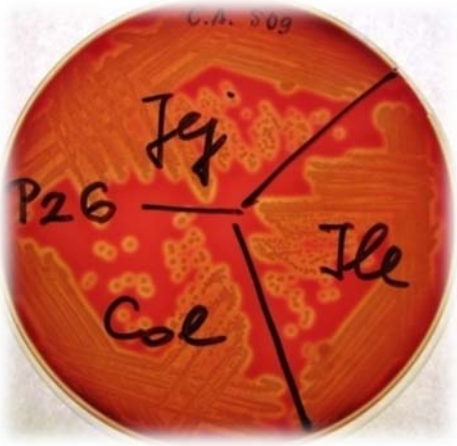
Slika 2. Laboratorijski pribor i oprema korišteni u istraživanju

Izvor: Semper, 2018.

4. REZULTATIISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

4.1.Rezultati

Na nacijepljenim bakteriološkim podlogama po inkubaciji je ustanovljen rast bakterijskih kolonija karakterističnog izgleda za vrstu *Escherichia coli*. Na slici 3 prikazan je porast i izgled kulture bakterije *Escherichia coli* sa svojstvom ß-hemolize. Slika 4 prikazuje porast bakterijskih kultura *E. coli* na korištenim kromogenim selektivnim podlogama. Kod 44 testirana soja molekularnim metodama (PCR) dokazano je 1-7 čimbenika virulencije intestinalne *E. coli* po soju (rezultati objavljeni drugdje), čime je potvrđena njihova patogenost te se pristupilo izradi antibiograma (slika 5).



Slika 3. P26 – ß-hemolitična kultura bakterije *Escherichia coli* na krvnom agaru nakon inkubacije na 37°C/24h. Nacijepljeno iz dijelova crijevnog trakta (*jejunum, ileum, kolon*).
Izvor: Semper, 2018.



Slika 4. P37 – karakterističan porast kolonija bakterije *Escherichia coli* na XLD agaru (lijevo) i Endo agaru (desno), nakon inkubacije na 37°C/24h. Nacijepljeno iz *jejunuma.*
Izvor: Semper, 2018.



Slika 5. Antibiogram – prikaz osjetljivosti testirane bakterijske kulture prema različitim antimikrobnim pripravcima, sa zonama osjetljivosti na Mueller-Hinton agaru
Izvor: Semper, 2018.

Sojevi bakterije *Escherichia coli* u istraživanju testirani su na antimikrobnu osjetljivost prema ukupno 10 antimikrobnih pripravaka. Od testiranih pripravaka, redovito su testirani *amoksicilin* sa *klavulanskom kiselinom*, *florfenikol* i *enrofloksacin* (na 100% uzoraka), *gentamicin* na 95,5% uzoraka, *linkospektin* na 79,5%, *kolistin sulfat* na 68,2%, *flumekvin* na 65,9% slučajeva, *sulfametoksazol* sa *trimetoprimom* na 52,3%, *cefaleksin* na 40,9% i o*ksitetraciklin* na 22,7% uzoraka.

Iz rezultata prikazanih u tablici 9 vidljivo je da je većina testiranih sojeva *E. coli* dobro ili umjereno osjetljiva na *amoksicilin* sa *klavulanskom kiselinom* (AMC) 90,9%, dok je osjetljivost prema *florfenikolu* (FFC) 59,1% te *enrofloksacinu* (ENF) 50%. Prema ostalim antimikrobnim pripravcima pokazuju značajnu rezistenciju, koja se kreće od 66,7% prema *gentamicinu* (GM) i *cefaleksinu* (CFX) do 91,4% prema *linkospektinu* (LS).

Ukupni postotak rezistentnih sojeva prema pojedinim antimikrobnim pripravcima u ovom istraživanju, prikazan je i u grafikonu 1.

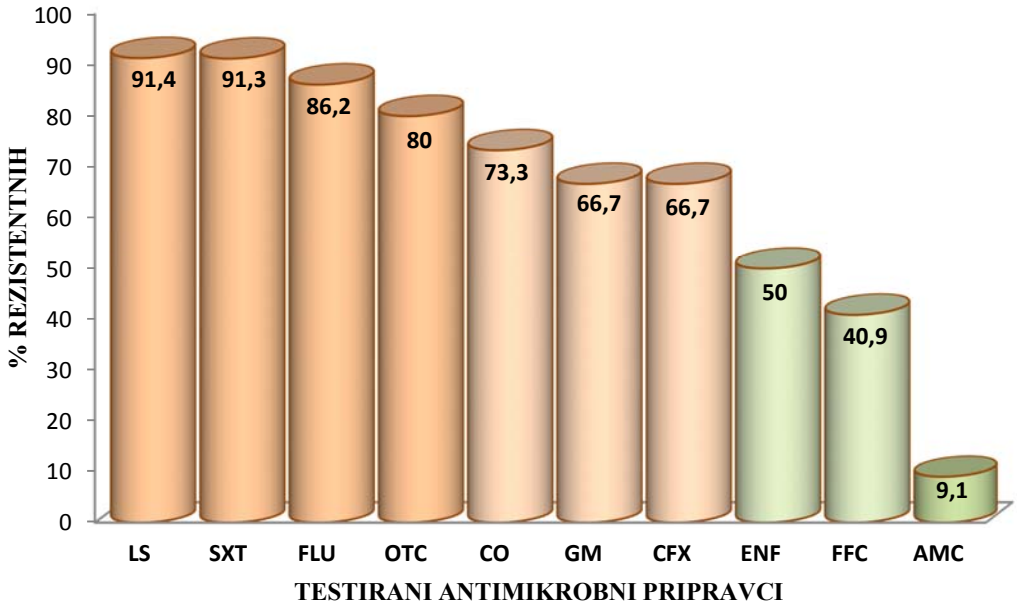
Tablica 9. Skupni prikaz rezistencije sojeva *E. coli* prema prasadi i gospodarstvima

OZNAKA UZORKA	TESTIRANI ANTIMIKROBNI PRIPRAVAK										PRASAD			OZNAKA GOSPODARSTVA					
	AMC	FFC	ENF	FLU	GM	CFX	CO	SXT	LS	OTC	NA SISI/ PO ODBIĆU		STAROST (u danima)						
P1	I	I	S			R		R			NS		21					E	
P4	S	R	S	S	S	S					NS		26				D		
P5	S	R	R	R	R	R						PO	40				D		
P7	S	R	R		R	I		R				PO	-				D		
P8	S	R	R		R	I		R				PO	-				D		
P11	R	S	S		S	R					NS		16						F
P13	S	S	R		R	R			I			PO	28					E	
P14	S	S	S		I	S			R			PO	45			C			
P15	S	R	R		I	I						PO	60					E	
P16	S	S	S	I	S		I	R			NS		38			C			
P17	S	S	R	R	S		I	R	R		NS		5		B				
P18	S	S	R	R	S		I	R	R		NS		5		B				
P19	S	R	R	R	S		I	R	R			PO	37				D		
P20	S	R	R	R	S		S	R	R	R		PO	-				D		
P21	S	S	S	R			I	R	R	R		PO	43		B				
P22	S	S	R	R	I		S	S	I	S	NS		7			C			
P23	S	S	S		S	S	S	S		S		PO	60			C			
P24	S	I	I	R	R	R	R		R		NS		6						F
P25	S	I	I	R	R	R	R		R		NS		6						F
P26	S	I	I	R	R	R	R		R		NS		6						F
P27	S	S	S	R	R	R	R		R	R	NS		8						F
P28	S	S	R	R	R	R	R		R	R	NS		3						F
P29	S	S	R	R	R	R	R		R	R	NS		3						F
P31	S	R	S	R	R		R	R	R	R	NS		2					E	
P32	S	R	S	R	R		R	R	R	R	NS		2					E	
P33	S	R	S	R	R		R	R	R	R	NS		2					E	
P34	S	R	S	S	R		R		R			PO	2				D		
P35	S	S	S	R	R		R		R		NS		9					E	
P36	S	S	S	R	R		R		R		NS		9					E	
P37	S	R	R	R	R		R		R		NS		20				D		
P38	S	R	R	R	R		R		R		NS		20				D		
P39	S	R	S	S	R		R		R			PO	77				D		
P41	S	S	R		R		R	R	R		NS		13					E	
P42	S	S	R		R		R	R	R		NS		13					E	
P43	S	S	R		R		R	R	R		NS		13					E	
P44	I	S	R	R	S			R	R		NS		14		B				
P45	I	S	R	R	S			R	R		NS		14		B				
P46	R	S	S	R	R			R	R		NS		4						F
P47	R	S	R	R	R			R	R		NS		4						F
P48	S	S	R	R	R			R	R		NS		2						F
P49	S	R	S		R	R	R		R		NS		20	A					
P50	S	R	S		R	R	R		R		NS		20	A					
P51	S	R	I		S		R		I			PO	55						F
P55	R	R	R		R		R	R	R			PO	35		B				

P1 do P55 - Oznake prasadi u istraživanju kod kojih je izdvojena patogena *E. coli* ; NS – na sisi ; PO – po odbiću
S – osjetljivo (*susceptible)* ; I – umjereno osjetljivo *(intermediate)* ; R nije osjetljivo *(resistant)*
Oznake testiranih antimikrobnih pripravaka navedene u tablici 1.

Izvor: Semper, 2018.

Grafikon 1. Ukupna rezistencija sojeva *E. coli* prema testiranim antimikrobnim pripravcima



Izvor: Semper, 2018.

Tablica 10. Testirani antimikrobni pripravci

OZNAKA	ANTIMINKROBNI LIJEK
LS	linkospektin
SXT	sulfametoksazol/trimetoprim
FLU	flumekvin
OTC	oksitetraciklin
CO	kolistin sulfat
GM	gentamicin
CFX	cefaleksin
ENF	enrofloksacin
FFC	florfenikol
AMC	aminoksicilin/klavulanska kiselina

Izvor: Semper, 2018.

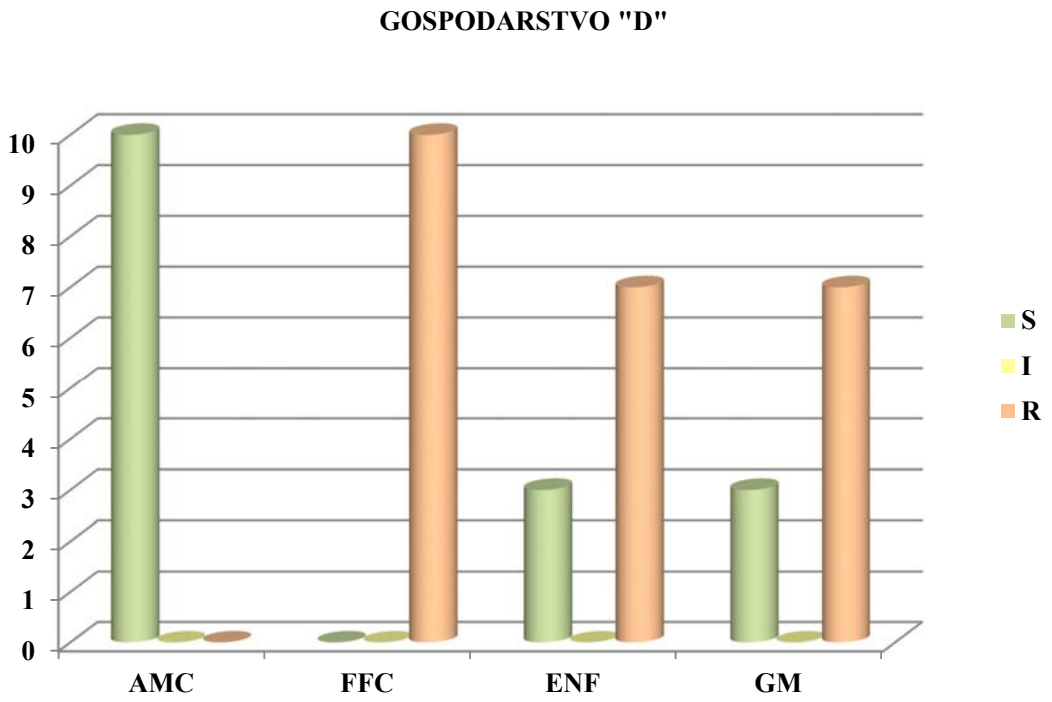
Promatrajući dobivene rezultate po gospodarstvima, uočljiva je različita osjetljivost sojeva bakterije *Escherichia coli* prema testiranim antimikrobnim pripravcima. Tako osjetljivost prema različitim antimikrobnim pripravcima po gospodarstvima značajno varira.

Na grafikonima koji slijede prikazani su rezultati za gospodarstva D, E i F, s kojih je testiran najveći broj uzoraka.

Rezultati – gospodarstvo D

Primjerice, na gospodarstvu D vidljiva je osjetljivost svih istraženih sojeva na AMC te 100%-tna rezistencijana FFC. Zamjetna je i visoka rezistencija prema ENF i GM koja iznosi 70% (grafikon 2).

Grafikon 2. Osjetljivost testiranih antimikrobnih pripravaka na gospodarstvu D

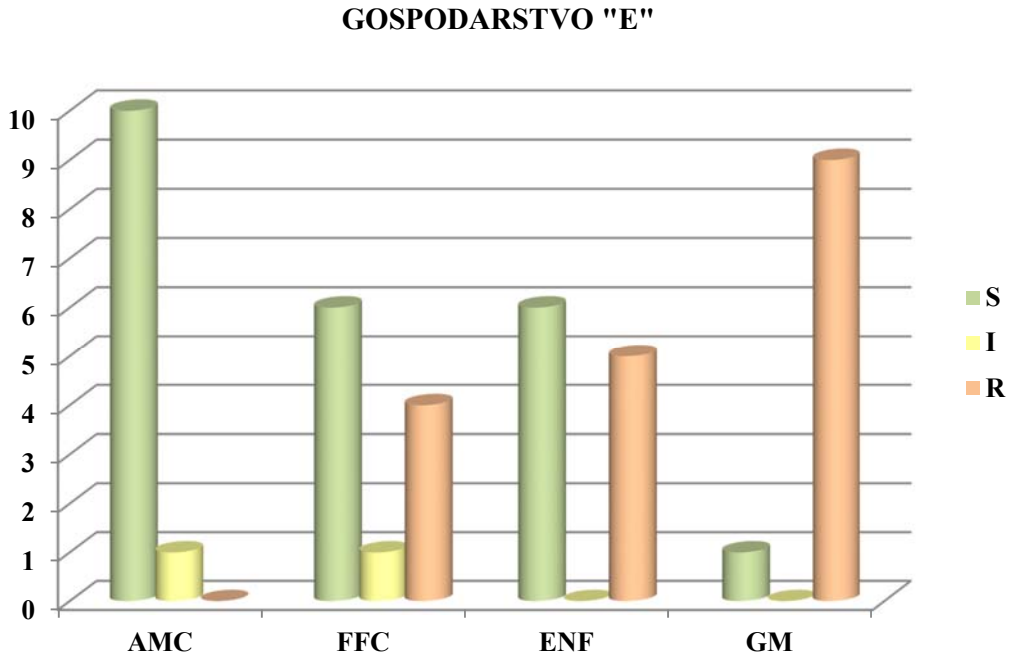


Izvor: Semper, 2018.

Rezultati – gospodarstvo E

Rezultati za gospodarstvo E pokazuju kako su svi istraženi sojevi osjetljivi na AMC, a rezistencija na FFC je na istom gospodarstvu znatno manja od one ustanovljene na gospodarstvu D te iznosi svega 36% (grafikon 3). Rezistencija je nešto viša kod ENF (45,5%), a visoka rezistencija uočljiva je kod GM i to čak 81%.

Grafikon 3. Osjetljivost testiranih antimikrobnih pripravaka na gospodarstvu E

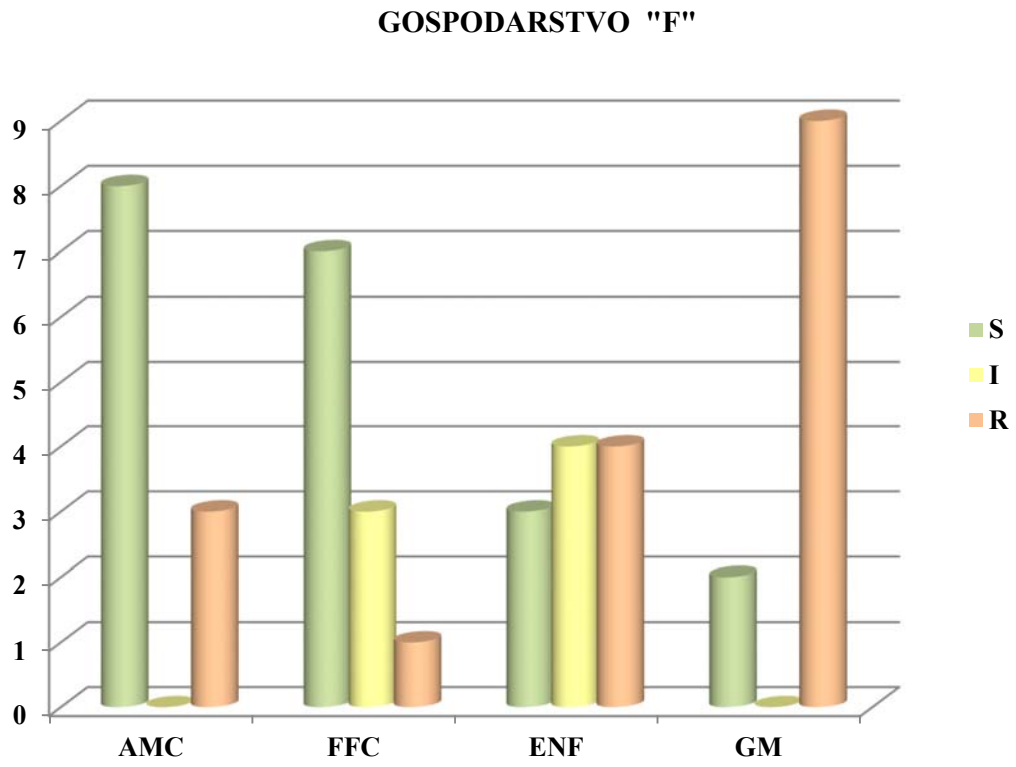


Izvor: Semper, 2018.

Rezultati – gospodarstvo F

Sojevi bakterije *Escherichia coli* izdvojeni iz prasadi na gospodarstvu F pokazali su vrlo nisku rezistenciju prema FFC, koja iznosi svega 9,1%. Rezistencija na GM je kao i kod gospodarstva E, visoka i iznosi 81,2%. Za razliku od gospodarstava D i E, gdje je ustanovljena 100%-tna osjetljivost prema AMC, na gospodarstvu F javlja se umjerena rezistencija izdvojenih sojeva prema AMC i iznosi 27,3%. Gospodarstvo F specifično je u ovom istraživanju, jer je jedino gdje je između testiranih antimikrobnih pripravaka ustanovljena najbolja osjetljivost sojeva bakterije *Escherichia coli* prema FFC – 90,1%. Rezultati za gospodarstvo F prikazani su u grafikonu 4.

Grafikon 4.Osjetljivost testiranih antimikrobnih pripravakana gospodarstvu F



Izvor: Semper, 2018.

Na gospodarstvima sa manjim brojem testiranih sojeva bakterije *Escherichia coli* također je vidljiva različita osjetljivost prema testiranim antimikrobnim pripravcima.

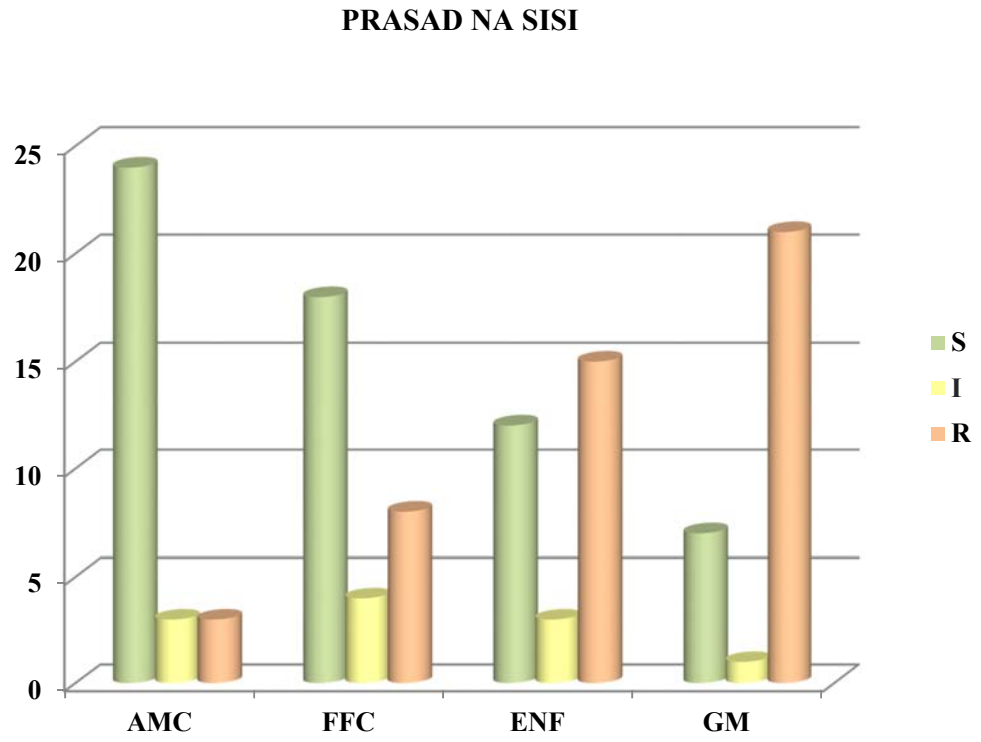
Tako je na gospodarstvu B vidljiva visoka rezistencija na ENF (83,3%) i niska rezistencija na ostale najčešće testirane antimikrobne pripravke, koja iznosi 16,6% za FFC i AMC te 20% za GM.

Sa gospodarstva C testirano je četiri uzorka i svi su pokazali 100%-tnu osjetljivost prema AMC, FFC i GM te dobru osjetljivost prema ENF od 75%.

Sa gospodarstva A testirano je samo 2 uzorka, koji su pokazali 100% osjetljivost na AMC i ENF te 100% rezistenciju prema FFC i GM.

Ako zasebno promatramo rezultate dobivene za prasad „na sisi“ i „po odbiću“ za redovito testirane antimikrobne pripravke, iz tablice 9 je vidljivo da je većina sojeva bakterije *Escherichia coli* izdvojenih iz prasadi na sisi osjetljiva na AMC *(*80%), nešto su slabije osjetljivi na FFC (60%), a da je rezistencija viša na ENF (50%). Veća rezistencija vidljiva je i kod GM (70%) u odnosu na prasad po odbiću gdje iznosi (50%). Rezultati su prikazani u grafikonu 5.

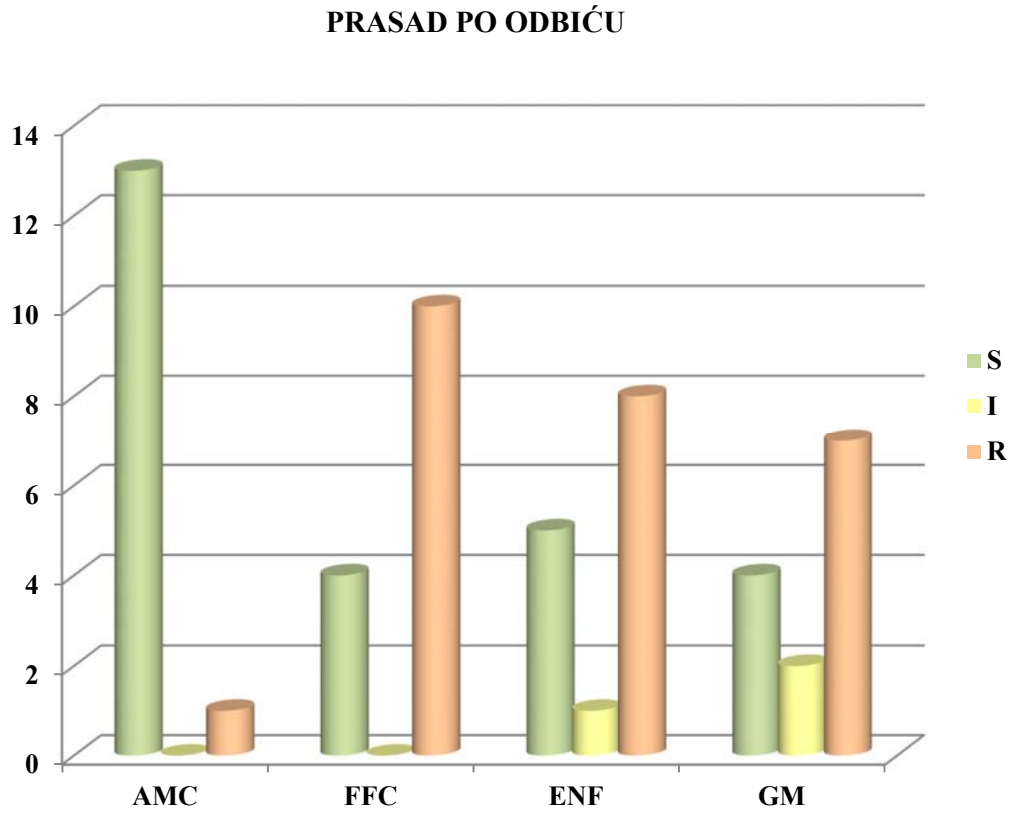
Grafikon 5. Osjetljivost testiranih antimikrobnih pripravaka kod prasadi na sisi



Izvor: Semper, 2018.

Kod odbijene prasadi vidljiva je vrlo visoka osjetljivost prema AMC **(**91%), a razlika u odnosu na sisajuću prasad je u višoj rezistenciji na FFC (71%) i ENF (57%). Rezultati osjetljivosti za odbijenu prasad prikazani su u grafikonu 6.

Grafikon 6. Osjetljivost testiranih antimikrobnih pripravaka prasadi po odbiću



Izvor: Semper, 2018.

4.2. Rasprava

Problem rezistencije bakterija prema antimikrobnim pripravcima prisutan je u cijelom svijetu i s vremenom postaje sve veći. Unatoč napretku znanosti i razvijanju novih lijekova, i kod ljudi i kod domaćih životinja antimikrobni pripravci se bez obzira na povećanu svijest o mogućnosti razvoja rezistencije kod različitih vrsta bakterija, još uvijek pretjerano i često nepotrebno koriste. Uzgoji svinja, kako organski (ekološki) tako i konvencionalni, u kojima je bakterija *Escherichia coli* najčešći bakterijski patogen, nisu izuzeti od sve prisutnog problema antimikrobne rezistencije, a iluzorno je očekivati će se rezistencija prema antibioticima i kemoterapeuticima pojaviti samo u zemljama, regijama i uzgojima sa intenzivnom svinjogojskom proizvodnjom i u velikim aglomeracijama, gdje je upotreba antimikrobnih pripravaka učestala, kako u preventivi tako i u kurativi. Rezultati dosadašnjih istraživanja redom ukazuju na prednosti organskih uzgoja koje nisu vezane

samo uz dobrobit životinja, već i uz pojavu bakterijske rezistencije, koja je prema brojnim autorima kod organske proizvodnje manja u odnosu na konvencionalne uzgoje.

Za razliku od otvorenih uzgoja koje opisuju Pejaković (2002.) i Luković (2014.) te poluotvorenih uzgoja svinja prema Asaju (2003.), uzorci pretraženi u ovom istraživanju podrijetlom su iz zatvorenih uzgoja veličine 40 – 90 krmača. Na 4 od 6 farmi uključenih u istraživanje krmače se drže grupno u boksovima, dok su pri prašenju na 4 od 6 farmi krmače ukliještene. Ti podaci pokazuju da većina uzgajivača drži do dobrobiti krmača po osjemenjivanju, dok im je pri prašenju bitnija dobrobit prasadi, kako opisuju Kamenović i sur. (2017.). Na 4 od 6 farmi prasad po prašenju dobiva preventivno samo željezo i vitamine, dok se na dvije farme preventivno daju i antibiotici. S obzirom na način držanja i preventivu, svi uzgoji uključeni u istraživanje su konvencionalni, jer se uvelike razlikuju od organskih uzgoja i zahtjeva koje opisuju Luković (2014.) i Österberg i sur. (2016.). Može se reći da su sličniji velikim svinjogojskim farmama koje u Hrvatskoj još posluju, mada ne u broju u kojem su postojale prije 30-tak godina. Zbog izražene neosjetljivosti bakterija i često neuspješnog liječenja bakterijskih infekcija i velikih gubitaka kod prasadi, na nekoliko velikih svinjogojskih farmi u Hrvatskoj provedena su istraživanja antimikrobne osjetljivosti više bakterijskih vrsta izdvojenih iz svinja (Habrun i sur., 2010.) i sojeva bakterije *Escherichia coli* iz odbite prasadi (Habrun i sur., 2011.), koja su pokazala različiti stupanj rezistencije prema određenim skupinama antimikrobnih lijekova. U Koprivničko-križevačkoj županiji postoji velik broj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koja se bave svinjogojskom proizvodnjom, a na kojima se javljaju istovjetni problemi u liječenju bakterijskih infekcija kao na velikim farmama pa je bilo potrebno provesti ovo istraživanje, kojim smo dobili uvid u raširenost rezistentnih sojeva bakterije *Escherichia coli* među populacijom svinja sa, uvjetno rečeno, manjih farmi.

Ako usporedimo gore spomenute rezultate Habruna i sur. (2010., 2011.) navedene u tablici 4, sa rezultatima ovog istraživanja, možemo uočiti određene sličnosti, ali i velike razlike. U ovom istraživanju, *amoksicilin* sa *klavulanskom kiselinom* je antimikrobni pripravak prema kojem su izolati bakterije *E. coli* pokazali najnižu rezistenciju u ukupno pretraženoj populaciji (Grafikon 1), kao i u populaciji odbite prasadi (Grafikon 6), što se podudara s rezultatima koje su dobili Habrun i sur. (2011.) u istraživanju provedenom kod odbite prasadi. Visoka rezistencija prema *sulfametoksazolu* s *trimetoprimom* (91,3%) koju smo ustanovili kod izolata u ovom istraživanju, može se uočiti i u rezultatima koje su dobili Habrun i sur. (2010.). U velikoj mjeri podudaraju se i rezultati rezistencije prema *oksitetraciklinu* u ovom istraživanju (80%) sa rezultatom 89% koji su zabilježili Habrun i

sur. (2011.), dok rezultati provedenog istraživanja pokazuju znatno višu rezistenciju prema *enrofloksacinu* i *gentamicinu*. Najveće uočene razlike za koje se može reći da su zabrinjavajuće, odnose se na osjetljivost testiranih sojeva prema *kolistinu,* za kojeg su Habrun i sur. (2010., 2011.) ustanovili nisku rezistenciju od 6%, odnosno 3%, a rezultati provedenog istraživanja pokazuju vrlo visoku rezistenciju od 73,3%.

Iz tablice 1 uočljiva je otpornost velikog broja sojeva bakterije *Escherichia coli* prema većem broju antimikrobnih lijekova. Testirani rezultati pokazuju da je 34/44 izolata ili 77,3% otporno na 4 ili više antimikrobnih lijekova, a taj podatak je između rezultata već provedenih istraživanja od 68% (Habrun i sur., 2011.) i 87% (Habrun i sur., 2010.).

Promatrajući rezistenciju sojeva *E. coli* prema *gentamicinu*, možemo uočiti vrlo velike razlike između provedenih rezultata i rezultata dosadašnjih istraživanja. Postotak rezistentnih sojeva izdvojenih iz prasadi u konvencionalnim uzgojima, kreće se od 0,0%, što znači potpunu osjetljivost (Valiakos i sur., 2016.), preko zanemarive rezistencije od 0,7% u istraživanju Nulsena i sur. (2008.) provedenog na Novom Zelandu, do još uvijek niske rezistencije koju su u rezultatima prikazali Österberg i sur. (2016.), a koja je u Švedskoj, Danskoj, Italiji i Francuskoj, kako slijedi iznosila 1,4%, 5,8%, 6,4%, odnosno 7,5%. Nešto viša rezistencija na *gentamicin* zabilježena je u istraživanjima koje su proveli Hariharan i sur. (2004.), a kreće se od 11-13%, ovisno o razdoblju istraživanja (tablica 2). U usporedbi sa navedenim, provedeni podatak o rezistenciji prema *gentamicinu* od 66,7% u ukupno pretraženoj populaciji je poražavajući.

S druge strane, ako promatramo rezultate koji se odnose na osjetljivost izdvojenih sojeva bakterije *Escherichia coli* prema *oksitetraciklinu*, gotovo u svim do danas provedenim istraživanjima vidljiva je visoka ili vrlo visoka rezistencija. Rezultat od (80%) gotovo je identičan sa rezultatima koje su dobili Hariharan i sur. (2004.), a koji ovisno o periodu istraživanja iznose 81%, odnosno 82%. Značajnu rezistenciju u istraživanju provedenom u više zemalja EU, osim u zemljama Skandinavije, ustanovili su Hendriksen i sur. (2008.). Nulsen i sur. (2008.) navode rezistenciju prema *oksitetracilinu* od 60%, a Valiakos i sur. (2016.) 50%. Visoka rezistencija zabilježena je i u konvencionalnim uzgojima u Francuskoj i Italiji, gdje iznosi 74,5%, odnosno 74,4%. Rezultat rezistencije prema *oksitetraciklinu* u Danskoj je 42,3%, a prema navedenim rezultatima iz konvencionalnih uzgoja, može se reći da je niska rezistencija od 14,1% zabilježena jedino u Švedskoj (Österberg i sur. 2016.).

Uspoređujući podatke o rezistenciji sojeva bakterije *Escherichia coli* u konvencionalnim i organskim uzgojima svinja, lako su uočljive velike razlike i višestruko

veći postotak rezistentnih sojeva u konvencionalnim uzgojima. Rezultati rezistencije prema *oksitetraciklinu* u organskim uzgojima u Italiji iznose 34,4%, dok je rezultat za konvencionalne uzgoje 74,4%, što znači više nego dvostruko veći broj rezistentnih sojeva. U Danskoj je rezistencija na *oksitetraciklin* u organskim uzgojima svega 13,5%, a to je četverostruko manje od 42,3% zabilježenih u konvencionalnim uzgojima (Österberg i sur. 2016.). Razlike u nivou rezistencije između organskih i konvencionalnih uzgoja, mada ne tako drastične, navodi i Kerouanton (2013.). Razmjere rezistencije prikazane u rezultatima ovog istraživanja pokazuje primjer *sulfametoksazola sa trimetoprimom,* prema kojem je ustanovljena rezistencija kod 91,3% sojeva *E. coli*. Österberg i sur. (2016.) za konvencionalne uzgoje u Francuskoj navode rezistenciju prema *sulfametoksazolu sa trimetoprimom* od 40,4%, a u organskim uzgojima rezistencija je tek 10,0%, dakle 9 puta manja nego na našim gospodarstvima. Još drastičnije razlike u rezistenciji vidljive su ako usporedimo rezultate za *gentamicin* iz organskh uzgoja u istom istraživanju (0,0% – 6,0%) sa našim rezultatom od 66,7%.

U svijetu je poznata rezistencija sojeva bakterije *Escherichia coli* prema *oksitetraciklinima* i *sulfonamidima* te potenciranim sulfonamidima, no prema aminoglikozidima *(neomicin, gentamicin)* i fluorkinolonima *(enrofloksacin, marbofloksacin, ciprofloksacin)* rezistencija je uglavnom niska, što u istraživanju provedenom na uzorcima sa naših gospodarstava nije slučaj. Usporedba naših rezultata sa rezultatima dosadašnjih istraživanja, ukazuje na visoku rezistenciju sojeva bakterije *Escherichia coli* u uzgojima svinja Koprivničko-križevačke županije. Podatak koji najbolje ilustrira razmjere problema je zabilježena potpuna rezistencija kod 192/318 (60,4%) testiranih diskova s antimikrobnim pripravcima u ovom istraživanju. Navedeni podatak i 77,3% pretraženih sojeva koji su rezistentni na 4 i više antimikrobnih lijekova, govore u prilog tvrdnji o stalnom povećanju rezistencije bakterija (Tadesse i sur., 2012.) i daju nam razlog za zabrinutost. Moramo spomenuti da farme na kojima se primjenjuje preventivno davanje antibiotika imaju zabilježen visok stupanj rezistencije, ali ne odstupaju drastično od prosjeka cijelog istraživanja. Tako je na farmi „E“ zabilježena ukupna rezistencija izdvojenih sojeva *E. coli* kod 65,4% testiranih diskova s antimikrobnim pripravcima, što je 5% više od prosjeka. No, istovremeno je rezistencija na 4 i više antibiotika 5% niža u odnosu na prosjek istraživanja i iznosi 72,3%.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da sojevi bakterije *Escherichia coli* izdvojeni iz prasadi sa obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava Koprivničko-križevačke županije, pokazuju rezistenciju na 8 od 10 testiranih antimikrobnih lijekova u više od 50% slučajeva,

a tek na jedan od deset testiranih pripravaka osjetljivi su u više od 90% slučajeva. S obzirom na rezultate ovog istraživanja i trendove u svijetu koji pokazuju sve veću rezistenciju bakterija prema antimikrobnim lijekovima, opravdana je bojazan za budućnost liječenja bakterijskih infekcija u uzgojima svinja, a posebno među osjetljivom populacijom prasadi prije i poslije odbića.

5. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata i usporedbom istih sa rezultatima dosadašnjih istraživanja provedenih u Hrvatskoj i svijetu, moguće je izvesti sljedeće zaključke:

1. Antimikrobna rezistencija sojeva bakterije *Escherichia coli* izdvojene iz prasadi u konvencionalnim uzgojima svinja Koprivničko-križevačke županije vrlo je visoka.
2. Izdvojeni sojevi bakterije *Escherichia coli* pokazali su rezistenciju višu od 50% prema 8 od 10 testiranih antimikrobnih pripravaka.
3. Zabilježena visoka rezistencija prema aminoglikozidima *(gentamicin)* i fluorkinolonima *(enrofloksacin)* nije uobičajena u svijetu.
4. Rezultati ukazuju na viši postotak rezistentnih sojeva u usporedbi s dosadašnjim istraživanjima u konvencionalnim uzgojima svinja.
5. Rezistencija sojeva bakterije *Escherichia coli* u konvencionalnim uzgojima svinja Koprivničko-križevačke županije višestruko je veća u odnosu na organske uzgoje u zemljama EU.
6. Razlozi koji su doveli do ovako visoke rezistencije prema gotovo svim testiranim antimikrobnim pripravcima, najvjerojatnije leže u njihovoj dostupnosti uzgajivačima te nekontroliranoj primjeni bez prethodnog testiranja antimikrobne osjetljivosti (izrade antibiograma) i savjetovanja sa stručnjacima.

6. LITERATURA

1. Asaj, A., (2003): Sustavi držanja svinja. Higijena na farmi i u okolišu. Medicinska naknada, Zagreb, pp. 179-182.
2. Boerlin, P., R. Travis, C. L. Gyles, R. Reid-Smith, N. Janecko, H. Lim, V. Nicholson, S. A. Mcewen, R. Friendship, M. Archambault (2005): Antimicrobial Resistance and Virulence Genes of *Escherichia coli* Isolates from Swine in Ontario. Appl environ microbiol. 71 (11), 6753-6761.
3. Clinical and Laboratory Standards Institute(2015): M02-A12 Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard-Twelfth Edition.
4. Clinical and Laboratory Standards Institute (2015): M100-S25 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fifth Informational Supplement.
5. Cvetnić S. (2002): Kolibaciloza mladunčadi. U: Bakterijske i gljivične bolesti životinja. Medicinska naknada, Zagreb, pp. 110-124.
6. Habrun, B. (2014a): *Vrste Escherichia coli.* U: Klinička veterinarska bakteriologija. Medicinska naklada, Zagreb, pp. 212-217.
7. Habrun, B. (2014b): Antimikrobni lijekovi. U: Klinička veterinarska bakteriologija. Medicinska naklada, Zagreb, pp. 73-89.
8. Habrun, B., G. Kompes, Ž. Cvetnić, S. Špičić, M. Benić, M. Mitak (2010): Antimicrobial sensitivity of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis* and *Actinobacillus pleuripneumoniae* isolated from diagnostic samples from large pig breeding farms in croatia. Vet. arhiv 80 (5), 571-583.
9. Habrun, B., D. Stojanović, G. Kompes, M. Benić (2011): Antimicrobial susceptibility of enterotoxigenic strains of *Escherichia coli* isolated from weaned pigs in Croatia. Acta Veterinaria (Beograd), 61 (5-6), 585-590.
10. Hariharan, H., M. Coles, D. Poole, R. Page (2004): Antibiotic resistance among enterotoxigenic *Escherichia coli* from piglets and calves with diarrhea. Can Vet J, 45, 605-606.
11. Hendriksen, R. S., D. J. Mevius, A. Schroeter, C. Teale, E. Jouy, P. Butaye, A. Franco, A. Utinane, A. Amado, M. Moreno, C. Greko, K. Dc Stärk, C. Berghold, A. L Myllyniemi, A. Hoszowski, M. Sunde, F. M Aarestrup (2008): Occurrence of antimicrobial resistance among bacterial pathogens and indicator bacteria in pigs in different European countries from year 2002.-2004.: the ARBAO-II study. Acta Veterinaria Scandinavica, 50 (19), doi: 10.1186/1751-0147-50-19.

12. Kerouanton, A., V. Rose, B. Chidaine, I. Kempf, M. Denis (2013): Comparison of organic and conventional pig productions on prevalence, antibiotic resistance and genetic diversity of *Escherichia coli*. Proceedings of the 10th International Conference on the Epidemiology and Control of Biological, Chemical and Physical Hazards in Pigs and Pork, 9-12 September, Portland, Maine, pp. 129-132.
13. Luković Z. (2014): Držanje svinja na otvorenom. Gospodarski list, Izdanje 2014. (22), pp. 62-63.
14. Marshall Bonnie, M., S. B. Levy (2011): Food Animals and Antimicrobialis: Impacts on Human Health. Clin Microbiol Rev. 24 (4), 718-733.
15. Naglić, T., D. Hajsig, J. Madić, Lj. Pinter (2005): Rod Escherichia. U: Veterinarska mikrobiologija, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 58-66.
16. Nulsen M.F., Mor M.B., Lawton D.E. (2008): Antibiotic resistance among indicator bacteria isolated from healthy pigs in New Zealand. N. Z. Vet. J. 2008. Feb., 56(1):29-35.
17. Österberg, J., A. Wingstrand, A. N. Jensen, A. Kerouanton, V. Cibin, L. Barco, M. Denis, S. Aabo, B.Bengtsson (2016): Antibiotic Resistance in *Escherichia coli* from Pigs in Organic and Conventional Farming in Four European Countries. PLOS ONE DOI:10.1371/journal.pone.0157049.
18. Pejaković, I. (2002): Uzgoj svinja na otvorenom. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb.
19. Šeol, B., Matanović, K., Terzić, S. (2010): Antimikrobna terapija u veterinarskoj medicini. U: Primjena antimikrobnih lijekova u životinja. Medicinska naklada, Zagreb, pp. 2.
20. Quinn, P.J., B.K. Markey, M.E. Carter, W.J. Donnely, F.C. Leonard (2003): Enterobacteriaceae. U: Veterinary Microbiology and Microbial Disease, Blackwell Science. Section II, Chapter 18, 106-123.
21. Tadesse, D. A., Z. Shaohua, E. Tong, S. Ayers, A. Singh, M. J. Bartholomew, P. F. Mcdermott (2012): Antimicrobial Drug Resistance in *Escherichia coli* from Humans and Food Animals, United States, 1950-2002. Emerg infect diseases, 18 (5), 741-749.
22. Valiakos, G., C. Tsokan, D. Chatzopoulos (2016): Resistance in *Escherichia coli* Strains Isolated from Pig Faecal Samples and Pig farm Workers, Greece. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, DOI: 10.3844/ajavssp.2016.142.144.

ČLANCI S INTERNETA

1. Stamatović S. M., Šamanc H. A., (2001): Bolesti svinja.http://veterina.info/svinje/72-svinje/bolesti-svinja/540-edemska-bolest-prasadi Pristupljeno 16. veljače 2018.
2. Kamenović M., Duvnjak G., Daud J., Dražić M., (2017): Ekološko svinjogojstvo. U: Držanje svinja, Dobrobit svinja. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb, pp. 13-16. http://www.hpa.hr/wp-content/uploads/2016/09/ Vodic-za-ekolosko-svinjogojstvo.pdf Pristupljeno 13. ožujka 2018.
3. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2008): Vodič o zaštiti svinja na farmama. Izdavač: Hrvatska gospodarska komora, Zagreb. http://www.veterinarstvo.hr/UserDocsImages/Brosure/zastita_svinja.pdf Pristupljeno 13. ožujka 2018.
4. Radoević Z., Pavičić Ž., (2006): Stručni rad. Ekološki uzgoj svinja. U: Zdrastvena zaštita svinja, pp. 296-297. https://hrcak.srce.hr/file/35311 Pristupljeno 21. kolovoza 2018.
5. Zakon o poljoprivrednoj proizvodnji. Prevencija bolesti i veterinarsko liječenje. Članak 15, pp. 17 http://www.parlamentfbih.gov.ba/dom_naroda/bos/parlament/propisi/usvojeni_p_14_18/Zakon%20o%20poljoprivrednoj%20organskoj%20proizvodnji_hr.pdf Pristupljeno 21. kolovoza 2018.

POPIS KRATICA

AEEC	prijanjujuća i brišuća *Escherichia coli*
AMC	*amoksicilin sa klavulanskom kiselinom*
ATB	antibiogram
CFX	*cefaleksin*
CLSI	*Clinical and Laboratory Standards Institute*
CO	*kolistin sulfat*
EAEC	enteroagregativna *Escherichia coli*
E. coli	*Escherichia coli*
EHEC	enterohemoragična *Escherichia coli*
EIEC	enteroinvazivna *Escherichia coli*
ENF	*enrofloksacin*
EPEC	enteropatogena *Escherichia coli*
ETEC	enterotoksigena *Escherichia coli*
EU	europska unija
ExPEC	ekstraintestinalna *Escherichia coli*
F	fimbrijski antigeni
FFC	*florfenikol*
GM	*gentamicin*
H	flagelarni antigeni
K	kapsularni antigeni
LS	*linkomicin/spektinomicin*
MIC	minimalna inhibitorna koncentracija
O	somatski antigeni
OTC	*oksitetraciklin*
PCR	lančana reakcija polimerazom
STEC	Shiga toksična *Escherichia coli*
SXT	*sulfametoksazol sa trimetoprimom*
FLU	*flumekvin*
VTEC	vero(cito) toksigena *Escherichia coli*

SAŽETAK

Antimikrobna rezistencija bakterija općenito, pa tako i sojeva bakterije *Escherichia coli*, rastući je problem u cijelom svijetu do kojeg je došlo zbog pretjerane i često nepotrebne upotrebe antibiotika. Uzgoji svinja nisu izuzeti od spomenutog problema, a rezistentni sojevi bakterije *Escherichia coli* javljaju se i u konvencionalnim i u organskim uzgojima. U ovom istraživanju pretražena su 44 patogena soja crijevne *E. coli* izdvojeni iz prasadi na sisi i odbite prasadi, podrijetlom iz konvencionalnih uzgoja sa 6 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava Koprivničko-križevačke županije. Kod predmetnih sojeva je disk difuzijskom metodom istražena rezistencija prema 10 antimikrobnih pripravaka dostupnih na tržištu te su rezultati uspoređeni sa dosadašnjim istraživanjima provedenim u konvencionalnim i organskim uzgojima svinja u Hrvatskoj i svijetu. Rezultati su pokazali najmanju rezistenciju testiranih sojeva *E. coli* na a*moksicilin* sa *klavulanskom kiselinom* (9,1%), dok je rezistencija prema *florfenikolu* 40,9% te *enrofloksacinu* 50%. Prema ostalim antimikrobnim pripravcima ustanovljena je značajna rezistencija, koja se kreće od 66,7% prema *gentamicinu* i *cefaleksinu*, 73,3% prema *kolistinu,* 80% prema *oksitetraciklinu*, 86,2% prema *flumekvinu* pa sve do 91,3% prema s*ulfametoksazolu* sa *trimetoprimom* i 91,4% prema *linkospektinu*. Testirani sojevi rezistentni su na 8 od 10 testiranih antimikrobnih lijekova u više od 50% slučajeva, a 77,3% pretraženih sojeva rezistentno je na 4 i više antimikrobnih lijekova. Rezultati ukazuju na viši postotak rezistentnih sojeva u usporedbi s dosadašnjim istraživanjima u konvencionalnim uzgojima svinja, a visoka rezistencija zabilježena je i prema aminoglikozidima *(gentamicin)* i fluorkinolonima *(enrofloksacin)*, što nije uobičajeno u svijetu. U odnosu na organske uzgoje u zemljama EU, rezistencija sojeva bakterije *Escherichia coli* u konvencionalnim uzgojima svinja Koprivničko-križevačke županije višestruko je veća. Visoka rezistencija testiranih sojeva *E. coli* posljedica je nekontrolirane uporabe antibiotika, bez prethodnog testiranja osjetljivosti.

Ključne riječi: *Escherichia coli*, antimikrobna rezistencija, prasad**,** konvencionalni uzgoji svinja, organski uzgoji svinja

SUMMARY

Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* strains, as well as bacteria in general,is increasing problem worldwide, that has arisen due to the overuse and often unnecessary use of antibiotics. Pig production is not excluded from the above mentioned problem, and resistant strains of *Escherichia coli* occur both in conventional and in organic breeding. In this study, 44 strains of intestinal *E. Coli* isolated from suckling and weaned piglets originating from 6 conventional breeding farms of Koprivnica-Križevci County were studied. For the strains concerned, the disc diffusion method was used to investigate the resistance to 10 antimicrobial drugs available on the market and the results were compared with the previous investigations carried out in conventional and organic pig breeding in Croatia and throughout the world. The results showed the lowest resistance of tested *E. coli* strains to *amoxicillin* with *clavulanic acid* (9.1%), while resistance to *florfenicol* was 40.9% and to *enrofloxacin* 50%. Other antimicrobial drugs showed significant resistance ranging from 66.7% to *gentamicin* and *cephalexin*, 73.3% to *colistin*, 80% to *oxytetracycline,* 86.2% to *flumequin* and up to 91.3% to *sulfamethoxazole trimethoprim* and 91.4% to the *lincospectin*. The strains were resistant to 8 out of 10 antimicrobial drugs tested in more than 50% of cases, and 77.3% of the strains tested were resistant to 4 and more antimicrobial drugs. The results indicate a higher percentage of resistant strains compared to studies carried out in conventional pig breeding, and high resistance to aminoglycosides *(gentamicin)* and *fluoroquinolones (enrofloxacin),* which is not common in the world. Compared to organic pig farming in EU countries, the resistance of *Escherichia coli* strains from conventional breeding of Koprivnica-Križevci County is several times higher. High resistance of tested *E. coli* strains is the result of uncontrolled antibiotic use without prior sensitivity testing.

Key words: *Escherichia coli*, antibiotic resistance, piglets**,** conventional farming, organic farming

ŽIVOTOPIS

OSOBNE INFORMACIJE	Semper Mateja	
	Otrčkovec 8, 10381 Bedenica (Hrvatska)	
	+385 996577583	
	sempermateja@gmail.com	
	Spol Žensko | Datum rođenja 08/03/1993 | Državljanstvo hrvatsko	
OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE	**10/02/2016–danas**	**Visoka stručna sprema (VSS)-u tijeku** Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci (Hrvatska) Specijalistički diplomski stručni studij poljoprivrede Usmjerenje: Održiva i ekološka poljoprivreda
	19/07/2012–29/01/2016	**Viša stručna sprema (VŠS)** Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci (Hrvatska) Stečeno znanje o poljoprivredi, hranidbi bilja i biljnoj proizvodnji.
	01/09/2008–16/07/2012	**Srednja stručna sprema (SSS)** Srednja škola Dragutina Stražimira, Sveti Ivan Zelina (Hrvatska) Poljoprivredni tehničar-opći
	01/09/2000–30/06/2008	**Osnovna škola** Osnovna škola Dragutina Domjanića, Bedenica (Hrvatska)
OSOBNE VJEŠTINE	**Materinski jezik**	Hrvatski
	Ostali jezici	Engleski
	Komunikacijske vještine	Sposobnost samostalnog rada ali i u grupi. Strpljenje u radu s ljudima. Jasnoća u komunikaciji. Govorne i pisane komunikacijske vještine. Sposobnost usvajanja novih vještina. Sposobnost rješavanja problema i donošenja odluka. Odgovorno i kreativno razmišljanje.

	Organizacijske/ upravljačke vještine	Posjedovanje organizacijskih sposobnosti u smislu učinkovitog odgovora na mogućnosti koje omogućuju provedbu i izvršenje strategije lokalne i regionalna samouprave.
	Računalne vještine	Microsoft office
	Vozačka dozvola	B kategorije