

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
Београд-Земун
Датум: 29.9.2025.**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације Николе В. Поповића, маг. инж. пољ.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број 32/10-5.1. од 24.09.2025. године, именована је Комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације Николе В. Поповића, маг. инж. пољ., под насловом: „Утицај генетских и негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса“ и на основу прегледа и анализе докторске дисертације Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

Основни подаци о кандидату: Никола Поповић, рођен је 06. децембра 1988. године у Београду. Након завршене Прве београдске гимназије, уписао је Пољопривредни факултет у Земуну, смер Зоотехника 2007. године и завршио 2012. године, Исте године уписао је мастер академске студије на Пољопривредном факултету у Земуну, на смеру за Зоотехнику, које је завршио октобра 2013. године, са просечном оценом 9,67 и одбрањеним мастер радом на тему: „Процена поновљивости потенцијалне производне вредности особина млечности крава црно-беле расе“. Докторске студије уписао је 2014. године на Пољопривредном факултету у Земуну, на смеру за Зоотехнику. У истраживачко звање-истраживач сарадник, изабран је 19.11.2018. године. Кандидат је запослен у Институту за примену науке у пољопривреди од децембра 2012. године. Обавља послове из области сточарства, селекције и матичне евиденције, а као истраживач сарадник учествује у реализацији научно-истраживачких пројеката у области сточарства. Осим тога, ради на праћењу, анализи и реализацији саветодавних послова, које по Уредби Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде обављају саветодавци пољопривредних и саветодавних стручних служби Србије. Учествоје у организацији и спровођењу едукација и семинара саветодаваца, као и у реализацији саветодавног модула „Повећање квалитета млека применом добре хигијенске праксе на пољопривредним газдинствима“ и др. У свакодневном раду бави се селекцијом говеда на индивидуалним пољопривредним газдинствима. У својим досадашњим научним радовима највише пажње посветио је истраживањима млечних говеда, пре свега, селекцији говеда и могућностима унапређења особина млечности и плодности крава. Током досадашњег рада, као аутор и коаутор, публиковао је више од 10 научних радова, које је објавио у домаћим и међународним часописима.

Основни подаци о дисертацији: Докторска дисертација Николе В. Поповића, маг. инж. пољ., под насловом: „Утицај генетских и негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса“, написана је у складу са Упутством за израду докторске дисертације Универзитета у Београду, као и у складу са пријавом теме која је одобрена од стране Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и Већа научних области биотехничких наука Универзитета у Београду. Докторска дисертација садржи: насловне странице на српском и енглеском језику; страницу где је наведен ментор и чланови Комисије; страницу са изјавама захвалности; сажетак на српском и енглеском језику са кључним речима, научном облашћу, ужом научном облашћу и УДК бројем; садржај; текст дисертације организован по поглављима и потпоглављима; литературу; прилоге; биографију; изјаву о ауторству; изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Дисертација је написана на 122 странице текста (са нумерацијом) и садржи 53 табеле, 14 графикана, 46 табеларних прилога и укупно је цитирано 189 литературних извора. Докторска дисертација садржи 7 основних поглавља: Увод (стр. 1-2), Преглед литературе (стр. 3 - 19), Материјал и метод рада (стр. 20 - 28), Резултати и дискусија (стр. 29 - 75), Закључак (стр. 76 - 79), Литература (стр. 80 - 91), Прилози (стр. 92 - 116). На крају текста дисертације налазе се Биографија аутора (стр. 117), Изјава о ауторству (стр. 119), Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада (стр. 120) и Изјава о коришћењу (стр. 121 - 122).

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Примарни предмет ових истраживања био је да се испита утицај топлотног стреса на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе. Познато је да су појединачне реакције животиња на њихово термално окружење различите, али и да свеукупно негативно утичу на здравље, продуктивност и добробит стоке. Пораст светске популације учинио је да се потреба за храном, посебно анималног порекла, повећава из године у годину. С друге стране, ресурси неопходни за сточарску производњу су ограничени што додатно усложњава одрживо управљање овим видом производње. Особине плодности крава у многим земљама у сврху узгоја и селекције су већ широко проучаване, док је истовремено мање пажње посвећено плодности мушких јединки. Код говеда плодност бикова се може мерити директно на сперми или индиректно преко успешности оплодње женских јединки. Особине плодности су ниско наследне, што чини да је њихова варијабилност условљена различитим негенетским утицајима-факторима, услед чега је унапређење ових особина сложен процес који захтева континуирани одгајивачко-селекцијски рад. У неселекционисаним популацијама животиња није могуће остварити генетски напредак, јер се у таквим популацијама не спроводи циљана селекција или се не користе одговарајуће методе које би требало применити ради њиховог побољшања. Самим тим је неопходно систематско праћење најважнијих производних и репродуктивних особина говеда. У савременој говедарској производњи, технологија вештачког осемењавања је у потпуности потиснула природни припуст. Успех у примени технологије вештачког осемењавања зависи од идентификације и селекције бикова чије су

репродуктивне перформансе и квалитет сперме изнад просека. Постоји више фактора који одређују успех вештачког осемењавања као што су сезонске варијације животне околине и температуре. У областима са израженим сезонским варијацијама у температури долази до промене у морфолошким и физиолошким карактеристикама сперме. Познавање морфологије (грађе) и физиологије (функције) репродуктивних органа је основни предуслов за разумевање појединих репродуктивних процеса мушких и женских животиња посебно у интензивним условима савремене сточарске производње. Расу, генотип, индивидуалне особине - старост бика, климу, сезону и посебно амбијенталну температуру, релативну влажност и дневно светло многи аутори наводе као најважне факторе који утичу на квалитет сперме.

Посебна пажња приликом израде ове дисертације посвећена је процени утицаја ТХИ (eng. Temperature-Humidity Index, THI) на квалитет сперме, као и утицају осталих систематских фактора на варијабилност количине и квалитета сперме пре и након замрзавања (година, сезона, узраст грла, генотип и остало) применом најоптималнијег математичко-статистичког модела установљеног методом корак по корак.

Планирана истраживања која су реализована кроз израду ове докторске дисертације имала су за циљ:

- да се утврде најважнији генетски и негенетски фактори који утичу на производњу и квалитет нативне сперме и количину и квалитет семена после замрзавања;
- да се утврде просечне вредности и варијабилност показатеља количине и квалитета сперме пре замрзавања и значајност испитиваних утицаја када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе као и на дан узимања сперме;
- просечне вредности и варијабилност показатеља количине и квалитета семена после замрзавања и значајност испитиваних утицаја када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе као и на дан узимања сперме;
- да се употребом одговарајућих статистичких метода развије и примени оптимални модел за процену поновљивости (репитабилитета) и повезаности особина нативне сперме као и показатеља количине и квалитета семена после замрзавања;
- да резултати истраживања допринесу бољем квалитету нативног и дубоко замрзнутог семена током целе године.

3. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ СЕ ПОЛАЗИЛО У ИСТРАЖИВАЊУ

Основне хипотезе од којих се полазило у истраживању у оквиру ове докторске дисертације биле су:

- да на производњу и квалитет семена бикова пре и после замрзавања утичу генетски и негенетски фактори;
- од свих генетских утицаја на производњу и квалитет семена највећи утицај има непосредни генотип бикова;

- да постоји повезаност између производње и квалитета семена бикова пре и после замрзавања и фактора околине (година узимања сперме, сезона узимања сперме, старост бика, категорија топлотног стреса);
- да је поновљивост (репитабилитет) показатеља количине и квалитета сперме ниска;
- да вредност ТХИ мереног на дан узимања сперме и у време почетка сперматогенезе утиче на особине плодности бикова.

4. КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У уводном поглављу кандидат је представио значај производње семена бикова која је условљена многобројним факторима. Поред генотипа и остали утицаји околине (температура, година, сезона, узраст, ТХИ) узрокују велика варирања репродуктивних особина бикова. Многобројна истраживања климатских промена и предвиђања климатских услова у скоријој будућности указују на продор суптропске климе у Републику Србију и повећање ризика од високих температура што ће свакако изазивати ефекте топлотног стреса код домаћих животиња. Кандидат истиче штетне ефекте топлотног стреса за све вредности ТХИ преко 60, посебно на количину сперме, покретљивост сперматозоида, број доза сперме по ејакулату и концентрацију сперме, као и на измењен циклус сперматогенезе. Сматра се да вредност ТХИ од 72 представља критичну вредност прага изнад ког се репродуктивна и производна својства бикова мењају уз приметан пад продуктивности. У условима високе температуре и влажности ваздуха долази до повећања брзине дисања ради одржања терморегулације, као и смањења конзумације хране, што утиче на производњу, здравље и репродукцију високо продуктивних животиња због њихових интезивних метаболичких процеса. Установљено је да топлотни стрес било да делује само на тестисе или на цело тело бикова негативно утиче и на одрживост ускладиштених сперматозоида, висок проценат абнормалних сперматозоида, запремину ејакулата и концентрацију сперме. Такође, висока температура околине може изазвати дегенерацију тестиса и пад процента нормалних и плодних сперматозоида у ејакулату. Посебно је истакнуто да су појединачне реакције животиња на топлотни стрес изузетно различите, али да свеукупно негативно утичу на здравље, продуктивност и добробит животиња.

Преглед литературе. У оквиру овог поглавља представљени су досадашњи резултати истраживања, који су у вези са предметом дисертације и груписани су у дванаест потпоглавља. У првом потпоглављу – *Значај топлотног стреса и топлотно-хумидног индекса (ТХИ)* кандидат је посебно истакао да је формула за израчунавање ТХИ много пута модификована и исправљена од стране различитих аутора и да зависи од температуре (°C) и влажност ваздуха (%) које су измерене у стајама за држање животиња. Друго потпоглавље – *Репродуктивни тракт бикова*. У овом потпоглављу поред делова репродуктивног тракта бикова, наведено је да код мушких индивидуа формирање гамета почиње са полным зрелошћу и то у времену када се формирају сперматозоиди способни за оплодњу, уз присутан либидо и остале елементе њихове полне способности. У трећем потпоглављу – *Биолошке карактеристике сперме* приказане су основне физиолошке и морфолошке карактеристике сперме на основу којих се врши оцена фертилизационе способности и то: изглед, волумен ејакулата, покретљивост, број живих сперматозоида, концентрација сперматозоида у ејакулату, као и друге биохемијске одлике сперме. У четвртном потпоглављу – *Оптимални климатски услови за гајење говеда* наведено је да се пре свега

температура ваздуха у претходних неколико деценија променила, као и количина и распоред падавина. Ове промене утичу на сав живи свет на нашој планети, па тако и на сточарску производњу, укључујући и производњу сперме бикова. У петом потпоглављу – **Негативан ефекат микроклиматских услова на млечна говеда**, објашњено је да одржавање одговарајуће микроклиме на већини фарми представља највећи изазов у савременој производњи млека због тога што услови држања имају значајан утицај на млечна говеда и производњу млека. Топлотни стрес и топлотни удар штетно утичу на производњу млека и његов састав, посебно на животиње високе генетске вредности. У шестом потпоглављу – **Негативан ефекат микроклиматских услова на репродукцију говеда** објашњено је да поред већ наведених последица, топлотни стрес отежава откривање еструса код крава, негативно утиче на плодност и смањује репродуктивну способност смањујући ефикасност осемењавања. Такође доприноси повећању процената тешких телења постпорођајне парализе и повећању броја мртворођених телади. У седмом потпоглављу – **Негативан ефекат микроклиматских услова на сперматогенезу** кандидат наводи да се многе структурне абнормалности јављају у развоју сперматозоида као резултат лоше сперматогенезе, као и због руковања семеном током и након сакупљања. Такође је истакнуто да на карактеристике сперме не утичу само температура околине у време узимања сперме већ се промене могу догодити и за време сазревања сперме у епидидимусу и током сперматогенезе. У осмом потпоглављу **Негативан ефекат микроклиматских услова на квалитет и квантитет сперме бикова** указује се на негативан утицај топлотног стреса на особине плодности бикова. Штетни ефекти топлотног стреса укључују смањен број сперматозоида у ејакулату бикова и феномен „летње стерилности“, тј. депресију сексуалне активности услед топлотног стреса. Посебно је истакнут утицај топлотног стреса за све вредности ТХИ преко 60, укључујући количину сперме, покретљивост сперматозоида, број доза сперме по ејакулату и концентрацију сперме. Код екстремно високог ТХИ млађи бикови су имали мање губитке сперме, у односу на старије. Оптимално окружење за производњу сперме мерено ТХИ кретало се у распону 50 до 60. У деветом потпоглављу – **Утицај бикова - очева на квалитет и квантитет сперме** објашњава се да постоји значајна генетска варијабилност између и унутар репродуктивних особина бикова, као и да је до сада забележен мали број података о генетским параметрима (херитабилитет, репитабилитет и генетске корелације) особина квантитета и квалитета сперме. Студије о генетским параметрима особина квалитета сперме указују на ниске до средње (од 0,05 до 0,22) процене вредности коефицијената херитабилитета особина квалитета и квантитета сперме бикова. Десето потпоглавље – **Утицај старости на квалитет сперме бикова**. У овом делу рада се истиче да у највећем броју истраживања, која су се бавила квалитетом сперме бикова, старост бикова је истицана као веома важан фактор при чему је код старијих бикова установљен већи волумен ејакулата, концентрација сперматозоида, као и проценат покретљивости у односу на младе бикове. У једанаестом потпоглављу **Поновљивост показатеља квалитета и количине нативног семена и сперме након замрзавања**, кандидат истиче да су процене поновљивости (репитабилитета) биле углавном умерене до високе (0,35 – 0,61). Број доза по ејакулату је имао највећу процену поновљивости, док су процене овог генетског параметра за концентрацију сперматозоида након замрзавања биле најниже. Дванаесто потпоглавље се односи на **Корелације између особина количине и квалитета сперме бикова**. У датом, уједно и последњем потпоглављу Прегледа литературе кандидат објашњава да упркос важности количине и квалитета сперме која се користи при вештачком осемењавању, за успешност

оплодње млечних говеда, у литератури нема пуно студија које су квантификовале корелације између наведених особина. Доступна сазнања указују на постојање негативне фенотипске корелације између волумена ејакулата и густине ејакулата пре и после замрзавања, позитивне фенотипске корелације између волумена ејакулата и покретљивости сперматозоида пре и после замрзавања, као и позитивне фенотипске корелације између волумена ејакулата и броја доза по ејакулату.

Материјал и метод рада. Ово поглавље је груписано у два потпоглавља. У уводном делу првог потпоглавља – *Материјал и испитиване особине* кандидат наводи да је у складу са етичким стандардима, истраживање обављено у Центру за репродукцију и трансфер ембриона, Падинска Скела - Београд, Србија (44049'14", 20027'44"), надморске висине 116,75m на основу производних резултата 32 холштајн-фризијска бика, који су производили сперму у периоду од 2017. до 2019. год. Овај Центар је био локалног карактера и производио је сперму бикова доминантно за потребе матичне компаније, Пољопривредне корпорације Београд, садашња „Алдахра“. Бикови који су производили сперму су држани у индивидуалним боксевима са испустима, а сперма се узимала 2 пута недељно у сали са стојницом, која је повезана са објектима за држање.

У току истраживања анализирани су следеће особине: количина ејакулата, mL (KE), густина ејакулата, $\times 10^6/\text{mL}$ нативне сперме (ГЕ), покретљивост сперматозоида у нативној сперми (ПЧНС), разређење сперме, $\times/\text{L}$ (РС), оцена квалитета семена након замрзавања (ОСНЗ), покретљивост сперматозоида након замрзавања (ПЧНЗ) и број замрзнутих доза (БЗД).

Сперма се узимала стерилисаном, темперираном вештачком вагином са калибрисаним спермосабирником. Након скока, евидентирана је количина сперме (KE) изражена у mL. Број сперматозоида је утврђиван апаратом (ACCUREAD, IMV, France), на основу чега је утврђивана густина ејакулата (концентрација сперматозоида) у 10^6 у 1 mL сперме. Покретљивост сперматозоида у нативној сперми (ПЧНС) се утврђивала микроскопским прегледом бинокуларним микроскопом NIKON Eclipse E100 са увећањем 10 – 40 пута и оцењивана је као груба покретљивост по следећој скали:

1. Врло слаба: врло мало покретљивих сперматозоида који се крећу у круг (до 20% укупно покретних);
2. Слаба: мали број и слаба покретљивост сперматозоида (20-40% укупно покретних);
3. Средња: успорено кретање сперматозоида (40-70% укупне покретљивости);
4. Добра: енергична покретљивост 70-90% сперматозоида;
5. Врло добра: густа сперма са врло енергичним кретањем више од 90% сперматозоида.

Оцена квалитета сперме након замрзавања (ОСНЗ) је вршена на скали од 1 до 5, на основу удела покретљивих сперматозоида, а сама покретљивост након замрзавања (ПЧНЗ) као удео прогресивно покретљивих сперматозоида (%). Оцена је вршена употребом истог, бинокуларног микроскопа NIKON Eclipse E100 по следећој скали:

1. Неупотребљиво семе: мање од 50% прогресивно покретних сперматозоида;
2. Употребљиво семе са 50,1 до 55 % прогресивно покретних сперматозоида;
3. Употребљиво семе са 55,1 до 60 % прогресивно покретних сперматозоида;
4. Употребљиво семе са 60,1 до 65 % прогресивно покретних сперматозоида;

5. Употребљиво семе са више од 65,1 % прогресивно покретних сперматозоида.

На основу количине ејакулата и густине сперме израчунаван је укупан број сперматозоида у ејакулату, који се потом делио са бројем сперматозоида који су жељени у једној дози и тако се добијао максимални број доза семена које се могу добити из ејакулата. Добијени број се множио са запремином 1 минипајете (0.25 mL) и добила се укупна количина разређеног семена. Разређење семена (РС) се израчунавало одузимањем количине ејакулата од укупне количине разређеног семена и разлика се делила са количином ејакулата, а добијени резултат је представљао број делова разређивача који се додаје на један део количине семена. На основу тога се утврђивала количина разређивача која се додавала на количину ејакулата.

Укупан број сперматозоида (УБС) = КЕ x ГЕ

Број сперматозоида у једној дози (БСД)

Максималан број доза (МБД) = УБС / БСД

Укупна количина разређене сперме (УКРС) = МБД x 0,25

Разређење сперме (РС) = (УКРС – КЕ) / КЕ

Сперма напуњена машином за пуњење у одштампане минипајете, полагала се на рампе и депоновала у фрижидер на еквилибрацију на температури +4⁰С у трајању 4-5 часова. Након тога, семе је полагано у паре течног азота на -125⁰С у трајању 8-10 минута, а затим у течни азот на -196⁰С. Прва контрола семена и поступка замрзавања се вршила након 2 дана и тада се одбацивало семе које није имало задовољавајући квалитет, док се квалитетно семе одлагало у карантин, који је трајао 45 дана. Након карантина вршена је друга провера квалитета у којој је оцењивана покретљивост након замрзавања (ПЧЗ) и квалитет семена (ОСНЗ), а семе које је задовољавало квалитетом је смештено и трајни депо и то је број замрзнутих доза (БЗД).

Сперма која није имала довољан број прогресивно покретљивих сперматозоида или недовољну густину је евидентирана као скок, мерена је количина ејакулата, оцењивана јој је покретљивост сперматозоида и потом је одбацивана. Током летњих месеци од бикова са проблематичним квалитетом семена, углавном, није узимано семе.

Подаци о температури и влажности ваздуха су добијени мерењем у објекту у којем су бикови били стационирани. Сензори су били смештени у уређајима за аутоматску регистрацију микроклиматских параметара, тј. у логеру података АМТАСТ, АМТ-116. Мерења су вршена на сваких 60 минута током трајања истраживања. ТХИ се израчунавао формулом (Dunn и сар., 2014):

$$ТХИ = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (T - 26.8)$$

у којој су:

T – Температура у објекту, ⁰С

RH – Релативна влажност ваздуха, %

ТХИ – индекс у одређеном дану по сатима.

Категоризација типотног стреса је вршена на основу ТХИ и тумачена је према Ekine-Dzivenu и сар., 2020:

Без стреса = ТХИ $\leq$ 66

Благи стрес = ТХИ 67-71

Умерени стрес = ТХИ 72-78

Јак стрес = ТХИ 79-81

Веома јак стрес = ТХИ $\geq$ 82

Утицај температурног стреса је испитиван на нативну сперму и сперму након замрзавања у условима када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе (60 дана пре узимања сперме) и на дан узимања семена.

У другом потпоглављу – **Примењени математичко-статистички модели** кандидат наводи да је статистичка обрада података вршена програмским пакетом IBM SPSS Statistics за Windows, верзија 25.0 . Примењено је више модела вишефакторијалне анализе варијансе по случајном плану, до којих се дошло поступком корак по корак:

а) Фиксни модел за испитивање утицаја године, сезоне, узраста бикова и јачине топлотног стреса на квалитет и количину нативне сперме и семена након замрзавања у условима топлотног стреса на почетку сперматогенезе и на дан узимања сперме је имао следећи изглед:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + S_j + BA_k + THI_l + e_{ijkl}$$

У којем су:

Y_{ijkl} = Посматрани параметар количине и квалитета сперме

μ = општи просек

G_i = фиксни утицај i -те године узимања сперме

S_j = фиксни утицај j -те сезоне узимања сперме

BA_k = фиксни утицај k -те групе према старости бика

THI_l = фиксни утицај l -те категорије топлотног стреса

e_{ijkl} = случајна грешка

б) Фиксни модел за испитивање утицаја генотипа бика на квалитет и количину нативне сперме и сперме након замрзавања у условима топлотног стреса изгледао је:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + G_j + S_k + THI_l + e_{ijkl}$$

У којем су:

Y_{ijkl} = Посматрани параметар количине и квалитета сперме

μ = општи просек

B_i = фиксни утицај i -тог генотипа бика

G_j = фиксни утицај j -те године узимања сперме

S_k = фиксни утицај k -те сезоне узимања сперме

THI_l = фиксни утицај l -те категорије топлотног стреса

e_{ijkl} = случајна грешка

в) Мешовити модел за утврђивање репитабилитета особина квалитета и количине нативне сперме и сперме након замрзавања у условима топлотног стреса на почетку сперматогенезе и на дан узимања семена представљен је на следећи начин:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + G_j + S_k + THI_l + e_{ijkl}$$

У којем су:

Y_{ijkl} = Посматрани параметар количине и квалитета сперме

μ = општи просек

B_i = Случајни утицај и-тог генотипа бика оца

G_j = фиксни утицај j-те године узимања сперме

S_k = фиксни утицај k-те сезоне узимања сперме

THI_l = фиксни утицај l-те категорије топлотног стреса

e_{ijkl} = случајна грешка

Генотип бикова је дефинисан пореклом, односно полубраћом по биковима-очевима, при чему је сваки бик-отац морао да има најмање три потомка, а очеви са мање од три потомка су сврстани у посебну групу. Пошто је сваки потомак имао више скокова током истраживања, извршена је процена репитабилитета (горње границе херитабилитета) и за то је примењен метод интракласне корелације по биковима-очевима, а репитабилитет (R) је израчунат применом стандардне формуле (Латиновић, 1996; Станојевић и Ћедовић, 2022). Значајност разлика између просечних вредности особина квалитета и количине нативне сперме и семена након замрзавања по испитваним утицајима тестирана је t-тестом, а значајност испитиваних утицаја применом F-теста.

Резултати и дискусија. Резултати рада, заједно са дискусијом су представљени у три основна поглавља у складу са описаним материјалом и методом рада. У првом поглављу – **Просечне вредности и варијабилност температуре, релативне влажности ваздуха и ТХИ** представљене су просечне вредности температуре и релативне влажности ваздуха, као и ТХИ. Просечне вредности температуре по годинама су се кретале од $15,19 \pm 8,26$ °C у 2019. до $16,62 \pm 8,61$ °C у 2017, по сезонама су износиле од $4,81 \pm 3,44$ °C за време зиме, до $25,02 \pm 3,75$ °C, за време лета. Просечне вредности релативне влажности ваздуха по годинама су имале вредности од $64,95 \pm 14,14$ % у 2019. години до $70,88 \pm 12,53$ % у 2018. години, а по сезонама од $65,91 \pm 13,06$ % за време лета до $72,24 \pm 15,17$ % за време зимске сезоне. У другом делу резултата и дискусије су представљене просечне вредности параметара квалитета сперме, када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе, а затим просечне вредности параметара квалитета сперме, када је ТХИ мерен на дан узимања сперме. Просечне вредности и варијабилност температурно хумидног индекса (ТХИ) мереног на почетку сперматогенезе посматрано по годинама кретале су се у интервалу од $48,47 \pm 11,67$ у 2018. години до $59,75 \pm 8,60$ у 2019. години, а по сезонама од $43,13 \pm 5,52$ током зимске сезоне до $75,32 \pm 4,74$ за време летње сезоне. Просечна вредност ТХИ била је $50,76$ током три године истраживања. Просечна вредност ТХИ током летњег периода од $75,32$, била је виша од граничне вредности од 72 . Просечне вредности и варијабилност температурно хумидног индекса (ТХИ) мереног на дан узимања сперме посматрано по годинама су се кретале у интервалу од $48,50 \pm 11,67$ у 2018. години до $59,75 \pm 8,60$ у 2019. години, а по сезонама од $43,12 \pm 5,51$ за зимску сезону до $74,61 \pm 3,76$ за време летње сезоне.

Значајност испитиваних утицаја када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе, показали су да је јачина топлотног стреса значајно утицала ($p < 0,05$) на ГЕ, ПСНС и РС, веома значајно ($p < 0,01$) на БЗД, док није значајно утицала ($p > 0,05$) на КЕ, ОСНЗ и ПСНЗ. Година је високо значајно утицала ($p < 0,01$) на КЕ, РС, ОСНЗ и БЗД, док није значајно утицала ($p > 0,05$) на ГЕ, ПСНС, и ПСНЗ. Сезона је значајно утицала ($p < 0,05$) на КЕ и РС, веома значајно ($p < 0,01$) на БЗД, док сезона није значајно утицала ($p > 0,05$) на КЕ, ПСНС, ОСНЗ и ПСНЗ. Старост бика значајно је утицала ($p < 0,05$) на ОСНЗ, веома значајно ($p < 0,01$) на КЕ, ПСНС и БЗД, док старост бика није значајно утицала ($p > 0,05$) на ГЕ, РС и ПСНЗ. Значајност испитиваних утицаја када је ТХИ мерен на дан узимања сперме, показали су да јачина топлотног стреса веома значајно утицала ($p < 0,01$) на КЕ и ГЕ, док није значајно утицала на ПСНС, РС, ОСНЗ, ПСНЗ и БЗД. Година је значајно утицала ($p < 0,05$) на ГЕ, веома значајно ($p < 0,01$) на КЕ, ПСНС, РС, ОСНЗ и БЗД, док година није значајно утицала ($p > 0,05$) на ПСНЗ. Сезона је значајно утицала ($p < 0,05$) на ГЕ, док није значајно утицала ($p > 0,05$) на КЕ, ПСНС, РС, ОСНЗ, ПСНЗ и БЗД. Старост бика значајно је утицала ($p < 0,05$) на ГЕ, ОСНЗ и ПСНЗ, веома значајно ($p < 0,01$) на КЕ, ПСНС и БЗД, док није значајно утицала ($p > 0,05$) само на РС.

Просечне вредности количине и квалитета сперме, на почетку сперматогенезе су износиле: за КЕ $5,33 \pm 2,18$ mL, за ГЕ $1486,14 \pm 669,62 \times 106/\text{mL}$, за ПСНС $3,42 \pm 0,83$, за РС $1:19,76 \pm 3,49$, за ОСНЗ $3,49 \pm 1,12$, ПСНЗ $0,53 \pm 0,08$ и за БЗД $482,96 \pm 178,50$. Просечне вредности количине и квалитета сперме, на дан узимања сперме су износиле: за КЕ $5,115 \pm 2,16$ mL, за ГЕ $1370,95 \pm 688,03 \times 106/\text{mL}$, за ПСНС $3,24 \pm 0,91$, за РС $1:19,83 \pm 3,62$, за ОСНЗ $3,46 \pm 1,15$, ПСНЗ $0,53 \pm 0,08$ и за БЗД $476,50 \pm 177,53$. У овом истраживању топлотни стрес није утицао на КЕ када је мерен на почетку сперматогенезе ($p > 0,05$) што се може, делимично, објаснити чињеницом да су у том периоду производили они бикови који су давали квалитетнију сперму, тј. оне јединке које су биле мање подложне топлотном стресу, а то су углавном били бикови који су били дуже у експлоатацији, односно старији бикови. С друге стране, јачина топлотног стреса мерена на дан узимања сперме је високо значајно утицала на КЕ ($p < 0,01$), што је у складу са истраживањима других аутора, а код нас се може тумачити тиме да је током пролећа и јесени, било дана са високим ТХИ, а тада је већина бикова извођења на узимање сперме. Када је у питању утицај бика на показатеље квалитета и количине нативне сперме и сперме након замрзавања, у условима када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе, утицај бика је био високосзначајан ($p < 0,01$) на испољавање свих особина (КЕ, ГЕ, ПСНС, РС, ОСНЗ, ПСНЗ и БЗД). Такође фиксни утицај бика показао је високо значајан утицај ($p < 0,01$) на све особине нативне сперме (КЕ, ГЕ, ПСНС, РС) и сперме након замрзавања (СНЗ, ПСНЗ и БЗД), када је ТХИ мерен на дан узимања сперме.

У трећем делу (поглављу) – **Генетска варијабилност показатеља количине и квалитета сперме** кандидат је приказао анализиране вредности репитабилитета и грешке репитабилитета, с обзиром да се ради о особинама које се више пута понављају током продуктивног живота испитиваних индивидуа, као и вредности фенотипских корелација особина количине и квалитета сперме бикова. Као случајан ефекат у модел за процену репитабилитета укључен је утицај очеве бикова, којим се процењује адитивна генетска варијанса. У овом истраживању су процењене вредности репитабилитета које су имале следеће вредности: за КЕ $0,431 \pm 0,015$ ($R \pm SR$), за ГЕ $0,038 \pm 0,016$, за ПСНЗ $0,157 \pm 0,016$, за РС $0,038 \pm 0,034$, за ОСНЗ $0,226 \pm 0,043$, за ПСНС $0,167 \pm 0,043$ и БЗД $0,368 \pm 0,035$. Фенотипске корелације особина количине и квалитета сперме бикова, када је ТХИ мерен на почетку сперматогенезе, у овом истраживању су показале: КЕ је била у позитивној корелацији са БЗД ($+0,655$), на нивоу значајности ($p < 0,01$), док је КЕ била у негативној

корелацији са РС (-0,135) на нивоу значајности ($p < 0,05$). ГЕ је била у позитивној корелацији са ПСНС, БЗД и РС (+0,689; +0,223; 0,678, респективно), на нивоу значајности ($p < 0,01$). БЗД је био у позитивној корелацији са ОСНЗ и РС (+0,162; +0,312, респективно), на нивоу значајности ($p < 0,01$) и ПСНЗ (+0,129), на нивоу значајности ($p < 0,05$). ОСНЗ је била у позитивној корелацији са ПСНЗ (+0,784), на нивоу значајности ($p < 0,01$). Фенотипске корелације особина количине и квалитета сперме бикова, када је ТХИ мерен на дан узимања сперме у овом истраживању су показале: КЕ је била у позитивној корелацији са ГЕ, ПСНС, БЗД и ОСНЗ (+0,102; +0,115; +0,655; +0,138, респективно), на нивоу значајности ($p < 0,01$), ПСНЗ (+0,109), на нивоу значајности ($p < 0,05$), док је КЕ била у негативној корелацији са РС (-0,098), на нивоу значајности ($p < 0,05$). ГЕ је била у позитивној корелацији са ПСНС, БЗД и РС (+0,743; +0,249 +0,647, респективно), на нивоу значајности ($p < 0,01$). БЗД је био у позитивној корелацији са ОСНЗ, ПСНЗ и РС (0,202; 0,176; 0,304, респективно), на нивоу значајности ($p < 0,01$). ОСНЗ је била у позитивној корелацији са ПСНЗ (+0,788), на нивоу значајности ($p < 0,01$).

Закључак. На основу резултата докторске дисертације кандидат је навео најважније закључке везане за постављене циљеве. Такође је наглашено да спроведено истраживање може потврдити примену ТХИ као индикатора нивоа топлотног стреса код бикова. У вези са тим, додатно се могу претпоставити могући губици у производњи сперме током лета. Тако процењени ниво смањења количине и квалитета сперме код бикова у условима топлотног стреса би се могао употребити као потенцијални селекцијски критеријум будућих одгајивачких програма за говеда у Републици Србији, при чему се мора водити рачуна да су вредности коефицијената репитабилитета, а самим тим и херитабилитета особина сперме у условима топлотног стреса ниске до средње, чиме се очекивани селекцијски ефекат умањује, те је потребан већи број генерација да би се постигао жељени генетски напредак. Процењене вредности репитабилитета уједно су и доказ да на испољеност ових особина већи значај имају физиолошки и спољни, него генетски фактори. Одређена одступања од литературних података се морају, пре свега, потражити у чињеници да због величине Центра за репродукцију, његове намене и тржишта које је снабдевало, није било потребе за већом производњом сперме, па се због тога током летњих месеци сперма није узимала од свих бикова, већ, углавном, оних који су имали добар квалитет сперме у претходном периоду. Сами показатељи количине и квалитета нативне сперме и сперме након замрзавања знатно су варирали од бика до бика, што се може тумачити индивидуалним утицајем сваког генотипа. Поред тога, постоји уочљив тренд да висока температура и влажност ваздуха неповољно утичу и на сперматогенезу и на количину и квалитет сперме. Припрема бикова за узимање сперме у неповољним температурним условима, одабир јединки које су толерантније на високе температуре, климатизација објеката, али и изостанак узимања или продужење интервала између узимања сперме, могу бити део решења, која неће само побољшати квалитет и количину сперме, већ и оплодњу, ембриогенезу а самим тим и боље репродуктивне параметре, као и уопштено утицати на повећање говедарске производње.

Литература. У дисертацији укупно је цитирано је 189 литературних извора, који су у вези са представљеним истраживањем.

Прилози. У овом поглављу налази се укупно 46 прилога са подацима утврђеним током израде дисертације.

5. ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Николе В. Поповића, магист. инж. пољ. представља једно од првих истраживања на тему утицаја генетских и негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса у Републици Србији. Као што је већ наглашено, фенотипска и генетска варијабилност особина млечности и плодности крава у условима топлотног стреса, у многим земљама и код нас, су већ широко проучаване, док је значајно мање пажње посвећено плодности мушких јединки, што овој дисертацији даје још већи значај.

Теоријским и практичним истраживањима, извршеним у овој дисертацији, разматране су особине квалитета и квантитета нативне сперме и семена након замрзавања, са посебним нагласком утицаја топлотног стреса у време сперматогенезе и у време узимања сперме. Научни значај огледа се у чињеници да резултати истраживања дају допринос одговору на питање како побољшати квалитет и количину сперме која се користи за вештачко осемењавање, и на тај начин утицати на побољшање репродуктивних параметара приплодних јуница и крава, што директно утиче на количину произведеног млека као и на трошкове производње. Такође, ово истраживање даје допринос и решавању проблема производње сперме и упућује на поступке који се могу применити како би се омогућила стабилнија производња квалитетног семена за вештачко осемењавање током целе године, као и да се утврди и процени могући дефицит у производњи семена под утицајем топлотног стреса, при чему би остварени резултати могли да се употребе као селекцијски критеријум у одгајивачким програмима за бикове холштајн фризијске расе у нашим условима.

6. ОБЈАВЉЕНИ И САОПШТЕНИ РЕЗУЛТАТИ

Popović, N., Djedović, R., Stojić, P., Stanojević, D., Jovanović, R. Beskorovajni, R. (2024): Influence of THI index, age of bulls, year, and season on production and quality of native sperm of Holstein-Friesian bulls. R. Bras. Zootec.18/Oct/2024;53:e20240011.

<http://dx.doi.org/10.37496/rbz5320240011>

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу целокупне и пажљиве анализе докторске дисертације под насловом: „Утицај генетских и негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса“, кандидата Николе В. Поповића, магист. инж. пољ., Комисија је утврдила да је дисертација написана према одобреној Пријави теме, као и да представља оригинално и самостално научно дело у области генетике, селекције и оплемењивања домаћих животиња.

Докторанд је на адекватан начин проучио литературу и резултате истраживања других аутора, дефинисао циљеве и хипотезе, предмет и програм својих истраживања, применио адекватне статистичке методе за анализу података, табеларно и путем графика представити добијене резултате које је затим јасно дискутовао и на крају донео правилне закључке. На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидата **Николе В. Поповића**, магист. инж. пољ., под насловом: „Утицај генетских и

негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса“ и предлага Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји Извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације и омогући кандидату јавну одбрану.

Београд – Земун

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Датум: 29.9.2025.

др Радица Ђедовић, редовни професор,
(Пољопривредни факултет Универзитет у Београду,
УНО: Опште сточарство и оплемењивање домаћих и гајених животиња)

др Драган Станојевић, ванредни професор,
(Пољопривредни факултет Универзитет у Београду,
УНО: Опште сточарство и оплемењивање домаћих и гајених животиња)

др Милун Петровић, редовни професор,
(Агрономски факултет Универзитета у Крагујевцу,
УНО: Сточарство)

др Слободанка Вакањац, редовни професор,
(Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду,
УНО: Породиљство, стерилитет и вештачко осемењавање)

др Радмила Бескоровајни, научни сарадник,
(Институт за примену науке у пољопривреди,
УНО: Генетика и оплемењивање домаћих животиња)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Немањина 6,
11080 Београд – Земун

ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма *iThenticate* којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом: „**Утицај генетских и негенетских фактора на производњу и квалитет семена бикова холштајн фризијске расе у условима топлотног стреса**“, кандидата Николе В. Поповића, маг. инж. пољ., констатује се да утврђено подударање текста износи %. Утврђени степен подударности последица је цитата, библиографских података о коришћеној литератури, цитираних метода и протокола који су примењени у истраживању, као и претходно публикованих резултата истраживања из ове докторске дисертације у раду са SCI листе, од којих је најмање један обавезан за оцену и одбрану докторске дисертације и који мора бити из истраживања обухваћених докторском дисертацијом, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 29.09.2025. године

Ментор

др Радица Ђедовић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет
УНО: Опште сточарство и оплемењивање домаћих и гајених животиња