

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Датум: 08.06.2016. год.

Предмет: Извештај комисије о оцени урађене докторске дисертације
Мр Бранка Крстића

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, бр. 290/9-6.2 од 24.06.2015. године, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације мр Бранка Крстића, под насловом: **«Утицај различитих односа неорганског и органског селена у храни на производне резултате и квалитет меса товних пилића»**, па пошто смо проучили завршену докторску дисертацију, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о дисертацији

Докторска дисертација мр Бранка Крстића, написана је на укупно 204 стране куцаног текста стандардног прореда и формата. У оквиру дисертације приказано је 16 табеле и 22 графикона. Испред основног текста налази се абстракт са кључним речима на српском и енглеском језику, као и садржај докторске дисертације. Дисертацију чине следећа поглавља: 1. Увод (стр. 1-2); 2. Преглед литературе (стр. 3-34); 3. Радна хипотеза, циљ и задаци истраживањ (стр. 35-36); 4. Материјал и метод рада (стр. 37-45); 5. Резултати истраживања и дискусија (стр. 46-94); 7. Закључак (стр. 95-105); 8. Литература (стр. 101-119) и 9. Прилози (стр. 120 – 204).

1. Увод – У овом поглављу истакнуто је да је живинарска производња у последњих 40 година у сталном порасту. Брз производни и репродуктивни циклус, економичност производње, као и нутритивне карактеристике које има живинско месо, разлог су константног раста, како производње, тако и конзумената живинских производа.

Конзументи живинског меса су важан фактор у креирању производне политике у живинарству. Они превасходно желе да конзумирају квалитетније делове трупа живине (месо груди батак са карабатаком), па тек онда месо мање вредних делова трупа. Ово је јасан сигнал стручњацима, да поред унапређења производних параметара, пажња мора да се усмери и на побољшање особина трупа, посебно повећању приноса његових квалитетнијих делова. При томе, важно је остварити и добар квалитет меса (виши ниво протеина, нижи ниво масти, сочније месо добрих сензорних особина, мање губитке након хлађења и одмрзавања итд.).

За остваривање овог циља поред рада на побољшању генетског потенцијала данашњих хибрида, потребна је и максимална контрола неких парагенетских фактора, где исхрана заузима веома значајно место. Поред оптималног односа између протеина-аминокиселина и енергије, нивоа неких макроелемената (калцијум:фосфор) и витамина,

велику пажњу треба посветити и нивоу појединих микроелемената, од којих посебно треба издвојити селен.

Његово додавање у храну товних пилића може имати позитивног утицаја на производне резултате (прираст, конверзију хране, виталност) и хемијски квалитет меса. Поред тога, конформација трупа и принос квалитетнијих делова трупа бројлера, такође могу бити побољшани додавањем овог микроелемента.

У организму живине селен има антиоксидативну и имунолошку улогу. Важан је у репродукцији, као и у метаболизму тироидног хормона. У комбинацији са витамином Е, селен има кључну улогу у спречавању појаве мускулаторне дистрофије и ексудативне дијатезе живине. У превенцији канцерогених обољења унос селена преко анималних произвоа заузима важно место у исхрани људи.

С обзиром, да је земљиште на којем се одгајају биљке које су основа у исхрани живине, најчешће сиромашне у селену, неопходно га је додавати кроз минерално-витаминске премиксе. Селен се најчешће додаје у виду неорганских соли (селенита, селената и селенида), а све чешћа је употреба органског извора селена, који се додаје у виду селенизираних квасаца, селенизираних алги и слично. Основна разлика између ова два облика селена је у метаболичком путу разградње и усвајања од стране живине. Селен се у неорганској форми, пре селенида, преводи у селеноцистеин и тај процес се одвија у јетри. Време задржавања у организму је кратко и путем урина се избацује у спољашњу околину, док се мањи део уграђује у селенопротеине. Селен у органској форми се усваја у форми селенометионина и у потпуности прати метаболички пут ове аминокиселине, инкорпорирајући се у месо и унутрашње органе. Ова особина даје органском селену две велике физиолошке предности: а/ могућност стварања резерви за периоде када су потребе за селеном увећане и б/ могућност лаке мобилизације селена из феталног и ембрионалног ткива и коришћење за потребе младог организма. Животиње које су под стресом или у инкубационом периоду имају адекватну антиоксидативну заштиту, која у одређеном временском периоду омогућава задржавање оптималних продуктивних и репродуктивних резултата. Такође, конзумирање меса у које је инкорпориран селен, представља функционалну храну са антиканцерогеним потенцијалом за људе.

Мања способност неорганског селена да се инкорпорира у месо и унутрашње органе товних пилића ограничава му додавање у већим количинама. По неким ауторима граница је 0,3 mg/kg хране. Оваква ограничења не важе за органски извор селена, који се лако усваја и код додавања у већим концентрацијама (0,6-0,9 mg/kg хране, па и више). У оваквим случајевима постизани су одлични производни резултати, а ниво селена у месу и унутрашњим органима је био висок. Такође, додавање оба облика селена заједно у различитим међусобним односима дала су добре резултате, са високим нивоом инкорпорације у месо и унутрашњим органима. Додавање селена, пре свега органског, али и у комбинацији са неорганским изворима, има утицаја на задржавање воде после клања, као и на рандман клања и већи принос грудног меса, које представља најквалитетнији део трупа.

У регионима са ниским нивоом селена у земљишту и концентрација селена у крви људи је ниска. Производња селен-дизајнираних производа, посебно пилећег меса са високим садржајем селена има велики значај. Конзумирање оваквих намирница значајно повећава концентрацију селена у серуму и ткивима, што може имати благотворан утицај на здравље људи.

2. Преглед литературе

2.1. Историјат и значај селена - Селен спада у есенцијалне микроелементе. Овај есенцијални микроелемент у исхрани живине је обавезан од 1994 (NRC, 1994). Открио

га је J.J. Berzelius 1817. године, а добио је име по грчкој речи *selene*, што означава месец, односно богињу месеца (Михаиловић, 1996).

Године 1856. проглашен је токсичним микроелементом и овакво мишљење важило је читав један век. Тридесетих година прошлог века велики број аутора је своје истраживачке радове усмеравао у правцу доказивања токсичности селена, при чему су га доводили у везу са обољењима која су названа селенозе (Franke, 1934; Franke и Potter, 1935). Поред тога, селен је означен и као канцерогени елемент (Nelson et al., 1943). Сматран је токсичним и канцерогеним микроелементом све до 1957 године, када су кроз експерименте Schwarca и Foltza, утврђена његова есенцијална и терапеутска својства.

Селен је елемент који се налази у траговима. У земљишту се налази у количини од око 0,09 mg/kg и потиче од селена из стена (Lakin, 1972). Његова улога у биохемијским функцијама код људи и животиња је веома важна. Првенствено има антиоксидативну улогу у одбрани ћелија, али има и имунолошку функцију, тако што учествује у одбрани организма. Поред тога, важан је и у репродукцији, као и у метаболизму тироидног хормона (Surai, 2002).

Недостатак селена код људи повезан је са повећаном учесталашћу кардиоваскуларних и других етиопатогенетских обољења, имунолошки посредованим запаљењима, неплодношћу и поремећајима функције тироидне жлезде (Lynne, 2004). Додавање или рестрикција селена утичу на активност и метаболизам неуротрансмитера, што утиче на промене расположења и понашања код људи и животиња (Бацковић и сар., 2002).

Ефекти селена, преко дејства GSH-Px (глутатион пероксидаза), су изузетно значајни за здравље, посебно у комбинацији са витамином Е, јер значајно унапређују функционисање имуног система и смањују ризик од канцерогених, као и низа других обољења. Код особа оболелих од канцера и позитивних на вирус HIV-а препоручује се дневно уношење селена у концентрацији од 200 mg/kg (Clark et al., 1996). Дозе од 200-300 mg на дан значајно смањују смртност од канцерогених обољења (Surai, 2002a). Токсичност не наступа ни при дозама од 800 mg/дан у периоду коришћења од годину дана (Rauman, 2004).

Селен има утицаја на производњу антитела и на подстицање фагоцитозе и хемотаксе макрофага и неутрофила, делујући у саставу GSH-Px и на тај начин учествује у спречавању многих болести (Kidd, 2004). Позната је и особина селена да инхибира штетне ефекте других токсичних елемената као што су арсен, олово, кадмијум, жива, (Михаљев и сар., 2007). Селен има значајну улогу и у спречавању појаве фагоцитозе леукоцита (Colnago et al., 1984).

Недостатак селена, изазива појаву неких болести као што су некроза јетре, задржавање постелице, маститис (Kim и Mahan, 2003), а утиче и на смањење производних резултата. Недостатак селена изазива и атрофију панкреаса (Thompson и Scott, 1969).

Edens (1996) је проучавао улогу и значај који селен има (са и без витамина Е), на читав низ болести и поремећаја. Посебно је значајан у спречавању појаве мишићне дистрофије, ескудативне дијатезе живине и некрозе јетре, али и микроангиопатије, фиброзе панкреаса, спорог оперјавања, задржавања постелице, маститиса, циста на јајницима, канцера, бројних болести срца, имуноосетљивости, смањене плодности, јер превенира оксидацију и на тај начин штити од распада ћелијске мембране (Edens, 2001; Finch et al., 1996).

2.2. Селенопротеини - Селен има биолошку функцију у организму тек када се угради у различите селенопротеине и њихов је саставни део (Choct et al., 2004). Сматра се да је селен интегрални део 30-50 различитих протеина у организму (Koerle et al.,

2000). По истраживањима Kryukov et al. (2003) код сисара је присутно 25 селенопротеина у ткивима.

2.2.1. *Глутатион пероксидазе* - Селен се уграђује на активно место ензима глутатион пероксидазе (GSH-Px). Глутатион пероксидазе су група антиоксидант ензима есенцијалних за заштиту ћелија тела од оксидације и штетног дејства слободних радикала (Sunde, 1997; Arthur, 2000).

Улога ових ензима, а тиме и селена је да брани ћелијски систем од оштећења проузрокованих деловањем кисеоника (Rotruck et al., 1973). Дакле, једна од најважнијих улога селена је у антиоксидативној одбрани (Chekani-Azar et al., 2010). Циљно место деструктивног дејства кисеоника и његових слободних радикала су двогубе везе незасићених масних киселина, слободних или уграђених у ћелије. Деловањем кисеоника, долази до преуређивања ових веза, јер везивањем молекула кисеоника стварају се пероксил радикали масне киселине који формирају хидропероксид незасићене масне киселине и то даље доводи до стварања новог слободног радикала. Тиме се успоставља ланчана реакција. Настале масне киселине се уграђују у ћелијске мембране, ремете им функцију и уништавају их (Combs и Combs, 1986).

По Jenkinson et al. (1982), примарна улога ГСХ-Пх ензима је и детоксификација хидроген пероксида и претварање липидног хидропероксида у нетоксичне алкоhole. Arteel и Sies (2001), наводе да GSH-Px такође катализује редукцију липида и хидроген пероксида у мање засићене хидрогене, користећи оксидацију и део редукције селеноцистина, који је активни центар овог ензима. Активност GSH-Px је различита у појединим органима, телесним течностима и субћелијским фракцијама (Hassan, 1987). Активност GSH-Px је у високој позитивној корелацији са нивоом унетог селена (Тодоровић, 1997; Тодоровић и сар., 1999). По Burk (1983) активност овог ензима знатно варира и у зависности је од врсте животиње и статуса селена.

Глутатион пероксидаза има капацитет да заштити независност мембрана фосфолипида од напада слободних радикала насталих оксидацијом липида (Rayman, 2004; Korniluk et al., 2007).

Присуство других материја такође може утицати на активност глутатион пероксидазе. Повећање количине масти у оброку бројлера доводи до увећања активности овог ензима за 109-333% (Mutanen и Mукканен, 1984). Смањење садржаја метионина у хранивима смањује и активност и одговор глутатион пероксидазе на додавање селенита и селенометионина (Karle et al., 1983). Високе количине сумпора у храниву негативно утичу на ефикасност искоришћавања селена из селенита у дуоденуму, а повећавају га у колону (Lane et al., 1979).

2.2.2. *Тиоредоксин редуктаза* - Поред тога што је кључни састојак глутатион пероксидазе, селен је важан део и тиоредоксин редуктазе (Таріеро et al., 2003).

Тиоредоксин редуктаза заједно са тиоредоксином учествује у регенерацији великог броја антиоксиданата, па и витамина Ц. Тиоредоксин редуктаза одржава тиоредоксин у редукованој форми, а то је важно са становишта раста и развоја ћелија. Нижи ниво селена смањује активност тиоредоксин редуктазе, а то је повезано са смањеним садржајем аскорбинске киселине у јетри. Смањена активност тиоредоксин редуктазе смањује способност ћелија да уђу у нормалну апоптозу, што повећава ризик од појаве канцерогених обољења.

Данас су позната 3 типа хуманих тиоредоксин редуктаза, а постоји и велики број међутипова (Sun et al., 2001).

2.2.3. *Јодотиронин дејодиназа (дејодиназа тироидног хормона)* - Штитна жлезда лучи у крвоток веома мале количине биолошки активног тироидног хормона (тријодтиронина-Т₃) и веће количине неактивне форме тироидног хормона (тироксина-

T₄). У организму, највећи део биолошки активног тријодтиронина (Т₃) настаје уклањањем једног атома јода из тироксина-Т₄ у реакцији коју катализује ензим јодотиронин дејодиназа у чијем саставу је селен есенцијалан. Због своје улоге у регулацији тироидног хормона, селен је есенцијалан за нормалан раст, развој и метаболизам (Јовановић и сар., 2003).

2.3. Доступност селена у природи и додавање селена животињама преко додатака у храну - Селена у земљишту има највише у сулфидним рудама, где концентрација може да буде виша и од 1000 mg/kg (Takimoto et al., 1958). У карбонатним стенама га има и до 130 mg/kg (Lakin и Davidson, 1967), а уљним шкриљцима неколико мг/кг. У природи се добија као споредни производ пречишћавања руда бакра и сумпора.

Елементарни селен има алотропске модификације, тј. може се наћи или у аморфном стању или у једном од три кристална стања (алфа-моноклинични, бета моноклинични и хексагонални - Chiznikov i Shchastilivyi, 1968).

Селен се налази у житарицама и другој храни, а његова доступност варира у зависности од локације и климе (Finch и Turner, 1996). Присуство селена у земљишту може бити последица вулканске активности, као и продукт сагоревања угља и нафте. Под дејством алкохола селен који се налази у стенама оксидише се у селенате који су лако растворљиви у води те их биљке лако апсорбују. Биљке знатно боље усвајају и транспортују селенатни него селенитни или органски облик селена (Terry et al., 2000).

Низак ниво селена у земљишту одражава се на концентрацију овог елемента у биљкама које су храна за животиње (Levander, 1986), а онда и посредно на концентрацију селена у људском организму, с обзиром да је то најважнији и највећи унос селена. Проблем мањка или потпуног недостатка селена је велики проблем за милионе људи широм света, јер за последицу има инактивацију селеноензима што доводи до појаве низа метаболичких поремећаја и обољења. Земљишта која у свом саставу имају мало селена су: сушни региони Аустралије, Североисток Кине, Северна Кореа, Јужна Кина, Непал, Тибет, Централна Африка (Tariro et al., 2003). Када се догоди истовремени недостатак селена и јода онда код људи долази до настајања Кесхан болести, која се манифестује као срчана инсуфицијенција. Посебно напада жене које су у репродукционом периоду и предшколску децу. Највише су овом болешћу угрожени неки делови Кине.

Постоје биљке које имају велику способност апсорпције селена из земљишта и оне се називају селен-акумулаторне или селен-индикаторне биљке. Утврђено је око 25 врста ових биљака (Rosenfeld и Beath, 1964). Неке од њих могу да садрже и 20000-30000 mg/kg селена у сувој материји, док је за већину неакумулаторних биљака количина од 50 mg/kg токсична.

Постоје и биљке које имају способност да усвајају селен из земљишта у концентрацији која представља његову реалну заступљеност у земљишту. На основу ових биљака (првенствено луцерке), Kubota et al. (1967) су направили мапу заступљености селена на читавој територији где се гаје пољопривредни усеви у САД.

У Србији су рађена бројна истраживања у којима је утврђено да је земљиште на којем се гаје најважније биљке које чине храну за живину, а то су житарице (првенствено кукуруз) и соја сиромашно или чак врло сиромашно у селену. Сва кабаста хранива која воде порекло са подручја Србије и држава бивше Југославије су сиромашна у селену (Матешкић и сар., 1981; Гавриловић и Матешкић, 1986; Максимовић и сар., 1989; Тренковски, 1989; Михаиловић и сар., 1991а; 1992; 1992а; Јовановић и сар., 1998).

У неким земљама Скандинавије истраживачи су пробали да повећају ниво селена у земљишту, а посредно и у биљкама, додавањем селена неорганског облика

директно у земљиште. Међутим, ови покушаји су дали врло ограничене ефекте, сем у Финској где је 80-тих година прошлог века вршено системски организовано нађубравање земљишта селенским ђубривом. Накнадним мерењима селена је утврђено повећање концентрације у земљишту, а након тога у грашку, говедини и крављем млеку. То је за резултат имало повећање његове концентрације у серуму крви код људи (Makela et al., 1993). Међутим, несистематско коришћење многобројних препарата селена носи ризик акутног и хроничног тровања (Goldhaber, 2003).

Када из сиромашног земљишта биљке усвоје доступну количину селена, његова концентрација у биљкама је и даље ниска. Из тих разлога селен се данас преко минерално-витаминских премикса додаје у храну, како се код животиња не би јавио дефицит у овом микроелементу. Оптимализацијом нивоа селена преко хране исправљају се последице недостатка селена код животиња, а тиме преко намирница животињског порекла подмирује и један део потреба у селену код људи (Бацковић, 2005; Марковић и сар., 2010). Кукуруз и сојина сачма се обично допуњују селеном од 0,15 (NRC, 1994) до 0,33 mg/kg готове хране (Rostagno, 2005).

2.4. Стања и облици у којима се селен додаје у храну - Селен може да буде у четири валентна стања. Прво, водоник-селенид, натријум селенид, диметил селен, триметил селен и селеноаминокиселине; друго, у елементарном стању; треће, селен диоксид, селенокиселина, натријум селенит и четврто, селенит киселина и натријум селенат (Edens et al., 2007).

Селен се преко минерално-витаминских предсмеша може додавати у органском облику, нпр. као селенизирани квасац и то је тзв. „хелатна форма“ (Mahan, 1999; Surai, 2000). Може се додавати и у облику селеном богатих алги, као и у неорганском облику у форми селенита, селената и селенида (Surai, 2002). Органски селен је присутан у житарицама, сточној храни, најчешће у форми селенометионина (Bellstein и Whanger, 1986) па је његов метаболички пут исти као и код метионина (Wolffram, 1999). Селенометионин представља више од 50% од укупног селена у зрну житарица (Olson и Palmer, 1976).

Неоргански селен се у смеше додаје у облику соли селена (најчешће натријум селенита). Апсорбује се као минерал, мало се инкорпорира у серуму, а највећим делом се излучује преко румино-уринарног тракта. Врло мало неорганског селена се инкорпорира у телесне протеине (Wolffram, 1999).

2.5. Ресорпција и метаболизам селена код бројлера - Ресорпција селена код живине се врши у дванаестопалачном цреву (Wright и Bell, 1966; Whanger et al., 1976), мада постоји могућност ресорпције селена и у јејенуму и илеуму (Whanger et al., 1976). Значајне количине могу се ресорбовати и у цекуму и колону. По Combsu и Combsu (1986) начин ресорпције зависи од извора селена. Карактеристика неорганског селена је да се пасивно ресорбује, док ресорпцију органског селена карактерише активан транспорт преко аминокиселинског механизма. Као органски, селен се налази у саставу аминокиселина селеноцистеина, метилселеноцистеина и селенометионина.

Ресорпција селена зависи и од његовог облика. Селеноцистеин се задржава углавном у бубрезима, јетри и скелетним мишићима, а селенометионин у панкреасу и грудној мускулатури (Osman и Latsahaw, 1976).

Различити су метаболички путеви разградње и усвајања органског и неорганског селена. Селен у храни животињског порекла углавном је у виду селеноцистеина (Hawkes et al., 1985). Метаболички пут селенометионина представља активни транспорт кроз интестиналну мембрану и активну акумулацију у јетри и мишићном ткиву (Surai, 1999; 2002). Након ресорпције, селен се из органских носача селеноцистеина и селенометионина поново преводи у неоргански облик, а затим инкорпорира као селеноцистеин-tRNK и селенометионин-tRNK који имају примарну

улогу у хомеостази селена у ткиву човека (Бацковић, 2005). Када селен из хране задовољи потребе организма, повећава му се концентрација у бубрезима, као и јетри и мишићима.

Велики број истраживања је потврдио да се селен органског порекла лакше и у знатно већој мери инкорпорира у мишићно ткиво (груди, батак, карабатак) и у јетру (Yoon et al., 2007; Wang et al., 2008; 2011; Heindl et al., 2010). Концентрација у крви му је виша, док се неоргански селен (натријум селенит) мање инкорпорира у серуму, већ се највећим делом излучује преко румино-уринарног тракта. Највише се задржава у бубрезима и панкреасу (Wang, 2011).

Основни разлог за боље и брже усвајање органског селена је што tRNAMet (транспортна метионин рибонуклеинска киселина), не прави разлику у везивању метионина и селенометионина (Daniels, 1996). Селенометионин обезбеђује реверзибилно складиштење селена у органима и ткивима и по томе је јединствен међу селено-аминокиселинама (Schrauzer, 2003). Неоргански селен у облику селенита се кратко задржава у ткивима, мало се уграђује у селенопротеине, а брзо и у највећем делу се излучује путем урина (Surai, 2000; Jacques, 2001). Препорука је да се неоргански селен повремено користи као антиоксиданс (Sarai, 2000). Превођење неорганског селена у селеноцистеин, преко селенида, се одвија углавном у јетри. Овај механизам је углавном потпуно засићен када је количина неорганског селена у храни изнад 0,3 ppm, а депоновање селена у ткивима ограничено (Roch et al., 2000). Ова чињеница значајно смањује могућност коришћења неорганског селена у већим количинама.

2.6. Одбрамбена улога селена у организму - По Jacques (2001) инкорпорација селенометионина у телесне протеине даје две велике физиолошке предности органском селену у исхрани и то: прво, он обезбеђује резерву селена у ткивима за периоде када су потребе за селеном повећане и друго, више се накупља у ембрионалном и феталном ткиву, које ембрион, фетус или млади организам могу лако мобилисати и искористити. За време промета протеина и за време стреса, селенометионин се ослобађа у слободне аминокиселине резерве (пулове) и може се користити за формирање глутатион пероксидазе. То значи да животиње које су под стресом и у инкубационом периоду имају адекватну антиоксидативну заштиту којом се спречава пад продуктивних и репродуктивних перформанси (Sun et al., 1999). На овај начин животиње без већих проблема успевају да се адаптирају на краткотрајне стресне ситуације. Протективна улога селена посебно долази до изражаја у пределима са жарком климом (Mahmoud и Edens, 2003; Da Silva et al., 2010) где висока температура представља стресни фактор.

2.7. Производни резултати - Производња пилећег меса из године у годину бележи раст. Ова производња представља 85,56% укупне производње пернате живине (Bilgili, 2002).

По статистичким подацима у Србији се конзумира 18,0 kg живинског меса по становнику годишње, што је значајно мање него у Сједињеним Америчким Државама, где је ова потрошња око 46,1 kg, што је неупоредиво мање у односу на Уједињене Арапске Емирате (100,6 kg/становнику годишње - Живковић и сар., 2012). По Sluisu (2011) годишња потрошња живинског меса у Европској унији за 2009 годину је износила 22,8 kg. У латинској америци Бразил је највећи потрошач живинског меса и по Rodriguesu (2010), потрошња износи 37,82 kg меса по становнику годишње.

2.7.1. Утицај селена на телесну масу, прираст и ефикасност искоришћавања хране - Доступна литература указује на постојање великог броја истраживања урађених на тему утицаја селена на производне резултате у тову пилића (прираст, конверзију, конзумацију, смртност). Полазна хипотеза свих истраживања је да храна дефицитарна у селену доводи до слабијег пораста пилића и других производних параметара

(Thomson и Scot, 1969; Cantor et al., 1983; Михајловић и сар., 1991), као и низа метаболичких поремећаја који могу довести до појаве различитих обољења.

Неки резултати показују да је додавање и мањих количина селена, 0,05 mg/kg хране (Михајловић и сар., 1991) и 0,1 mg/kg хране (Cantor и Tarino, 1982) дало значајно боље резултате, у односу на третмане без додатка овог микроелемента. Највећи број аутора је у својим истраживањима дошао до закључка да је селен, без обзира на облик и ниво у коме је додат, значајно утицао на побољшање производних резултата (Payne и Southerne, 2005; Yoon et al., 2007; Dlouha et al., 2008; Mansoub et al., 2010; Heindl et al., 2010; Funari et al., 2010; Zhou и Wang, 2011).

Огледе у правцу утврђивања предности облика селена на производне параметре спровели су Edens (2001), Deniz et al. (2005), Skrivan et al. (2008) и Wang et al. (2008). Ниво селена у њиховим истраживањима износио је 0,2-0,3 mg/kg хране. Резултати из ових истраживања су показали да не постоје значајне разлике у завршној телесној маси, конверзији и % угинућа пилића између ова два третмана, али су они били значајно бољи у односу на групу где није додаван овај микроелемент.

Већи број аутора наводи да је додавање органских извора селена у храну товних пилића имало већи утицај на телесну масу и ефикасност искоришћавања хране у односу на неорганске изворе овог микроелемента (Каначки и сар., 2008; Mikuluški et al., 2009; Zongyong et al., 2009).

Локић и сар. (2005) су испитивали утицај органског селена на производне резултате у различитим концентрацијама (0, 0,3, 0,6, 0,9 mg/kg хране) код пилића у тову. Све огледне групе оствариле су значајно већи пораст, конзумацију и конверзију од контролне групе. Огледна група где је селен додаван у концентрацији од 0,6 mg/kg хране имала је најбољи дневни прираст (93,33 g) и највећу конзумацију хране (105,61 g). Конверзија хране била је уједначена код свих огледних група (од 1,65 до 1,73 kg).

Ševčikova et al. (2006) испитивали су утицај различитих врста органског селена (селенизирани квасац и селеном богату алгу хлорелу) на производне резултате бројлера. За експеримент су употребили 810 пилића познате провинијенце Ross 308. Ниво додатог селена са којим се експериментисало износио је 0,3 mg/kg хране. Анализом постигнутих резултата није установљена разлика у производним резултатима између огледних група. У контролној групи остварена је завршна телесна маса од 2318,9 g, конверзија 1,79 kg хране за килограм прираста, и морталитет од 1,33%. Експериментална група у којој се као третман користио селенизирани квасац остварила је завршну телесну масу од 2430,6 g, конверзију од 1,86 kg и морталитет од 3,00%. Група која је третирана кроз храну са селеном богатим алгом остварила је 2425,2 g, конверзију хране од 1,63 kg и % угинућа од 1,67.

Mahmoud и Edens (2003) су испитивали утицај селена на производне резултате у условима повишене амбијеталне температуре и дошли до закључака да органски облик селена (сел-плекс), има изузетан значај за смањење утицаја овог негативног амбијенталног фактора.

Неки резултати показују да је комбинација од 0,5 mg/kg селена и 300 IU/kg витамина Е најбоља за постизање добрих производних резултата, док се најбољи имунолошки одговор може очекивати при комбинацији од 0,06 mg/kg селена и 150 IU/kg витамина Е (Swain et al., 2010).

Са друге стране у литератури постоје истраживања у којима није утврђен позитиван утицај селена (Upton et al., 2008; Biswas et al., 2009).

Утицај високих нивоа селена на здравље и производне особине бројлера била је тема истраживања Тодоровић и сар. (1999; 2006) који су дошли до закључка да се тровања селеном дешавају када се у исхрани животиња користе неорганске форме (селенити, селенати, селениди), онда када дозе прелазе физиолошке потребе најмање 10

пута. Ниво селена нижи од 3-5 mg/kg хране не испољава токсичне ефекте. У експериментима спроведеним 1999, испитиване су концентрације од 0, 2, 5, 10, 20 и 30 mg/kg хране. Код третмана где је додаван селен у концентрацији од 2 mg/kg хране није примећена депресија производних резултата. До смањења прираста дошло је тек код третмана где је селен додаван у концентрацији од 5 mg/kg, док је исхрана смешом са 15,20 и 30 mg/kg повећала смртност од 26,7 до 80%. Наредна истраживања су била усмерена на органски селен и то у концентрацијама 0, 2, 5, 10 и 15 mg/kg хране. Утврђено је да концентрације до 5 mg/kg хране немају утицаја на производне резултате, док се више концентрације селена нису одразиле на смртност.

Неки аутори наводе да се садржај селена у храни већи од 1 mg/kg хране сматра сумњивим, већи од 4 mg/kg хране шкодљивим, док се концентрација селена већа од 10 mg/kg сматра токсичном (Синовец и Јовановић, 2002).

Moksenes (1983) је у својим истраживањима користио селен у концентрацијама 6 mg/kg хране и то није имало негативан утицај на производне параметре и смртност. Тек при концентрацијама 20 и више mg/kg хране дошло је до токсичног ефекта.

Edens (2001), сматра да повећане дозе селена у храни код птица немају утицаја на постизање бољих производних резултата, јер птице не захтевају веће концентрације од 0,3 mg/kg хране. Овај аутор сматра да додавање селена преко 0,3 mg/kg хране нема производног и економског оправдања. Међутим, неки аутори тврде да и благо повећане дозе селена утиче негативно на прирасте бројлера (Jianhui et al., 2000).

У литератури постоје и истраживања у којима је испитиван утицај органског и неорганског селена имплементираних заједно на производне резултате. Најчешће се експериментисало са укупном концентрацијом селена од 0,3 mg/kg хране и комбинацијама 0,2 SS: 0,1 SY и 0,1 SS: 0,2 SY. Добијени резултати су показали да је додавање селена у различитим односима (неоргански:органски) имало позитивног утицаја на производне резултате пилића у односу на оне у чију храну није имплементиран селен (Каначки и сар., 2008; Upton et al., 2008; Mansoub et al., 2010).

2.8. Утицај селена на кланичне особине, хемијски састав и квалитет меса

2.8.1. *Утицај селена на кланичне особине* - Поред производних особина, кланичне особине меса бројлера, представљају параметре којима се одређује квалитет и успешност производње пилећег меса. Један од најважнијих кланичних параметара је рандман пилећих трупова на чију вредност утиче низ преморталних и постморталних фактора.

У литератури постоји доста истраживања у којима је испитиван утицај селена на кланичне особине трупа и појединих делова трупа бројлера. Неки аутори су приметили велики утицај органског селена на конформацију и већи принос трупа, већи принос грудне масе (Марковић и сар., 2009), као и величину унутрашних органа (Upton et al., 2008). Марковић и сар. (2009) су истраживали утицај селена у комбинацији са витамином Е, на квалитет и принос трупова бројлера. Анализирајући добијене резултате они су закључили да су све огледне групе имале већу масу трупа (од 1397,91 g до 1470,37 g) од контролне (1243,32 g), док су највећу масу трупа остварили бројлери где је имплементирана највећа количина органског селена и витамина Е (1470,37 g). Принос грудног меса код ове групе био је значајно већи (380,73 g) од контролне групе (338,60 g), што указује да је органски селен имао значајног утицаја на овај параметар.

Утицај органског селена и витамина Е на повећање рандмана трупа пилића раније је утврдио и Edens (1997). Naylor и сар. (2000), Payne и Southerne (2005) и Јокић и сар. (2009) су установили да укључивање органског селена у храну бројлера повећава масу трупова, рандман и масу груди.

2.8.2. *Утицај селена на хемијски састав и квалитет меса* - Селен може утицати на квалитет меса смањивањем пероксидације масти у време његовог складиштења и чувања.

Истраживања у правцу утврђивања предности облика селена на садржај селена у месу и одрживост складиштења меса су спровели Skrivan et al. (2008). Ниво селена у њиховим истраживањима био је 0,3 mg/kg хране. Третман са органским селеном је дао значајно боље резултате у погледу његове инкорпорације у месо, као и дејства на квалитет ускладиштеног меса. Садржај неорганског селена је био три пута већи у екскретима, што потврђује да се далеко мање задржава у организму него органски селен.

Органски селен позитивно утиче на изглед меса, текстуру, сочност, нежност, арому и боју меса (Surai и Dvorska, 2002). На сочност утиче тако што спречава или успорава одавање воде, што је мање изражено код неорганског селена (Downs et al., 2000; Deniz et al., 2005; Џинић и сар., 2006; Zongyong et al., 2009; Chekani-Azar et al., 2010; Mieiylina et al., 2011; Wang et al., 2011). Поред наведеног, селен утиче и на стабилизацију боје меса и по Zongyong et al. (2009) најбоље се показала комбинација органског и неорганског селена.

2.8.3. *Инкорпорација селена у месу* - Инкорпорација селена у месо и унутрашње органе бројлера је особина од изузетног значаја. За то постоји више разлога. Као што је раније наведено, селен који се депонује у мишићима и унутрашњим органима је важна резерва у стресним ситуацијама (изложеност организма вирусима и бактеријама, високој или ниској температури, високој густини насељености и другим стресним ситуацијама и факторима) и може се поново активирати да се стресна ситуација превазиђе. С друге стране, инкорпорирани селен у месу и унутрашњим органима је важан у исхрани људи, као функционална храна, као лако доступни извор селена за људску популацију.

Готово сва истраживања која су рађена са циљем да се испита који облик (извор) селена се боље инкорпорира у грудну мускулатуру, показују да је органски селен без конкуренције, нарочито, кад је концентрација инплементираног селена већа (Ševčikova et al., 2006; Yoon et al., 2007; Dlouha et al., 2008; Heindl et al., 2010; Skrivan et al., 2010).

Присуство селена у крвној плазми је, такође, у значајно већој концентрацији, ако се селен уноси у органској форми (Payne и Southerne, 2005a; Марковић и сар., 2008).

2.9. *Значај селен-дизајнираних животињских производа у људској исхрани* - Селен-дизајнирани живински производи који се користе у исхрани људи припадају много широј групи хранива и производа који су познати под именом „функционална храна“. Ова храна, осим што има хранљиву вредност, садржи и састојке корисне за потпору одређене телесне функције. Циљ нутрициониста није само осигуравање одговарајуће исхране и избегавање потхрањености и недостатка хранљивих материја, већ се настоје открити материје које имају способност побољшања здравља и смањење ризика од настанка болести (Functional Foods, The European Food Information Council, 2006).

Велики значај који има селен (заједно са витамином Е) као антиоксидант, а тиме и као антиканцерогени фактор, посебно је битан у исхрани људи као превентива. Могућност коришћења органског селена који има велику способност инкорпорирања у протеине и стварање депоа, од посебног је значаја. Намирнице са високим нивоима селена биле би лако доступан извор селена за људе.

Препоруке у САД предлажу да у храни за одрасле људе треба да буде 55 mg селена дневно (Food and Nutrition Board-USA, 2000). Овај податак износи и Rayman (2004) и напомиње да су по препорукама максималне количине овог микроелемента

око 300 mg дневно. Селеном обогаћено месо и селеном обогаћена јаја, била би идеалан извор селена за исхрану људи. Само 100 g пилећег меса задовољило би 60% дневних потреба људи. По тим проценама сигурни унос селена би био 400 g меса, а максимални 800 g меса дневно.

3. Радна хипотеза, циљ и задаци истраживања - У оквиру овог поглавља дате су основне претпоставке од којих се пошло у овим истраживањима, изнети најважнији задаци и циљеви ове докторске дисертације.

4. Материјал и метод рада – Експеримент је спроведен у производним условима, а као материјал послужило је 600 једнодневних пилића тешког линијског хибрида Cobb 500. Пилићи су подељени у 6 група/третмана, при чему је просечна маса пилића на почетку огледа износила 40,1 грам. Оглед је трајао 42 дана и са становишта исхране био је подељен у три периода (од 1. до 14. дана, од 1.5 до 28. дана и од 29. до 42. дана). У првом периоду (од 1.-14. дана) пилићи су храњени потпуном смешом са 23,11% сирових протеина и 13 MJ/kg метаболичке енергије, у другом (од 15.-28. дана) смешом са 22,11% сирових протеина и 13,19 MJ/kg ME, док је у трећем периоду (од 29.-42. дана) коришћена смеша са 19,06% сирових протеина и енергетске вредности од 13,46 MJ/kg.

Прва или контролна група пилића је добијала смешу без додатка селена, док су огледне групе храњене смешом у којој је додато укупно 0,6 mg/kg селена, при чему је однос између неорганског и органског селена износио 100:0 (II); 75:25 (III); 50:50 (IV); 25:75 (V) и 0:100 (VI).

Мерење телесних маса бројлера вршено је на крају сваке недеље индивидуалним мерењем, коришћењем техничке ваге прецизности од 10^{-1} kg. Мерењу је предходила идентификација броја са крилне маркице. Разлика измерене телесне масе пилића на контролном мерењу и укупне телесне масе са претходног мерења представљала је укупан прираст за дати период. Просечан дневни прираст је израчунат дељењем укупног прираста са укупним бројем хранидбених дана.

Пре мерења пилића одузимана је и мерена преостала храна у хранилицима. Разлика у количини хране утврђене на мерењу и хране на почетку праћеног интервала, представљала је укупну конзумацију хране за посматрани период. Дељењем укупно конзумиране хране са укупним бројем хранидбених дана у том интервалу, израчуната је просечна дневна конзумација хране по једном грлу. На овај начин утврђена је дневна и периодична конзумација, као и конзумација хране за цео испитивани период.

На основу утврђеног утрошка хране и оствареног прираста израчунат је утрошак хране за kg прираста. Укупна количина конзумиране хране је дељена са укупним прирастом и израчуната вредност представљала је просечну конверзију хране.

Процент угинућа је израчунат дељењем броја угинулих пилића са укупним бројем пилића на почетку огледа.

По завршетку тога, из сваке експерименталне групе изабрано је по шест мушких и шест женских грла која су по својој телесној маси представљала просек групе. Пилићи су стављени на 12-часовно гладовање. Након жртвовања и хлађења урађена је основна обрада трупа, расецање на саставне делове, а након тога узимање узорака меса (груди и батака са карабатком) за хемијску анализу и узимање узорака меса и унутрашњих органа (срце, јетра, плућа и бубрези) за утврђивање концентрације селена у поменутих деловима.

Грла су обрађена према Правилнику о квалитету меса пернате живине (1981). При конфекционирању трупа издвојена је абдоминална маст, односно масно ткиво у трбушној дупљи које није повезано са ткивом, на начин који су применили Машић и

сар. (1989). Процена комформације трупова вршена је на основу утврђених апсолутних мера комформације по методи коју наводе Павловски и Машић (1983). У циљу утврђивања приноса и удела основних делова трупа, као и удела појединих ткива у вреднијим деловима, извршено је расечање охлађених трупова (Правилник о квалитету меса пернате живине, 1981). Издвојене су груди, карабаци, батаци, крила и леђа, као основни делови трупа. Приликом обраде су утврђене кланичне мере и мере комформације трупа.

Хемијске анализе узорака меса су обављене следећим поступцима:

-Садржај воде одређен је по стандарду ISO 1442/1997 и изражен је у g/100g;

-Садржај протеина одређен је по стандарду ISO 937/1991, а утврђен је по следећем обрасцу: $SP (g/100g) = N (g/100g) \times 6,25$

-Садржај пепела одређен је по стандарду ISO 936/1998. Садржај укупног пепела у узорку изражен је у g/100g;

-Садржај укупне масти одређен је по стандарду ISO 1444/1998. Садржај слободне масти у узорку изражен је у g/100g тј. у %.

Утврђивање садржаја селена у смешама које су коришћене у експерименту урађено је за сваки третман посебно, на укупно осамнаест узорака.

Посебна пажња посвећена је утврђивању садржаја селена у меду (грудном, батак и карабатак) као и у унутрашњим органима жртвованих животиња. Утврђивање селена у грудној мускулатури рађено је код свих жртвованих животиња, тј. код шест мушких и шест женских грла из сваког од шест испитиваних третмана (укупно 72 грла). За утврђивање селена у батаку са карабатаком, срцу, јетри, плућима, бубрезима рађен је групни просечан узорак. Групни узорци су фино самлевени, уситњени и равномерно у узорку умиксани. За ова испитивања коришћена је атомска апсорбциона спектрофотометрија-хидридна техника. Узорци су минерализовани модификованом методом влажног спаљивања (Munns RK, Holland DC, 1971).

Статистичка обрада података је урађена компјутерским програмом IBM SPSS statistics, version 20.

5. Добијени резултати и дискусија - ово поглавље се односи на резултате истраживања и подељено је у шест подпоглавља.

5.1. Производни параметри

5.1.1. Телесна маса - Резултати добијени у овим истраживањима показују да је додавање селена у храну у различитим односима (неоргаски:органиски) значајно утицало на телесну масу пилића по недељама. Највећу телесну масу на крају прве недеље това остварили су пилићи IV групе (166,6 g), а најмању пилићи контролне групе (147,0 g). Телесна маса пилића осталих експерименталних група варијала је од 157,2 до 161,2 g.

Поређењем средњих вредности за телесну масу констатовано је да је она код IV групе пилића (166,6 g), за 13,3% била већа у односу на контролну групу (147,0 g - $p < 0,01$). Остале експерименталне групе пилића су такође имале већу телесну масу (од 6,9 до 9,7%) од контролне групе и утврђене разлике су показале статистичку значајност ($p < 0,01$). Пилићи којима је у храну додаван селен из различитих извора у односу 100:0; 75:25; 25:75 и 0:100 (групе II, III, V и VI) имали су приближно исте телесне масе на крају овог периода (157,2 – 161,2 g) и између њих није утврђена статистички значајна разлика ($p > 0,05$). Међутим, разлике установљене за овај параметар код пилића III и IV групе, где је однос између неорганиског и органиског селена износио 75:25, односно 50:50, статистички су се разликовале од осталих огледних група ($p < 0,05$).

Вредности за стандардну девијацију кретале су се од 15,46 до 20,84 g. Варирање података изражено на основу коефицијента варијације било је најмање код пилића контролне групе (10,52%), а највеће код VI групе пилића (13,14%).

Сличан тренд у погледу пораста телесне масе уочен је и на крају друге недеље тога, с обзиром да је она такође, била највећа код пилића IV групе (425,9 g), а најмања код пилићи контролне групе (369,3 g).

Појединачним тестирањем аритметичких средина утврђено је да су пилићи IV групе постигли телесну масу, која је за 15,31% била већа од телесне масе пилића контролне групе ($p < 0,01$). Поред тога, наведени параметар код пилића IV групе је био статистички значајно већи и у односу на остале експерименталне групе ($p < 0,01$). Телесна маса II, V и VI групе је такође била већа (8,37 до 10,86%) у односу на пилиће контролне групе ($p < 0,05$). Трећа група пилића остварила је телесну масу која је била мања само од телесне масе пилића IV групе ($p < 0,01$).

Вредности за стандардну девијацију кретале су се од 44,11 до 58,39 g. Коефицијент варијације био је најмањи код контролне групе (11,94%), а највећи код II групе (14,26%).

Телесна маса пилића утврђена 21. дана тога, указује да су и у овој недељи пилићи IV групе остварили највећу телесну масу (828,6 g), док је најмања вредност поново била код контролне групе (749,6 g). Вредности за наведени параметар код осталих огледних група су варирале од 776,6 g (III група) до 819,7 g (II група). Анализом варијансе и појединачним тестирањем аритметичких средина утврђено је постојање високосигнификантних разлика између огледних група ($p < 0,01$). Запажено је да су пилићи VI, II и IV групе имали већу телесну масу за 6,5 до 10,5% од просечне телесне масе пилића контролне групе ($p < 0,01$). Трећа и пета група пилића где је однос између натријум-селенита и селенизираног квасца износио 75:25 и 25:75, су оствариле већу телесну масу за 3,6 до 4,4%, од телесне масе пилића контролне групе, али утврђене разлике нису показале статистичку значајност ($p > 0,05$).

Стандардна девијација је имала највећу вредност у II групи (99,1 g) а најмању у контролној групи (71,2 g). Вредности за коефицијент варијације су биле од 9,5% (контролна група) до 12,09% (II група).

Најмању телесну масу 28-ог дана тога имали су пилићи контролне групе (1293,4 g), а највећу пилићи IV (1414,0 g) и II групе (1412,3 g).

Поређењем средњих вредности утврђено је да је телесна маса пилића II и IV групе била већа за 9,2%, односно 9,3% од телесне масе пилића контролне групе ($p < 0,01$). Остале експерименталне групе су имале већу телесну масу од пилића контролне групе за 5,8 до 6,2% ($p < 0,01$).

Вредности за стандардну девијацију биле су највеће у II групи (117,1 g) а најмање у контролној групи пилића (96,54 g). Коефицијент варијације се кретао од 6,26% (III група) до 8,29% (II група).

Након 35. дана тога пилићи контролне групе остварили су најмању телесну масу од 1891,7 g, а највећу пилићи II групе (2013,2 g). Телесна маса пилића осталих огледних група код којих је додаван селен у храну варирала је од 1982,7 до 2013,2 g.

Поређењем аритметичких средина запажено је да су пилићи II групе имали већу телесну масу од пилића контролне групе за 121,5 g или за 6,4% ($p < 0,01$). Остале огледне групе имале су за 91 до 110,6 g, односно за 4,8 до 5,8% већу телесну масу у односу на пилиће I (контролне) групе ($p < 0,01$).

Вредности за стандардну девијацију биле су најмање код III групе пилића (98,8 g) а највеће код II групе (119,9 g). Коефицијент варијације је био од 4,92% (III група) до 5,98% (VI група).

У последњој недељи това пилићи II групе (третман са 0,6 mg/kg неорганског селена) остварили су већу завршну телесну масу (2628,1 g) од пилића осталих експерименталних група. Најмању телесну масу остварили су пилићи контролне групе (2480,2 g). Остале експерименталне групе су оствариле телесну масу која се кретала у интервалу од 2574,8 до 2607,1 g.

Статистичком анализом података утврђено је да је додавање селена у храну бројлерских пилића имало статистички значајног утицаја на разлике у телесним масама утврђеним 42. дана ($p < 0,01$). Наиме, телесна маса пилића II групе била је већа од телесне масе контролне групе пилића за 6,0% или за 147,9 g ($p < 0,01$). Остале огледне групе пилића су имале већу телесну масу од контролне групе за 3,8 до 4,9%, односно 94,6 до 126,9 g ($p < 0,05$).

Вредности за стандардну девијацију кретале су се од 113,48 до 132,06 g. Истовремено, варирање података изражено на основу коефицијента варијације било је најмање (4,58%) код контролне групе, а највеће (5,03%) код II групе.

5.1.2. Просечан дневни прираст - Највећи дневни прираст у првој недељи това од 18,1 g, установљен је у пилића храњених смешом у којој је однос неорганског и органског селена износио 50:50% (IV група). Најмањи дневни прираст од 15,3 g, остварен је у пилића контролне групе (без додатка селена). Нешто ниже вредности (17,1 и 17,3 g) остварили су бројлери V, VI и II групе, храњени смешом којој је додат неоргански и органски селен у следећим односима: 25:75; 0:100 и 100:0, затим следи III група (75% неоргански селен:25% органски селен) са 16,8 g.

Појединачним тестирањем аритметичких средина утврђено је да су разлике између контролне групе и осталих експерименталних група пилића врло значајне ($p < 0,01$). Апсолутне разлике у дневном прирасту између наведених група варирале су од 1,45 до 2,74 g, односно 9,5 до 17,9%.

Вредности за стандардну девијацију кретале су се од 2,18 до 2,98 g. Истовремено, варирање података изражено на основу коефицијента варијације било је најмање 14,24% у пилића контролне групе, а највеће 17,47% у пилића VI групе. Остварени дневни прирасти у другој недељи това имали су сличан тренд. Дневни прираст је био највећи (37,0 g) у пилића IV групе, а затим следе групе II, VI, V и III са 35,5, 34,6, 33,8 и 32,9 g. Најмањи дневни прираст од 31,7 g остварен је у контролној групи.

Поређењем аритметичких средина утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,01$) у просечном дневном прирасту, између контролне групе и пилића VI, II и IV групе, док између контролне групе и III, односно V групе пилића ове разлике нису потврђене ($p > 0,05$).

Најмања испољена вредност за стандардну девијацију је 4,40 g, а највећа 5,92 g. Најмањи коефицијент варијације (13,88%) констатован је у контролној групи, а највећи (16,69%) у II групи пилића.

У трећој недељи това, највећи дневни прираст утврђен је код бројлера II групе (58,5 g). Најмањи дневни прираст остварили су пилићи контролне групе (54,3 g). Остале огледне групе оствариле су дневне прирасте од 55,0 до 57,5 g.

Даљом анализом добијених података запажа се да су пилићи II и IV групе имали статистички значајно већи дневни прираст ($p < 0,01$) од пилића контролне групе. Просечан дневни прираст бројлера VI групе (56,6 g) се није статистички значајно разликовао од прираста који су остварили бројлери осталих огледних група ($p > 0,05$). Бројлери контролне групе су имали дневни прираст који се статистички није разликовао ($p > 0,05$) од дневног прираста V, III и VI групе (55,0 до 56,6 g). Апсолутне разлике у дневном прирасту између наведених група варирале су од 0,7 до 4,1 g, односно 1,3 до 7,6%.

Вредности утврђене за стандардну девијацију кретале су се од 4,43 до 6,71 g. Варирање података изражено на основу коефицијента варијације било је најмање (8,01%), код пилића III групе, а највеће (11,67%) код пилића V групе.

Највећи дневни прираст након четири недеље това (84,7 g) остварили су пилићи II групе, а најмањи (77,6 g) пилићи контролне групе. Дневни прираст осталих огледних група се кретао од 82,1 g (VI група) до 84,5 g (III група).

Добијени резултати показују да су у овој недељи това пилићи контролне групе остварили статистички значајно мањи дневни прираст ($p < 0,01$) од осталих експерименталних група пилића. Такође, значајно веће прирасте ($p < 0,01$) у односу на VI групу остварили су пилићи II и III групе. Апсолутне разлике у дневном прирасту између контролне и осталих група где је у храну додаван селен из различитих извора, варирале су од 5,9 до 9,2%.

Стандардна девијација имала је вредности које су се кретале од 3,71 (VI група) до 6,94 g (V група). Коефицијент варијације је био најмањи у II групи (4,51%) а највећи у V групи (8,25%).

У петој недељи това највећи дневни прираст имали су пилићи III групе (88,1 g), а најмањи IV групе (84,0 g) док су вредности за овај параметар код осталих огледних група варирале од 85,5 до 87,7 g.

Даљом анализом добијених резултата запажа се да се дневни прираст контролне групе (85,5 g) није статистички значајно разликовао од дневног прираста (84,0 g) IV групе пилића ($p > 0,05$). Остале експерименталне групе којима је додат селен у храну имале су статистички значајно већи дневни прираст од пилића IV и контролне групе ($p < 0,01$).

Упоредјујући просечне вредности за дневни прираст пилића у петој недељи види се да су апсолутне разлике у односу на контролну групу варирале од 0,4 g (II група) до 2,6 g (III група), односно 0,4 до 3,0%.

Вредности за стандардну девијацију кретале су се од 2,77 (контролна група) до 4,36 g (III група). Коефицијент варијације био је најмањи код пилића контролне групе (3,24%), а највећи код пилића III групе (4,95%).

Највећи дневни прираст у шестој недељи това имали су пилићи V групе (89,20 g), а најмањи IV групе (83,1 g). Остале огледне групе пилића оствариле су дневне прирасте од 84,1 до 87,8 g.

Поређењем аритметичких средина третмана утврђена је статистички значајна ($p < 0,01$) разлика IV, контролне и III групе у односу на VI, II и V групу. Између IV, контролне и III групе, као ни између VI, II, и V групе нису утврђене значајне разлике ($p > 0,05$).

Апсолутне разлике у дневном прирасту између експерименталних група варирале су од 0,25 до 5,11 g, односно 0,2 до 6,1%. Вредности за стандардну девијацију су се кретале од 4,63 g (V група) до 6,01 g (VI група). Коефицијент варијације био је најмањи у V групи (5,19%), а највећи у IV групи (9,30%).

Анализирајући резултате за просечан дневни прираст остварен у току целог периода това уочава се да је он био најмањи у контролној групи пилића (58,1 g), а највећи (61,6 g) у VI и II групи пилића (100 % органски и 100 % неоргански селен), Пилићи осталих огледних група су остварили просечан дневни прираст у границама од 60,4 до 61,1 g.

Анализом добијених резултата утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,01$) између експерименталних група. Тестирањем средњих вредности за просечан дневни прираст утврђена је статистички значајна разлика ($p < 0,01$) између резултата контролне групе и осталих огледних група пилића. Апсолутне разлике између контролне и осталих огледних група су износиле од 2,3 (III) до 3,5 g (II и VI).

Стандардна девијација је имала вредности које су се кретале од 2,66 g (контролна група) до 3,35 g (II група). Коефицијент варијације је био најмањи (4,57%) у контролној, а највећи (5,44%) у II групи.

5.1.3. *Конзумација хране* - Највећу просечну дневну конзумацију хране за цео период това остварила је контролна група (117,2 g,) затим следе: VI група (115,8 g), III група (111,4 g), V група (110,8 g) и IV група (110,8 g), док је најмању конзумацију хране остварила II група пилића (109,0 g) храњена смешом у којој је однос између неорганског и органског извора селена износио 100:0. Пилићи контролне групе у чију храну није додаван ни један од наведених извора селена имали су већу конзумацију хране од осталих огледних група за 1,4 до 8,2 g, или за 1,2 до 7,0%.

5.1.4. *Конверзија хране* - Резултати добијени за конверзију хране такође су се разликовали зависно од третмана и испитиваног периода. Наиме, додавање 0,6 mg/kg неорганског селена (II група) основном оброку у току целог испитиваног периода знатно је побољшало овај параметар (1,78 kg) у односу на I групу пилића (2,03 kg). Боља конверзија хране у поређењу са I групом (2,03 kg) установљена је и код пилића III (1,86 kg), IV (1,84 kg), V (1,82 kg) и VI групе (1,96 kg), чији су оброци допуњени са натријум селенитом и селенизираним квасцем у односу 75:25; 50:50; 25:75 и 0:100 (укупно 6 mg/kg хране). Слично може да се каже и уколико се добијене вредности за конверзију хране посматрају по појединим недељама, јер су групе са додатком неорганског и органског извора овог микроелемента у различитим односима на крају сваке недеље имале бољу конверзију хране од пилића прве (контролне) групе.

5.1.5. *Морталитет пилића* - Један од значајних економских параметара живинарске производње је виталност и здравље пилића, који се изражава кроз проценат смртности, односно mortalitet. У овим испитивањима mortalitet пилића се кретао од 4 (V група) до 8% (контролна група) и био је у оквиру који је очекива за овај хибрид. Највећи број уинулих пилића је евидентиран у првој недељи, када су они и најосетљивији, док је у каснијем периоду това овај број био далеко мањи.

5.2. Мере конформације на труповима пилића - Генерално се може рећи да исхрана пилића храном у коју је додат неоргански и органски извор селена у различитим односима није имала значајног утицаја на мере конформације трупа (грудни угао, дубину груди и обим батака). Вредности за наведене параметре остварене у овим истраживањима, биле су уједначене, а статистички значајне разлике ($p < 0,01$) су се јавиле једино код индекса „дужина кобилце“ између контролне и експерименталних група пилића у чију храну је укључен селен.

5.3. *Кланичне обраде трупова бројлера* - У погледу апсолутних кланичних показатеља, добијени резултати су показали да су пилићи огледних група (од II до VI) имали највеће телесне масе пре клања, масе трупова класичне обраде, спремно за печење и спремно за роштиљ, у односу на пилиће I (контролне) групе. Међутим, статистички значајне разлике ($p < 0,01$) за телесну масу пилића пред клање и масу трупа „класична обрада“ утврђене су само између контролне и друге групе пилића. Слично се може рећи ($p < 0,01$) и за масу трупа „спремно за роштиљ“, обзиром да су трупови ове кланичне обраде пилића II и IV групе били статистички значајно већи ($p < 0,01$) од трупова пилића контролне групе.

Сви релативни кланични показатељи, односно рандмани трупова: класична обрада, спремно за печење и спремно за роштиљ, били су уједначени између испитаних група, без статистички значајних разлика ($p > 0,05$).

5.4. *Конфекција трупова бројлера* - Под конфекцијом трупа бројлера подразумева се „растављање“ трупа на основне јестиве делове, који чине: груди, батак и карабатак, крила, леђа са карлицом, трбушна масноћа и јестиви унутрашњи органи.

Просечне вредности масе и удела основних делова трупа, биле су уједначене, тако да ни код једне вредности масе и удела трупа нису уочене статистички значајне разлике ($p > 0,05$), што указује да исхрана пилића оброцима у које су додати натријум-селенит и селенизирани квасац у различитим односима није утицало на масу и удео наведених параметара.

5.5. Хемијски састав меса - Хемијском анализом меса из узорака узетих из грудне мускулатуре и меса батака са карабатаком утврђен је удео воде, протеина, масти и пепела. На основу утврђених вредности може се констатовати да селен, без обзира на међусобни однос (неоргански:органски) није имао значајног утицаја на ове параметре. Наиме, садржај воде у грудном месу кретао се у интервалу од 74,02% у V групи до 75,02% у III групи. У тамном месу у групи II утврђен је најмањи просечан садржај воде (74,84%), док је највећи садржај воде утврђен у групи III (76,89%). Садржај масти белог меса бројлерских пилића варирао је од 0,34% у петој групи до 0,66% у првој групи. Најмањи садржај масти у тамном месу утврђен је у контролној групи (2,83%), а највећи у VI групи (3,71%). Садржај протеина белог меса кретао се у интервалу од 20,69% у VI групи до 21,96% у групи I. Најмањи садржај протеина тамног меса уочен је у групи V (17,56%), а највећи у групи II (18,58%). Садржај пепела у белом месу варирао је од 1,14% у групи I до 1,34% у групи IV. У тамном месу просечне вредности пепела кретале су се од 0,90% у групи I до 1,13% у групи IV.

5.6. Садржај селена у месу - Резултати добијени за садржај селена у грудном месу у овим истраживањима показују да је најнижа вредност (0,117 mg/kg) утврђена код контролне групе пилића која није добијала селен у храну. Одмах иза пилића контролне групе је друга група (0,157 mg/kg), где је имплементиран селен у неорганској форми. Како се у наредним групама повећавао удео органског селена у односу на неоргански селен, то је и концентрација селена у грудном месу била већа, обзиром да су се утврђене вредности кретале од 0,191 до 0,352 mg/kg, редом.

У просечном узорку батака са карабатаком контролне групе утврђен је ниво селена од 0,1060 mg/kg што је мање од добијених резултата у свим експерименталним групама. Код експерименталних група ниво утврђеног селена у анализама директно је зависио од удела органског селена додатог у храну бројлера у периоду тога, тако да је ниво селена у II групи износио 0,1212 mg/kg, у III групи – 0,1776 mg/kg, IV групи – 0,2028 mg/kg. У V и VI групи ниво селена је био највиши јер је и удео селена додат у храну био највећи. Изненађујуће је да је тај ниво био већи у V групи (25% неорганског селена:75% органског селена), него у шестој групи (100% органског селена). У V групи је анализама утврђено 0,2566 mg/kg, док је у VI групи ова вредност износила 0,2218 mg/kg.

Анализом просечног узорка из ткива срца, запажено је да је концентрација селена била најмања код бројлера контролне групе (0,1214 mg/kg), док је највећа вредност утврђена у V групи (0,3263 mg/kg). Затим следи VI група (0,2659 mg/kg), док су код осталих група наведене вредности биле врло уједначене (0,2103 до 0,2143 mg/kg).

Добијени резултати за садржај селена у јетри указују да нема разлике или је она сасвим мала код прве четири групе, обзиром да су добијене вредности биле приближно исте (од 0,3225 до 0,3298 mg/kg), док је највећа вредност за овај параметар била код V групе (0,5475 mg/kg). Од прве четири групе већа концентрација је утврђена и код шесте групе (0,3841 mg/kg).

У просечном узорку ткива плућа (графикон 21), најмања концентрација селена утврђена је у контролној групи (0,1214 mg/kg), а највећа у IV групи (0,1773 mg/kg).

Даљом анализом резултата запажа се да је концентрација селена у VI групи висока (0,1701 mg/kg), скоро као у IV групи, док су остале огледне групе (II, III и V) биле уједначене (од 0,1439 до 0,1586 mg/kg).

Концентрација селена у бубрезима била је најмања у контролној групи (0,2885 mg/kg), а највећа (0,4 mg/kg) у V групи. Вредности за наведени параметар у осталим експерименталним групама су биле приближно исте вредностима утврђеним за V групу, обзиром да су се кретале од 0,385 до 0,394 mg/kg.

6. Закључак

На основу резултата ових истраживања може се закључити да су највећу телесну масу (2628,1 g) на крају това остварили пилићи II групе (третман са 0,6 mg/kg неорганског селена), што је за 6% или за 147,9 g била већа телесна маса од контролне групе пилића (2480,2 g - $p < 0,01$). Остале експерименталне групе пилића чији је основни оброк такође био допунјен са неорганским и органским извором селена у различитим односима су 42. дана това имале телесну масу која се кретала у интервалу од 2574,8 до 2607,1 g, или за 3,8 до 4,9% (94,6-126,9 g) више од прве групе ($p < 0,05$).

Најмања вредност за просечан дневни прираст је утврђена у контролној групи (58,1 g), а највећа (61,6 g) у VI и II групи пилића, који су добијали храну допуњену са 0,6 мг/кг органског, односно 0,6 mg/kg неорганског извора селена. Пилићи осталих огледних група су остварили просечан дневни прираст у границама од 60, 4 до 61,1 g. Апсолутне разлике између контролне и осталих огледних група су износиле од 2,3 (III) до 3,5 g (II и VI - $p < 0,01$).

Највећу просечну дневну конзумацију хране за цео период това остварила је контролна група (117,2 g) затим следе: VI група (115,8 g), III група (111,4 g), V група (110,8 g) и IV група (110,8 g), док је најмању конзумацију хране остварила II група пилића (109,0 g) храњена смешом у којој је однос између неорганског и органског извора селена износио 100 : 0. Пилићи контролне групе у чију храну није додаван ни један од наведених извора селена имали су већу конзумацију хране од осталих огледних група за 1,4 до 8,2 g, или за 1,2 до 7,0%.

Резултати добијени за конверзију хране такође су се разликовали зависно од третмана и испитиваног периода. Наиме, додавање 0,6 mg/kg неорганског селена (II група) основном оброку у току целог испитиваног периода знатно је побољшало овај параметар (1,78 kg) у односу на I групу пилића (2,03 kg). Боља конверзија хране у поређењу са I групом (2,03 kg) установљена је и код пилића III (1,86 kg), IV (1,84 kg), V (1,82 kg) и VI групе (1,96 kg), чији су оброци допуњени са натријум селенитом и селенизираним квасцем у односу 75:25; 50:50; 25:75 и 0:100 (укупно 6 mg/kg хране).

Исхрана пилића храном у коју је додат неоргански и органски извор селена у различитим односима није имала значајног утицаја на мере конформације трупа (грудни угао, дубину груди и обим батака). Вредности за наведене параметре остварене у овим истраживањима, биле су уједначене, а статистички значајне разлике ($p < 0,01$) су утврђене само за индекс „дужина кобилице“ између контролне и експерименталних група пилића у чију храну је укључен селен.

У погледу апсолутних кланичних показатеља, добијени резултати су показали да су пилићи огледних група (од II до VI) имали највеће телесне масе пре клања, масе трупова класичне обраде, спремно за печење и спремно за роштиљ, у односу на пилиће

I (контролне) групе. Међутим, статистички значајне разлике ($p < 0,01$) за телесну масу пилића пред клање и масу трупа „класична обрада“ утврђене су само између контролне и друге групе пилића. Слично се може рећи ($p < 0,01$) и за масу трупа „спремно за роштиљ“, обзиром да су трупови ове кланичне обраде пилића II и IV групе били статистички значајно већи ($p < 0,01$) од трупова пилића контролне групе.

Сви релативни кланични показатељи, односно рандмани трупова: класична обрада, спремно за печење и спремно за роштиљ, били су уједначени између испитаних група, без статистички значајних разлика ($p > 0,05$).

Вредности добијене за масу и удео основних делова трупа, биле су приближно једнаке, што указује да исхрана пилића оброцима у које су додати натријум-селенит и селенизирани квасац у различитим односима, није утицало на масу и удео наведених параметара.

На основу утврђених вредности за садржај воде, протеина, масти и пепела у грудној мускулатури и месо батака са карабатаком може се констатовати да селен, без обзира на међусобни однос (неоргански:органски) није имао значајног утицаја на ове параметре.

Додавање селена у храну товних пилића у органском облику је показало изразиту способност инкорпорације у месо груди, као и месо батака са карабатаком. На основу садржаја селена у унутрашњим органима, очигледно је да неке комбинације неорганског и органског извора имају предност у односу на органски облик селена.

Висока концентрација селена у месо и унутрашњим органима која је потврђена и у овим истраживањима, представља пут ка производњи „селенизаног“ меса које ће у будућности бити сигуран извор селена за људе у областима која су сиромашна селеном, каква је Србија.

7. Литература – Ово поглавље садржи 211 референци домаћих и страних аутора које су коришћене као основа за примењене методе истраживања и за поређење добијених резултата са резултатима других истраживања.

Закључак и предлог

Докторска дисертација кандидата мр Бранка Крстића под насловом „Утицај различитих односа неорганског и органског селена у храни на производне резултате и квалитет меса товних пилића“ је самостални оригинални научни рад из области исхране товних пилића (бројлера), који има солидан научни и практични значај. Кандидат је систематски проучио резултате истраживања других аутора, дефинисао предмет и програм истраживања, поставио циљ, основне хипотезе, формирао узорак, обавио испитивања, прикупио податке, применио адекватне математичко-статистичке методе за анализу и оценио добијене резултате.

Резултати истраживања су потврдили претпоставку од које је кандидат пошао, да недовољна количина селена у оброцима товних пилића може довести до лошијих производних резултата и до значајног поремећаја здравственог стања. Лошији производни резултати се огледају првенствено у смањеном порасту, који је изазван функционалним поремећајима у скелетним мишићима, јетри и бубрезима, као и лошијем искоришћавању хране. Међутим, додавањем селена у храну пилића у неорганској или органској форми у различитим односима, ови проблеми се могу ублажити или елиминисати. Из тих разлога истраживања која је кандидат спровео у оквиру ове докторске дисертације су потпуно оправдана. При томе, кандидат је овим

радом у потпуности реализовао све што је предвиђено Пријавом докторске дисертације, односно позитивно оцењеним рефератом о оцени пријаве, који је разматран на Стручном већу за биотехничке науке Универзитета у Београду, а на основу које је Декан пољопривредног факултета дао Сагласност, којом је одобрена израда ове докторске дисертације.

На основу свега изнетог, Комисија предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену докторске дисертације мр Бранка Крстића и одобри кандидату јавну одбрану.

Чланови комисије:

Др Живан Јокић, редовни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
(УНО: Физиологија и исхрана домаћих и гајених животиња)

Др Мирјана Јоксимовић – Годоровић, редовни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
(УНО: Физиологија и исхрана домаћих и гајених животиња)

Др Душан Живковић, ванредни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
(УНО: Наука о месу)

Др Зоран Павловић, научни сарадник
Завод за јавно здравље - Пожаревац
(УНО: Биотехничке науке – прехранбено инжењерство)

Др Владан Ђермановић, доцент
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
(УНО: Одгајивање и репродукција домаћих и гајених животиња)

Прилог:

Рад мр Бранка Крстића објављен у научном часопису са SCI листе.

Krstić Branko, Jokić Zivan, Pavlović Zoran, Zivković Dušan (2011): Options for the Production of Selenized Chicken Meat. Trace Elem. Res. DOI 10.1007/s12011.011.9229.