



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
АГРОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ У ЧАЧКУ

Симеон Ракоњац

**ПРОИЗВОДЊА И КВАЛИТЕТ ПРОИЗВОДА
КОКОШИ НОСИЉА ИЗ АЛТЕРНАТИВНИХ
СИСТЕМА ГАЈЕЊА**

Докторска дисертација

Чачак, 2016. година



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF AGRONOMY ČAČAK

Simeon Rakonjac

**PRODUCTION AND QUALITY OF PRODUCTS
FROM LAYING HENS IN ALTERNATIVE REARING
SYSTEMS**

Doctoral Dissertation

Čačak, 2016.

Идентификациона страница докторске дисертације

<i>I Аутор</i>
Име и презиме: Симеон Ракоњац
Датум и место рођења: 23.12.1982. године, Прибој, Република Србија.
Садашње запослење: Агрономски факултет у Чачку
<i>II. Докторска дисертација</i>
Наслов: Производња и квалитет производа кокоши носиља из алтернативних система гајења.
Број страница: 187
Број слика: 18
Број библиографских података: 201
Установа и место где је рад израђен: Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу
Научна област (УДК): Домаћа живина и кокоши 636.52/.58(043.3)
Ментор: Проф. др Снежана Богосављевић-Бошковић
<i>III. Оцена и одбрана</i>
Датум пријаве теме: 20.11.2014.
Број одлуке и датум прихватања теме докторске дисертације: IV-04-116/13 од 11.03.2015.
Комисија за оцену подобности теме и кандидата:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Др Снежана Богосављевић-Бошковић, редовни професор, Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Сточарство; 2. Др Милун Петровић, ванредни професор, Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Сточарство; 3. Др Зденка Шкрбић, виши научни сарадник Института за сточарство Београд-Земун, ужа научна област: Живинарство.
Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Др Лидија Перић, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду, ужа научна област: Сточарство; 2. Др Милун Петровић, ванредни професор, Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Сточарство; 3. Др Зденка Шкрбић, виши научни сарадник Институт за сточарство Београд-Земун, ужа научна област: Живинарство.
Датум одбране дисертације:

Ментор: Проф. др Снежана Богосављевић-Бошковић

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:

1. _____

Проф. др Лидија Перић, председник,
редовни професор Пољопривредног факултета
Универзитета у Новом Саду, ужа научна област: Сточарство

2. _____

Др Милун Петровић, члан,
ванредни професор Агрономског факултета у Чачку
Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Сточарство

3. _____

Др Зденка Шкрбић, члан,
виши научни сарадник Института за сточарство Београд-
Земун, ужа научна област: Живинарство

Датум одбране:

ПРОИЗВОДЊА И КВАЛИТЕТ ПРОИЗВОДА КОКОШИ НОСИЉА ИЗ АЛТЕРНАТИВНИХ СИСТЕМА ГАЈЕЊА

Резиме

У овој дисертацији је испитиван утицај алтернативних система гајења на различите генотипове кокоши носилја. Оглед је формиран по систему двофакторијалног огледа 2 x 2 (два система гајења - подни и систем заснован према принципима органске производње и два испитивана генотипа - лаки линијски хибрид Isa Brown и New Hampshire rasa).

Оглед је трајао 54 седмице. Током трајања огледа праћени су следећи производни параметри: носивост, дневно произведена јајна маса, конзумација и конверзија хране и морталитет. Квалитет јаја је контролисан у току седам контролних испитивања у правилним осмонедељним интервалима (24 – 72. недеље старости кокоши). Код сваког јајета испитане су две спољашње (маса јаја, индекс облика) и пет унутрашњих особина његовог квалитета (висина беланца, Хогове јединице, боја жуманца, удео беланца и удео жуманца), као и шест показатеља квалитета љуске (удео, дебљина, деформација, сила лома, боја и чистоћа љуске). Од параметара хемијског састава испитивани су: садржај суве материје, пепела, протеина и масти, маснокиселински састав и садржај холестерола.

По завршетку једногодишњег производног циклуса, на труповима закраних јединки утврђени су: маса и рандман класично обрађеног трупа и маса и удео основних делова трупа (груди, батаци, карабатаци, крила, леђа и карлица) у односу на живу масу кокоши пре клања, као и маса и удео меса у деловима трупа I категорије (груди, батаци, карабатаци). Утврђен је хемијски састав белог и тамног меса: садржај суве материје, пепела, протеина и масти. На бутној кости и голењачи је утврђен квалитет костију мерењем силе лома костију.

Добијени резултати су показали да су подно гајене New Hampshire кокоши имале најслабије производне резултате, нешто боље резултате су имале органски гајене јединке истог генотипа, а најбоље Isa Brown огледне групе.

Систем гајења је у појединим контролним периодима значајно утицао на већину параметара спољашњег и унутрашњег квалитета јаја и неке од параметара квалитета љуске, док је током највећег дела трајања огледног периода генотип значајно утицао на све параметре унутрашњег и спољашњег квалитета јаја и квалитет љуске. За неке параметре квалитета јаја, у појединим фазама носивости, и интеракција систем гајења x генотип је показала сигнификантан утицај.

На параметре хемијског састава јаја, у појединим контролним периодима, значајно су деловали и примењени систем гајења и коришћени генотип, као и интеракција ових фактора.

New Hampshire кокоши су имале већу масу трупа, основних делова трупа, меса у основним деловима трупа у удео леђа и карлице, док је Isa Brown хибрид имао већи удео крила.

New Hampshire јединке су имале већи садржај масти у месу и већу силу лома костију у односу на Isa Brown генотип.

Кључне речи: кокоши носилје, органски систем, подни систем, генотип, квалитет јаја, квалитет меса.

PRODUCTION AND QUALITY OF PRODUCTS FROM LAYING HENS IN ALTERNATIVE REARING SYSTEMS

Summary

The effect of alternative rearing systems on different genotypes of laying hens was studied in this thesis. The experiment was conducted according to a two-factorial trial system 2 x 2 (two rearing systems - floor and the system designed according to the principles of organic production, and two genotypes - Isa Brown hybrid and New Hampshire breed).

The experimental period lasted 54 weeks. During the experiment the following production parameters were monitored: egg production, daily egg mass produced, consumption and feed conversion and mortality. Egg quality was controlled during the seven control tests at regular intervals, an eight-week (24 - 72 weeks of age hens). For each egg tested two external (egg weight, shape index) and five internal properties of its quality (albumen height, Haugh units, yolk color, the share of whites and yolks share), as well as six shell quality indicators (share, thickness, deformation, breaking force, color and purity of the shell). The following chemical composition parameters were examined: dry matter, ash, protein and fat content, the fatty acid composition and cholesterol content.

Upon completion of the one-year production cycle, on the carcasses of slaughtered laying hens were determined: weight and yield classically dressed carcass, weight and the share of main carcass parts (breasts, thighs, drumsticks, wings, back and pelvis) in relation to the live weight of hens before slaughter, and weight and share of meat in carcass parts of I category (breasts, thighs, drumsticks). Chemical composition of white and dark meat was determined: dry matter, ash, protein and fat content. At the femoral and tibial bone quality was determined by measuring the force of bone fracture.

The results showed that the New Hampshire hens reared in floor system generally had the lowest production results, better results had organically reared birds of the same genotype, and the both Isa Brown experimental groups had best production results.

The rearing systems in certain control periods affected the majority of parameters of external and internal egg quality and some of the quality parameters of the shell, while for most of the duration of the experimental period genotype significantly affected all parameters of internal and external quality of eggs and shell quality. Interactions rearing systems to genotype showed a significant effect for some parameters of egg quality in certain control periods.

Rearing system and genotype and the interaction of these factors significantly affected on the parameters of the chemical composition of eggs in certain control periods.

New Hampshire laying hens had higher: carcass weight, weight of main parts of the carcass, meat weight in the basic carcass parts, and the share of back and pelvis, while Isa Brown hybrid had a higher share of the wings.

New Hampshire hens had a higher fat content in meat and greater bone fracture force in relation to the Isa Brown genotype.

Key words: laying hens, organic system, floor system, genotype, eggs quality, meat quality.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	6
2.1. Утицај система гајења на производне параметре	6
2.2. Утицај система гајења на квалитет јаја.....	14
2.2.1. Спољашњи квалитет јаја	14
2.2.2. Унутрашњи квалитет јаја	17
2.2.3. Квалитет љуске.....	24
2.3. Хемијски састав јаја.....	30
2.4. Утицај система гајења на телесну масу, кланичне особине и хемијски састав меса кокоши носиља.....	40
2.5. Утицај система гајења квалитет костију кокоши носиља.....	42
3. РАДНА ХИПОТЕЗА	44
4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	46
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	48
5.1. Експериментални материјал и поступак истраживања.....	48
5.2. Производни резултати.....	51
5.3. Квалитет јаја.....	52
5.3.1. Испитивање спољашњег квалитета јаја	52
5.3.2. Испитивање унутрашњег квалитета јаја	53
5.3.3. Испитивање квалитета љуске јаја.....	54
5.4. Хемијски састав јаја.....	55
5.5. Телесна маса, кланичне особине и хемијски састав меса кокоши носиља	56
5.6. Квалитет костију кокоши носиља	57
5.7. Статистичка обрада података	58
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	59
6.1. Производни резултати.....	59
6.1.1. Носивост и произведена јајна маса	59
6.1.2. Конзумација и конверзија хране.....	66
6.1.3. Морталитет	74
6.2. Квалитет јаја.....	75

6.2.1. Спољашњи квалитет јаја	75
6.2.1.1. Маса јаја.....	76
6.2.1.2. Индекс облика јаја	81
6.2.2. Унутрашњи квалитет јаја	84
6.2.2.1. Висина беланца.....	85
6.2.2.3. Хогове јединице.....	88
6.2.2.2. Боја жуманца.....	92
6.2.2.4. Удео беланца и жуманца.....	97
6.2.3. Квалитет љуске јаја.....	104
6.2.3.1. Удео љуске	104
6.2.3.2. Дебљина љуске	109
6.2.3.3. Деформација љуске	113
6.2.3.4. Сила лома љуске.....	116
6.2.3.5. Боја љуске.....	120
6.2.3.6. Чистоћа љуске.....	122
6.3. Хемијски састав јаја.....	125
6.3.1. Садржај суве материје	125
6.3.2. Садржај пепела	128
6.3.3. Садржај протеина	131
6.3.4. Садржај масти.....	134
6.3.5. Маснокиселински састав	138
6.3.6. Садржај холестерола.....	146
6.4. Телесна маса, кланичне особине и хемијски састав меса кокоши носиља	149
6.4.1. Кланичне особине	149
6.4.1.1. Маса и рандман класично обрађеног трупа.....	149
6.4.1.2. Маса и удео основних делова трупа	152
6.4.1.3. Маса и удео меса у деловима трупа I категорије	155
6.4.2. Хемијски састав меса	157
6.5. Квалитет костију кокоши носиља	160
6.5.1. Сила лома костију	160
7. ЗАКЉУЧАК	164
8. ЛИТЕРАТУРА	170

1. УВОД

Сама чињеница да се из оплођеног кокошијег јајета, без икаквог додатка хранљивих материја са стране, развије један потпуно нови живот јасно говори о квалитету једне од најкомплетнијих и најкомплекснијих животних намирница. Јаје као јефтину и глобално свима доступну намирницу у исхрани могу користити све категорије становништва, укључујући децу, труднице, рековалесценте и особе у старијем животном добу. Осим овога, јаје представља сировину која се користи у скоро свим гранама индустрије, посебно прехранбеној, фармацеутској и хемијској. Једно кокошије јаје просечно задовољава 3-4% дневних енергетских потреба одраслог човека и обезбеђује око 6,5 g вискоковредних протеина (Sparks, 2006). О квалитету протеина јаја најбоље говори чињеница да се једно цело кокошије јаје користи као репер за оцену биолошке вредност протеина било које животне намирнице. Јаје такође представља и богат извор витамина В₆, В₁₂, А, D, Е и К, вискоковредних масти (сличан садржај као и садржај протеина) и каротеноида, а Meуer *et al.* (2003) наводе кокошије јаје као трећи најважнији извор омега-3 полинезасићених масних киселина у људској исхрани, иза морских плодова и меса, док McNaughton i Marks (2002) јаје сврставају на треће место међу намирницама које обезбеђује највише селена у људској исхрани. Осим овога, јаје је богат извор гвожђа и фосфора а садржи и калцијум, бакар, јод, магнезијум, манган, калијум, натријум, цинк, хлор и сумпор.

У новије време, улога хране није само да утоли глад и да обезбеди основне хранљиве материје за људску исхрану, већ и да спречи појаву болести повезаних са неодговарајућом исхраном, као и да побољша физичку и менталну добробит конзумента (Siró *et al.*, 2008). Објављене су бројне научне студије које потврђују да неки састојци јаја имају улогу у превенцији појаве хроничних и инфективних обољења (Miranda *et al.*, 2015). Abeyrathne *et al.* (2013) наводе да састојци јаја могу имати антимикуробни, имуномодулаторни, антиоксидативни, антиканцерогени и антихиперсензитивни утицај на здравствено стање људи. Међутим, Li *et al.* (2013) наводе да нутриционистички стручњаци и здравствени радници сматрају јаје и једном од најконтраверзнијих животних намирница, јер поред горе наведених позитивних својстава, јаја су богата засићеним мастима и холестеролом, па могу представљати фактор ризика за појаву кардиоваскуларних обољења, а често се при

неадекватном руковању и складиштењу јаја јављају и здравствени проблеми становништва условљени појавом *Salmonella* бактерије (Rakonjac *et al.*, 2014a).

Према подацима FAO организације (<http://www.worldatlas.com/articles/top-egg-producing-countries-in-the-world.html>), процењује се да је у свету у 2015. години произведено око 63,9 милиона тона јаја. Највећи произвођачи су: Кина (24,8 милиона тона), САД (5,6 милиона тона) и Индија (3,8 милиона тона), а од европских земаља предњаче Турска (1,03 милиона тона), Француска (0,94 милиона тона) и Немачка (0,89 милиона тона). Годишња стопа раста производње јаја на светском нивоу износи око 2,3%. World Animal Protection i Human Society International (2014) наводе да земље Европске уније заједно произведу годишње око 6,4 милиона тона јаја. Од укупног 380,5 милиона кокоши носиља у ЕУ, у кавезном систему се гаји око 56%, у подном око 26%, у тзв "free range" око 14%, а око 4% јединки су органске носиље (Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets, 2016). Процент јединки које се гаје у неком од тзв. "некавезних начина држања" је у константном порасту, тако да је у Великој Британији тај проценат већ око 50% (United Kingdom Egg Statistics, 2016), док је у неким европским државама чак забрањено држање кокошима у кавезима (Швајцарска). Са друге стране, у САД се само око 5,6% кокоши гаји у неком од некавезних система држања, од чега су око 2,9% органске носиље. Остали број јединки се гаје у интензивним условима, где овај начин производње има све одлике индустријске производње.

Производња конзумних јаја на индустријски начин је и иначе прво почела да се развија у САД, а тек нешто касније и у западној Европи. Карактеришу је затворени објекти, вештачко осветљење и вентилација, велики број високопродуктивних хибридних кокоши носиља у ограниченом простору (скоро по правилу у кавезима – батеријама), коришћење потпуних смеша из фабрика сточне хране (са разним адитивима – антибиотици, различити стимуланси, хормони, вештачке боје и сл.) као и примена многобројних препарата за одржавање хигијене на фармама (Rakonjac *et al.*, 2014a). Оваква производња обезбеђује потрошачима конзумна јаја током целе године у великим количинама и по релативно ниској цени, што је допринело да батеријски систем гајења постане доминантан у производњи конзумних јаја у целом свету.

Међутим, последњих година захтеви тржишта се битно мењају, тако да цена често није пресудни фактор који потрошача опредељује за који производ ће се одлучити. Објављене су бројне студије које потврђују да претерана интензификација

производње, праћена применом разних хемијских препарата и стимулатора раста може резултовати добијањем производа слабијег квалитета, који у неким случајевима могу представљати и ризик по здавље конзумента. Осим овога, слике из објеката где се на релативно малом простору у кавезима гаји огроман број јединки, који за цео свој животни век не виде природну светлост и немају слободу покрета, допринеле су томе да алтернативни системи гајења кокоши носиља у многим земљама света доживе велику експанзију. Тако је 1981. године 70,6% испитаних потрошача навело да је батеријски систем гајења кокоши носиља прихватљив, 1991. 54,6%, а 2011. само њих 35,6% је имало исто мишљење (Pavlovski *et al.*, 2011b). Све чешће се потрошачи одлучују да купе производ који је добијен на "природан начин" и за њега су спремни да плате већу цену. Томе је допринела перцепција да су производи од "срећних животиња" квалитетнији и здравији за људску употребу. Организације за заштиту добробити гајених животиња су излобирале да се у државама Европске уније чак и интензивна батеријска производња ограничи тиме да се у производњу уведу тзв. "обогаћени кавези", који носиљама обезбеђују већу животну површину. Обавезан део сваког оваквог кавеза представљају гнезда, седала, део за тзв. суво купање као и део са простирком. На овај начин животињама је обезбеђен макар минимум услова за испољавање основних бихејвиоралних активности. Обезбеђивањем могућности за испољавање основних облика понашања карактеристичних за врсту, не задовољавају се само етички принципи, јер се код овако гајених јединке знатно ређе уочавају патолошки облици понашања, пре свега канибализам и кљуцање перја, који у многим објектима са интензивном кавезном производњом представљају огроман проблем и наносе велику економску штету произвођачима.

Најзначајнији алтернативни системи гајења кокоши носиља јаја за конзум јесу: подни, авијанрни, систем гајења са испустом, органски систем.

Подни систем гајења подразумева држање носиља на поду са дубоком простирком. Овако гајене јединке имају слободу кретања унутар објекта, осветљење може бити природно или вештачко, а храњење, напајање и сакупљање јаја могу бити у мањој или већој мери механизовани и аутоматизовани, што зависи од капацитета живинарника, могућности улагања итд. Овај начин гајења кокоши носиља јаја за конзум је нешто мање интензиван у односу на конвенционални-кавезни, и вероватно ће га у будућности у потпуности заменити.

Органски систем гајења кокоши носиља је такав вид живинарске производње где се јединке гаје према строго утврђеним стандардима које прописују Правилници из ове области. Максимална густина насељености износи шест носиља по m^2 , с тим што капацитет објекта ограничава количина азота које животиње излуче током године (максимално 230 кокоши по једном хектару). Осим овога, јединкама у објекту мора бити на располагању и довољан број гнезда (за сваких пет кокоши мора бити обезбеђено најмање једно гнездо) и седала. Минимално једна трећина пода мора бити без решетака. Свакој јединки се мора обезбедити излазак на затрављени испуст (минимално 4 m^2 по једном грлу). Исхрана се врши органски произведеном храном, без додатака синтетичких аминокиселина, витамина, антибиотика. Одређен број хранилица и појилица мора бити и на испусту.

За гајење у алтернативним системима гајења, посебно онима који подразумевају коришћење испуста, могу се користити хибриди или аутохтоне расе које су адаптиране на постојеће услове спољне средине (коришћење ових раса може послужити и као маркетиншко оружје на тржишту). Пошто је већина хибрида, који данас чине окосницу живинарске производње, селекционисана за интензиван начин гајења, није до краја јасно да ли се они са успехом могу користити и за другачији начин држања, пре свега органски. Наиме, ове јединке захтевају високе нивое енергије, витамина, протеина, а посебно неких лимитирајућих аминокиселина. Ове потребе се често не могу задовољити само природним хранивима - без додатка синтетичких извора ових материја, чије је коришћење у органској производњи забрањено. Такође, конвенционални хибриди гајени на испусту често имају знатно слабије производне перформансе а већи морталитет од технолошког норматива. Из тог разлога се за органску производњу у живинарству обично и препоручују аутохтоне расе које су прилагођене на еколошке услове датог подручја. Њихова већа отпорност према узрочницима болести и паразитима омогућава гајење ових јединки са минималном или чак без директних мера здравствене заштите, тако да се на овај начин добијају анимални производи апсолутно ослобођени присуства резидуа лекова.

Органска пољопривреда представља развојну шансу и за наше сточарство, посебно у брдско-планинским пределима Србије, где иначе није могућа значајнија интензификација пољопривредне производње. У тим крајевима ваздух, вода и земљиште су незагађени и погодни за развој одрживе органске сточарске производње. Омасовљавањем сертифициване органске производње би се вишеструко

увећала вредност традиционалних пољопривредних производа, допринело развоју руралних средина и успорио негативан тренд миграције сеоског становништва.

Имајући у виду све напред наведене чињенице, циљ овог рада је да се испитају производне перформансе, квалитет конзумних јаја, меса и костију хибрида Isa Brown и расе New Hampshire у два алтернативна система гајења кокоши носиља: подном и органском. Упоређењем производних и параметара квалитета јаја за конзум подно и органски гајених јединки два различита генотипа, могу се дефинисати предности и мане ових начина производње, утврдити да ли су и колико органска јаја квалитетнија од оних произведених у затвореном објекту уз коришћење конвенционалне хране, као и да ли коришћени генотипови у испитиваним системима гајења узрокују постојање значајних разлика у кланичним и особинама квалитета меса и костију кокоши носиља на крају производног циклуса.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Систем гајења има веома важан утицај на производне резултате, као и на спољашњи и унутрашњи квалитет јаја (Rakonjac *et al.*, 2014a). Алтернативни системи гајења кокоши носилца представљају саставни део модерне живинарске производње. Поједине земље значајан проценат јаја за конзум већ добијају из алтернативних система гајења. У Швајцарској чак 80% јата кокоши носилца има приступ испусту (Matković *et al.*, 2007), а Hegelund *et al.* (2006) наводе да је чак 23% јаја која доспеју на тржиште у Данској пореклом од кокоши које имају приступ испусту. У САД-у од 90-их година 20. века тржиште органских конзумних јаја бележи годишњи раст од 20% и то је грана органске пољопривреде која се најбрже развија (Oberholtzer *et al.*, 2006), док Hilmire *et al.* (2012) наводе да већ 15% потрошача у САД-у купује органска јаја. У Холандији, у првој деценији 21. века, број органских носилца се повећао са 150 000 на 2 100 000 јединки (Bestman i Wagenaar, 2014). Од Европских земаља, највеће тржиште органских производа је у Италији, па у Шпанији (Mesias *et al.*, 2011).

2.1. Утицај система гајења на производне параметре

Носивост. Носивост је најважнија производна особина кокоши носилца и представља број снешених јаја у одређеном временском периоду по једној носилци изражен у процентима. Велики број истраживача је посматрао ову особину упоређујући различите системе гајења. Anderson (2010) је упоређивао Ну-Line Brown носилце и утврдио значајну разлику у носивости између јединки гајених у кавезу (81,9%) и оних гајених у систему са испустом (77,7%). Castellini *et al.* (2006) су упоређивали јединке White Leghorn у кавезном, органском и органском плус систему. Органски гајене јединке су оствариле мању носивост од јединки гајених у кавезу (органске 63,4%, органске плус (носиље којима је на располагању било 10m² испуста по свакој јединки) 61,4%; кавезно гајене 74,1%), вероватно из разлога што су више енергије трошиле на кретање по испусту, а и због конзумирања хране нижег енергетског садржаја, јер је њихов укупни оброк због узимања траве на испусту садржао мање енергије и протеина у поређењу са кавезно гајеним јединкама, које су добијале за храну искључиво потпуну хранљиву смешу предвиђену за кокоши носилце јаја за конзум. Осим овога, интензитет производње код органских носилца је

више под утицајем сезонских услова гајења (температуре и дужине трајања дана). Сличан експеримент, само са носиљма расе Ancona извели су и Mugnai *et al.* (2009) и добили сличне резултате (носивост: органске носиље 60,6%, органске плус 59,6%; кавезно гајене 70,9%). Разлике у носивости између кавезног (80,82%) и система са испустом (72,88%) утврдили су и Senčić i Butko (2007) на Lohmann Brown јединкама. Yakubu *et al.* (2007) су у експерименту са два хибрида: Bovans Brown и Lohmann Brown утврдили већу носивост код кавезно гајених носиља (74%) у односу на оне гајене на поду са дубоком простирком (69%). И Dvorak *et al.* (2010) су забележили већу носивост Isa Brown хибрида гајеног у комерцијалним кавезима (83,41%), у односу на јединке гајене на поду са дубоком простирком (69,24%), а Gerzilov *et al.* (2012) су на истом хибриду такође утврдили да јединке гајене у конвенционалним (82,8%) и обogaћеним кавезима (83,5%) постижу већу носивост у односу на јединке гајене на поду са дубоком простирком (81,4%). Сличне резултате овима су објавили и Suto *et al.* (1997), Flock *et al.* (2005) и Englmaierova *et al.* (2014).

Leenstra *et al.* (2014) су испитујући производњу јаја у различитим системима гајења на територији Холандије у сезони 2012/2013. добили следеће резултате: просечна носивост у органском систему производње износила је 88%, у тзв. "free range" 88,8%, подном 89,3% а највећа је била у конвенционалном-кавезном систему - 89,9%. Krawczyk i Gornowicz (2010) су на пољском хибриду Messa 45 утврдили већу носивост у подном (91,8%) у односу на систем гајења са испустом (87%) посматрајући период од 32. до 36. недеље живота, док је тај однос износио 78,3%:73,4% у периоду 52-56. недеље.

Студија коју су објавили Ferrante *et al.* (2009) није показала значајну разлику у носивости између Hy-Line Brown јединки гајених у органском и подном систему. Максимум носивости био је већи у органском него у подном систему у 25. недељи (94,5%:93%), а даље до 58. недеље у подном систему, али укупни резултати носивости нису показали значајну разлику (86,40%:86,35%). Barbosa Filho *et al.* (2005) нису утврдили разлику у носивости код Hy-Line W36 и Hy-Line Brown јединки у подном и кавезном систему гајења, а Basmacioglu i Ergul (2005) код Babcock-300 i Isa Brown у "floor pen" и кавезном систему.

Осим система гајења, на носивост веома значајно утиче и генотип носиља, што су показали и Rizzi i Chiericato (2005a) који су упоређивали два хибрида (Hy-Line Brown - HLB, Hy-Line White – HLW) и две аутохтоне италијанске расе (Robusta Maculata – RM, Ermellinata of Rovigo – ER) у органском систему производње. У 32.

недељи живота, HLB и HLW су имали носивост од 94,1% и 88,7%, док су RM и ER у истој доби имале носивост од 63% и 56,8%, што показује да генотип има пресудан утицај на носивост. Kucukyilmaz *et al.* (2012) су такође упоређивали особине носивости између различитих хибрида - White Lohmann LSL и АТАК-S – гајених у конвенционалним кавезима и у систему органске производње. White Lohmann LSL носиље су имале већу носивост у кавезном систему (89,8%) него у органском (87,2%), док су насупрот томе АТАК-S кокоши носиље показале слабије производне способности у кавезном (80,4%) у поређењу са органским системом производње (82,5%). Ови резултати говоре да неки генотипови показују боље производне способности у конвенционалном кавезном систему, док други генотипови могу позитивно реаговати на свеж ваздух и слободу покрета показујући боље производне резултате у систему гајења са испустом.

Hegelund *et al.* (2006) су на 18 органских фарми у Данској које су користиле пет различитих генотипова (Isa Brown (шест јаата), Isa Babcock (четири јаата), Ну-Line Brown (пет јаата), Lohmann Brown (два јаата) и Hellevad White (једно јаато)) утврдили просечну носивост од 70,4%, али су варијације између појединих фарми биле више него изражене (максимална носивост је била 90,7%, а минимална 53,4%). Побољшање носивости се код органски гајених јединки може постићи и додатком синтетичког метионина у оброк, посебно у летњим месецима (Van Krimpen *et al.*, 2015) па се његово увођење на листу дозвољених суплемената у органској производњи разматра у САД, док у Европи то још није случај (Koreleski и Świątkiewicz, 2009).

Утрошак и конверзија хране. Потрошња хране представља један од најбитнијих параметара живинарске производње, јер трошкови исхране чине често више од 60% укупних трошкова. Данашњи лаки линијски хибриди, селекционисани за производњу јаја за конзум, остварују изузетну конверзију хране у јајну масу, која је на рубу да достигне свој биолошки максимум. Према ISA Brown Management Guide (2011) линијски хибрид Isa Brown дневно у кавезном систему конзумира 115 g, а у систему гајења са испустом 125 g потпуне хранљиве смеше. На крају једногодишњег циклуса производње просечна конверзија износи 2,26 kg хране/kg јаја, док у једном делу производног циклуса овај параметар има вредност од чак само 1,9. Наравно, ово су технолошки нормативи за идеалне производне услове, који се не

могу увек лако остварити, па су у пракси ови показатељи често другачији, посебно у алтернативним системима гајења кокоши носиља.

Тако Tumova i Ebid (2003) наводе да је за носиље које се гаје на поду потребно 10%, а Thiele i Pottgüter (2008), за оне гајене у систему са испустом, најмање 15% више хране у односу на кавезно гајене јединке. То је из разлога јер ове јединке имају слободу кретања и више енергије троше за локомоторну активност.

Са друге стране, Henry (2002) наводи да јединке на испусту могу задовољити и 20% својих потреба за храном тако што ће конзумирати траву, разне инсекте и бескичмењаке. Hughes i Dun (1983) су утврдили да носиље на испусту конзумирају између 30 и 40 g суве материје траве дневно, док Ponte *et al.* (2008) сматрају да је то нешто мање (2,5%-4,5% суве материје хране од укупних дневних потреба). Ако је испуст добро обезбеђен додатном храном, количина концентрата се може смањити и за 15% а да то не доведе до пада носивости (Bassler, 1997). Да се повећана потреба за енергијом може компензовати храном са испуста сматрају Rizzi *et al.* (2006) који нису утврдили значајну разлику у дневном конзумирању хране Isa Brown јединки гајених у кавезном и систему са испустом (око 135 g). I Mugnai *et al.* (2013) испитујући расу Ancona у три система гајења: конвенционалном, органском и органском плус бележе да је просечна дневна конзумација хране по једној носиљи за цео производни циклус била приближна у конвенционалном (109,8 g) и органском систему (110,4 g), док је у органском плус систему била нешто мања (100,8 g).

Међутим, највећи број аутора који се бавио овом проблематиком, утврдио је већу потрошњу и слабију конверзију хране у алтернативним системима гајења у односу на конвенционални. Gibson *et al.* (1994) су пратећи једногодишњи циклус производње утврдили да јединке са испуста и из кавеза могу произвести сличан број јаја. Међутим, конвенционално гајене носиље су дневно конзумирале око 120 g потпуне хранљиве смеше, док су јединке са испуста трошиле више од 150 g. Исти аутори наводе да је дневно конзумирање траве код ових јединки износило између 24-48 g суве материје. И Englmaierova *et al.* (2014) наводе да је кавезни систем гајења супериоран у односу на било који алтернативни, тј. да се у њему постижу најбољи производни резултати. Они су су у кавезном систему на Hisex Brown хибриду утврдили дневну конзумацију хране од 121 g и конверзију 2,24 kg хране/kg јаја. У подном систему, ови производни параметри су имали следеће вредности: 136 g и 2,87 kg хране/kg јаја. Senčić i Butko (2006) су утврдили дневну конзумацију хране код Lohmann Brown хибрида у кавезном начину гајења од 115 g, док је исти

параметар у начину држања са испустом износио 129 g. Конверзије хране су износиле 2,35, односно 2,83 kg хране/kg јаја. Lolli *et al.* (2013) су на Hy-Line Brown носиљама забележили следеће резултате за конверзију хране: 2,13 у кавезном, 2,20 у подном и 2,30 kg хране/kg јаја у систему гајења са испустом. Сличне резултате је објавио и Tiller (2001) - просечна конверзија хране у батеријском систему држања 2,00 а у систему са испустом 2,45 kg хране/kg јаја. Gerzilov *et al.* (2012) су на Isa Brown хибриду утврдили дневну конзумацију хране од 118,8 g код јединки гајених у конвенционалним кавезима, 121,1 g у обогаћеним и 120,7 g код јединки гајених на поду са дубоком простирком, док Thear (1997) наводи да исти хибрид у систему са испустом може дневно конзумирати више од 130 g потпуне хранљиве смеше. Danish Poultry Council (2004) је, проучавајући производњу конзумних јаја у Данској за период 1999-2003, утврдио дневну конзумацију хране органских кокоши од 131 g, а јединки из класичног система са испустом од 125 g. Просечне конверзије хране су за два посматрана система износиле 2,79 и 2,48 kg хране/kg јајне масе. Leenstra *et al.* (2014) наводе да је просечна конверзија хране, посматрајући све Холандске произвођаче јаја у сезони 2012/2013. износила 2,29 у органском, 2,22 у систему са испустом, 2,17 у подном и само 2 kg хране/kg јаја у кавезном систему гајења. Hegelund *et al.* (2007) су испитујући 18 јата различитих генотипова кокоши носиља у системима гајења са испустом, у периоду од 2000-2003. године, утврдили да се дневна конзумација хране кретала између 123 g и 156 g дневно по једној носиљи, са укупним просеком од 137 g. Просечна конверзија хране је износила 2,87 kg хране/kg јаја.

Веома неуједначени резултати које су објавили напред побројани истраживачи су условљени различитим менаџментом на фармама, различитом исхраном, квалитетом и површином испуста, а посебно климатским условима које је на испусту немогуће контролисати. Најбољи доказ за ово су резултати Talukder *et al.* (2010), који су код кавезно гајених Isa Brown јединки утврдили дневну конзумацију хране од 122 g на температури од 16 °C, а само 90 g на 35 °C.

Наравно, конзумација и конверзија хране изузетно зависе и од генотипа који се користи у производњи. Тако су Mostert *et al.* (1995) утврдили већу конзумацију хране код расе New Hampshire у односу на комерцијалне хибриде. Такође, New Hampshire јединке су имале и неповољнију конверзију хране у односу на хибриде – 3,19 у систему са испустом, а чак 3,49 kg хране/kg јаја у подном систему гајења. Просечна конверзија хране лаког линијског хибрида у овом истраживању износила

је 2,13 у подном, а 2,40 kg хране/kg јаја у систему са испустом. И Kucukyilmaz *et al.* (2012) су утврдили значајне разлике у конзумацији и конверзији хране код различитих генотипова у различитим системима гајења. Наиме, код конвенционално гајених јединки Lohmann LSL хибрида су утврдили дневну потрошњу хране од око 110 g, док је хибрид АТАК-S дневно просечно конзумирао око 114 g потпуне хранљиве смеше. Исти хибриди, само у условима органске производње, просечно су дневно конзумирали 127 g, односно 128 g. Када се овим подацима додају и подаци о носивости и просечној маси јаја, може се закључити: хибрид Lohmann LSL је имао конверзију хране од 1,87 а АТАК-S 2,23 kg хране/kg јајне масе у конвенционалном, док су у органском систему производње ови хибриди имали конверзију од 2,26 и 2,43 kg хране/kg јајне масе.

Морталитет. У конвенционалној производњи конзумних јаја утицај фактора спољне средине на производњу је веома мали, или га уопште нема, јер су сви параметри који могу утицати на успешност производње (исхрана, температура, влажност, светлосни режим) под контролом одгајивача (Rakonjac *et al.*, 2013). Такође, у овим системима гајења висок ниво биосигурности се релативно лако остварује (Dahl *et al.*, 2002). Насупрот томе, у алтернативним системима гајења живине могу се јавити проблеми са изазивачима болести и паразитима, јер постоји ближи контакт између живине и фекалија, паразита и дивљих птица као преносилаца болести (Thamsborg i Roepstorff, 2003). Knierim (2006) наводи да приступ испусту може повећати ризик у гајењу због могућности доласка у контакт живине са узрочницима инфекција, тежим постизањем задовољавајуће хигијене, могућим дисбалансима у исхрани и претњи предатора. И Sossidou *et al.* (2011) као главни узрок смртности у овим производним системима наводе већу изложеност болестима и паразитима када се јединке налазе напољу, а као посебан проблем наводе тзв. "missing mortality" изазвану нападима предатора. Неки од главних разлога због којих је живинарска производња уопште пресељена у затворене објекте су обољења, паразити и напади предатора (Fanatico, 2000). Овај проблем нарочито је актуелан последњих година када алтернативни системи гајења живине све више добијају на значају, а са друге стране и даље је велики број чинилаца који угрожавају и ограничавају ову производњу (вирус птичијег грипа, *Pasturella* и многи други паразити, разни предатори, кљуцање перја и канибализам...).

Када се посматра морталитет као битан параметар живинарске производње, морају се у обзир узети целокупни услови који владају у живинарнику и на испусту, јер многобројне појаве и недостаци могу изазвати угинуће јединки (Bogosavljević-Bošković *et al.*, 2012). На смртност носиља утиче већи број фактора, као што су услови у којима се врши рани узгој, управљање фармом током периода ношења и избор линија носиља (Weitzenburger *et al.*, 2005). У свим системима гајења могу се јавити и облици патолошког понашања јединки као што су кљуцање перја и канибализам, који се сматрају једним од најважнијих узрочника смртности кокоши носиља (Savory, 1995). Blokhuis *et al.* (2007), испитујући различите системе гајења кокоши носиља, наводе да је једна трећина морталитета била узрокована појавом кљуцања перја и канибализмом, док Weitzenburger *et al.* (2005) наводе да је чак 65,5% смртности кокоши носиља у различитио опремљеним кавезима била узрокована канибализмом. Sparks *et al.* (2008) су извршили анализу британских сертификованих произвођача органских кокоши носиља и утврдили да се годишњи морталитет кретао од испод 2% па до преко 7%. Већина произвођача је имала морталитет носиља мањи од 5%. Узроци смртности били су различити, од "гушења", "неспецифичних болести", "непознатог узрока" до "предаторства". Van de Weerd *et al.* (2009) наводе да је морталитет носиља у системима са испустом у Данској износио око 10%, а конкретно у органском систему у периоду од 2004-2005. 9,0% и 11,9% за тамне, а 8,6% и 6,8% за носиље беле боје перја. Oden *et al.* (2002) наводе да се морталитет носиља може смањити гајењем генотипова беле боје перја јер су оне мање склоне кљуцању перја и канибализму као главним узрочницима смртности. Међутим Van de Weerd *et al.* (2009) предлажу супротно, селекцију генотипова за систем производње са испустом који немају белу боју перја, па се теже уочавају од стране предатора као важних узрочника морталитета носиља.

Croxall i Elson (2007) су упоређивали морталитет у различитим системима гајења пратећи већи број фарми у Великој Британији, Холандији и Немачкој. Просечан укупни морталитет током периода ношења јаја износио је само 3% у кавезном систему гајења, а чак 14% у систему са слободним испустом. Leenstra *et al.* (2014), у својој анализи производње јаја у различитим системима гајења кокоши носиља јаја за конзум у Холандији, износе податак да је просечан морталитет код свих органских произвођача у земљи износио чак 20,9% у сезони 2009/2010, а само 7,7% у сезони 2012/2013. Посматрајући исте сезоне, морталитет је био 11,1% и 9% код подно, а 8,4% и 8,8% код конвенционално гајених јединки.

Mostert *et al.* (1995) су утврдили знатно већи морталитет код јединки гајених на поду и у систему гајења са испустом у односу на кавезно гајене јединке. Senčić i Butko (2007) су код Lohmann Brown носиља утврдили већи морталитет у систему са испустом (6,8%) у односу на кавезни систем (5,5%), док је Anderson (2010) утврдио већи морталитет у тзв. "free range" систему (28,4%) код Ну-Line Brown носиља, у односу на конвенционални систем гајења (8,9%).

И Gerzilov *et al.* (2012) су утврдили већи морталитет код подно гајених јединки Isa Brown хибрида (9,43%), у односу на оне гајене у обogaћеним (7,96%) и конвенционалним кавезима (5,35%). Fossum *et al.* (2009) наводе да је неопходно обратити више пажње на менаџмент и превентивне мере, као што су биосигурност и вакцинација да би се повећала сигурност у подном и системима који подразумевају коришћење испуста.

Са друге стране, неки истраживачи су утврдили мањи морталитет јединки у системима са испустом у односу на јединке гајене у неком од затворених система гајења. Они то објашњавају већом удобношћу и отпорношћу носиља који један део дана проводе на сунцу и чистом ваздуху. Ferrante *et al.* (2009) и Lolli *et al.* (2013) су код Ну-Line Brown хибрида забележили знатно мањи морталитет код јединки гајених на испусту (2,43%), у односу на јединке гајене на поду (4,24%). Mugnai *et al.* (2009) су код расе Ансопа утврдили мањи морталитет код органских (2,4%) и органских плус (1,8%) јединки у односу на конвенционално гајене јединке (4,15%). Да сами услови на фарми највише утичу на морталитет потврђују и Hegelund *et al.* (2006), који су истраживали 18 различитих органских фарми на којима је утврђен просечан морталитет од 22,5%, а распон се кретао од 8,6% па чак до 62,3%. Највећи део морталитета изазвала је *Pasturella* и напади предатора.

Од 90-их година 20. века, у Шведској се примењује поступак вредновања система гајења живине, у оквиру којег се степен морталитета користи као један од параметара за оцењивање нових система гајења живине (овде су обухваћени само системи без коришћења кавеза). Овај систем вредновања одређује "нормалну" смртност у веома општем смислу, а ако је смртност током пуног производног циклуса већа од 9%, она се сматра већом од граничне вредности одређене за здраву, комерцијалну и рентабилну живинарску производњу (Van de Weerd *et al.*, 2009).

2.2. Утицај система гајења на квалитет јаја

2.2.1. Спољашњи квалитет јаја

Маса јаја. На масу јаја утиче пре свега генотип носиље (Holt *et al.*, 2011). Такође, и носивост представља битан фактор који утиче на масу јаја, па Castellini *et al.* (2006) наводе износе податак да је укупна јајна маса у негативној корелацији са интензитетом носивости ($r = - 0,27$). Продуктивније јединке, зависно од групе и сезоне, носе лакша јаја. Од осталих фактора битни су и старост носиља (Rizzi i Chiericato 2005; Rizzi i Cassandro, 2009; Akyrek i Okur 2009; Škrbić *et al.*, 2011), и енергетска и нутритивне вредности хранива, а посебно ниво протеина (Krawczyk, 2009).

Јаја из система гајења са испустом су просечно веће масе од оних произведених на поду или у кавезу (Hughes *et al.*, 1985; Hidalgo *et al.*, 2008). Hughes *et al.* (1985) претпостављају да се разлике у маси између јаја произведених у систему гајења са испустом и оних произведених у конвенционалним кавезима јављају услед различите температуре спољашње средине. Plochberger (1989) је утврдио разлику у маси јаја између органски и конвенционално гајених јединки истог генотипа у корист органских (55,1 g : 51,9 g). Krawczyk (2009) је упоређивао три система гајења: органски, тзв. "дворишни" (мала јата носиља између 30 и 100 јединки која се хране пре свега зрнима житарица) и конвенционални, гајећи Greenleg Partridge - пољску аутохтону расу. Маса јаја је била под утицајем система гајења и била је највећа у органском (57,3 g), нешто мања у конвенционалном систему (56,5 g), а најмања у "дворишном" (54,1 g). Нешто другачије резултате на Ну-Line Brown носиљама су објавили Lolli *et al.* (2013). Наиме, и у овом истраживању просечна маса јаја је била већа у органском (63,9 g) него у кавезном систему гајења (62,9 g), док је у подном систему забележена највећа просечна маса јаја – чак 66 g. Senčić i Butko (2007) су утврдили већу масу јаја код Lohmann Brown хибрида у систему са испустом (62,40 g) у односу на кавезно држане јединке (60,50 g). Већу масу јаја добијених од носиља гајених на испусту (57,73 g) утврдили су и Kralik *et al.* (2013), упоређујући их са јајима из конвенционалних кавеза (55,05 g). Чак и код јаја из супермаркета за која се не наводи од којих генотипова потичу, Hidalgo *et al.* (2008) су утврдили већу масу код јаја из алтернативних система производње (кавезни : са испуста : подни : органски = 63,4 g : 66,7 g : 62,1 g : 64,9 g). Напред наведени резултати су у

сагласности са истраживањима још неких аутора која показују да коришћење испуста повећава масу јаја (Mostert *et al.*, 1995; Van Den Brand *et al.*, 2004; Krawczyk *et al.*, 2005; Rossi, 2007).

Са друге стране, неки аутори су код јединки гајених у системима које подразумевају испуст утврдили мању просечну масу јаја. Krawczyk (2009) ово објашњава чињеницом да се то дешава у оним случајевим када јединке не могу да задовоље своје потребе у протеинима на испусту. Тако су Ferrante *et al.* (2009) на Hy-Line Brown носиљама утврдили већу просечну масу јаја из подног система производње (65,49 g), у односу на органски добијена јаја (63,44 g). Minelli *et al.* (2007) су са истим хибридом добили значајне разлике у маси између кавезно произведених јаја (66,2 g) у односу на она органски произведена (64,4 g). И Đukić-Stojčić *et al.* (2009) су на Isa Brown хибриду утврдили већу масу јаја из кавезног система (66,74 g) у односу на подни са испустом (65,25 g) и класични систем са испустом (64,75 g), а Lewko i Gornowicz (2011) на четири различита генотипа у кавезном систему (61,06 g) у односу на систем гајења са испустом (57,93 g) и подни (56,35 g).

Сличне резултате су добили и Sekeroglu *et al.* (2008). Нека наша ранија истраживања (Rakonjac *et al.*, 2014c) на Isa Brown хибриду су показала да су јаја органски гајених јединки имају значајно мању просечну масу (62,50 g) у односу на подно (65,31 g) и кавезно гајење носиље (66,93 g). И Anderson (2010) је утврдио да кавезно гајене јединке производе значајно већи проценат јаја А класе (90,0% : 85,9%), док јединке гајене на испусту производе значајно већи проценат јаја Б класе (5,9% : 11,5%).

Samman *et al.* (2009) су на узорку јаја из супермаркета такође утврдили већу масу јаја из конвенционалне производње (61,70 g) у односу на органска (59,62 g) и омега-3 јаја (54,92 g), мада се ови резултати морају узети са резервом, јер није наведено који су генотипови кокоши испитивани, па су ове разлике могле бити и последица чињенице да су у различитим системима гајења коришћени различити генотипови.

Pištekova *et al.* (2006) су на Isa Brown носиљама утврдили већу масу јаја код јединки гајених на поду (62,02 g) у односу на кавезно гајене носиље (60,63 g). Резултате сличне овима, за исти хибрид, објавили су Englmaierova i Tumova (2009), које су утврдиле већу масу јаја код јединки гајених на поду (64,5 g) у поређењу са кавезно гајеним носиљама (63,3 g). И Dvorak *et al.* (2010) су на Isa Brown јединкама

утврдили већу масу јаја код подно гајењих носиља (61,17 g) у односу на јединке гајене у кавезу (59,60 g). Са друге стране, супротне резултате напред наведеним објавили су Yakubu *et al.* (2007), који су проучавајући Bovans Brown и Lohmann Brown утврдили значајно већу масу јаја код кавезно гајених јединки (53,4 g) у односу на оне гајене на поду (52,7 g). Сличне резултате објавили су и Suto *et al.* (1997).

Посматрајући резултате напред наведених истраживања, јасно је да систем гајења не мора имати пресудан утицај на масу јаја сам по себи, јер је утицај исхране доста важнији (Minneli *et al.*, 2007). Доказ за то су и резултати неких аутора који нису утврдили значајне разлике у маси јаја у различитим системима гајења. Тако Basmacioglu и Egrul (2005) нису нашли значајне разлике код Babcock-300 и Isa Brown носиља у кавезном и тзв. floor pen систему гајења, Rizzi *et al.* (2006) код Isa Brown конвенционално и јединки гајених на испусту; Wezyk *et al.* (2006) код Hy-Line Brown и Hy-Line White кокоши гајених на поду и у кавезу; Zemkova *et al.* (2007) код Isa Brown хибрида гајеног у кавезном систему, са обогаћеним кавезима, подном и систему са испустом; Mugnai *et al.* (2009) код Ансона носиља у конвенционалном, органском и органском плус; Anderson (2010) код Hy-Line Brown у кавезном и систему са испустом; Terčić *et al.* (2012) код Prelux-G у кавезном и органском систему; Radu-Rusu *et al.* (2012) код Lohmann Brown у кавезном и обогаћеном кавезном, и хибрида (Rhode Island x Sussex x Plymouth Rock) у систему са испустом; Kucukyilmaz *et al.* (2012) код Lohmann LSL и АТАК-S у кавезном и органском систему гајења; Golden *et al.* (2012) код Hy-Line Brown носиља у кавезном и систему гајења са испустом.

Индекс облика јаја. Индекс облика је особина јаја која представља однос његове ширине и дужине, изражен у процентима. Ова особина је битна са аспекта пројектовања производне опреме у објектима, као и дизајнирања амбалаже за паковање јаја (Mašić и Pavlovski, 1994). Исти аутори су на лакој линијском хибриду Isa Brown утврдили значајно мањи индекс облика код јединки гајених на испусту (75,53), у односу на подно (76,39) и батеријски гајене јединке (76,22). Такође, аутори закључују да индекс облика опада са старењем носиља, и то на сваке четири недеље у систему са испустом за 0,212 а код кавезно гајених носиља за 0,312. Да испуст поваћава издуженост јаја објавили су у свом истраживању и Kralik *et al.* (2013), који су утврдили већу вредност индекса облика код кавезно држаних јединки (78,17) у

односу на оне гајене у систему са испустом (74,57). Škrbić *et al.* (2011) су сагласно резултатима Mašića i Pavlovske (1994), код Lohmann Brown носиља у конвенционалном кавезном систему држања утврдили да се са старењем смањује вредност индекса облика јаја ($r = -0,15$). Са друге стране, у истом истраживању, код Банатског голошијана у систему држања са испустом, није доказана никаква промена индекса облика јаја како се повањавала старост носиља. Битно је истаћи да су јаја Банатског голошијана била знатно издуженија (73,17 у 24. недељи) у односу на Lohmann Brown (78,07 у истом периоду). И Radu-Rusu *et al.* (2012) су утврдили мању вредност индекса облика јаја (74,36) код јединки са испуста хибрида Rhode Island x Sussex x Plymouth Rock у односу на Lohmann Brown у кавезном систему гајења (77,03). Са закључцима већине горе наведених аутора су сагласни и Zita *et al.* (2009) и Ledvinka *et al.* (2012), који потврђују да на индекс облика јаја, осим система гајења, битно утичу и старост и генотип носиља.

Насупрот напред наведеним резултатима, Clerici *et al.* (2006), Hidalgo *et al.* (2008), Đukić-Stojčić *et al.* (2009), Krawczyk i Gornowicz (2010), Lewko i Gornowicz (2011), Terčić *et al.* (2012) и Ahhamed *et al.* (2014) нису утврдили значајан утицај система гајења на индекс облика јаја.

2.2.2. Унутрашњи квалитет јаја

Висина беланца. Висина беланца је особина која битно одређује квалитет јаја, што овај показатељ има већу вредност – јаје је квалитетније и свежије. Đukić-Stojčić *et al.* (2009) су испитујући Isa Brown хибрид у три различита система гајења: кавезном, подном са испустом и систему са испустом, закључили да је висина беланца била значајно већа код јаја у систему гајења са испустом (8,57 mm) у односу на подни систем са испустом (8,18 mm) и конвенционални - кавезни (7,96 mm). Kucukyilmaz *et al.* (2012) су код конвенционално гајених јединки Lohmann LSL хибрида утврдили висину беланца од 6,90 mm, а код органски гајених јединки 7,01 mm. Ове разлике нису биле статистички значајне. Са друге стране, код хибрида АТАК-S систем гајења је имао статистички значајан утицај на ову особину, тако да је висина беланца у органском систему износила 6,35 mm а код конвенционално гајених јединки 6,10 mm.

Са друге стране, Mašić i Pavlovski (1994) су на јајима Isa Brown хибрида утврдили значајно већу висину беланца код кавезно гајених јединки (7,00 mm), у

односу на јединке гајене на испусту (6,62 mm) и подно гајене носиље (6,41 mm). Разлике између две последње групе нису биле статистички значајне. Krawczyk (2009) је на јединкама Greenleg Partridge расе, држане у три различита система: подном, "дворишном" и органском - утврдио најмању висину беланца код органски гајених јединки (4,78 mm), нешто већу у тзв. дворишном (6,36 mm), а највећу у подном систему гајења (5,64 mm).

Поред система гајења, и старост носиља и генотип битно утичу на висину беланца. Тако су Škrbić *et al.* (2011) код кавезно гајених Lohmann Brown носиља у конвенционалном-кавезном систему држања утврдили смањење висине беланца са старењем носиља са 10,13 mm у 24. на 7,66 mm у 52. недељи живота. Са друге стране, јаја Банатског голошијана из система гајења са испустом су овај параметар држала на константном нивоу у току производње: 6,96 mm у 24. а 6,80 mm у 52. недељи живота.

Hidalgo *et al.* (2008), Lewko i Gornowicz (2011), Terčić *et al.* (2012) и Kralik *et al.* (2013) нису пронашли сигнификантан утицај система гајења кокоши носиља на висину беланца.

Хогове јединице. Хогове јединице су објективан параметар квалитета јаја, тј. беланца, и представљају логаритамску функцију висине беланца и масе јаја. Утврђено је да већи број фактора може утицати на вредност Хогових јединица: време и температура чувања јаја, генотип и старост носиља, исхрана (врста житарица, протеини хране, аминокиселински састав (садржај лизина, метионина...), неке болести (ИБ), садржај витамина Е и Ц, изложеност амонијаку у објекту, затим ензими хране, индуковано митарење, различити медикаменти (Roberts, 2004). Из овог се јасно види да сви ови набројани фактори преко система гајења могу имати значајан утицај на вредност Хогових јединица у јајима, па се зато често и јављају контрадикторни резултати код истраживача који су се бавили овом проблематиком. Castellini *et al.* (2006) су на јединкама White Leghorn гајеним у кавезном, органском и органском плус систему утврдили да је број Хогових јединица увек већи у органском плус систему, који је супериоран у односу на остала два посматрана система гајења. Као разлог овоме наводе вероватно мањи стрес у репродуктивном тракту код носиља из тзв. органског плус система. Mugnai *et al.* (2009) су, упоређујући исте системе гајења на Ансона носиљама, утврдили већи број Хогових јединица код јаја произведених у органском плус систему (92,4) у односу на органски (87,7) и

конвенционални (86,6), али само у јесењем периоду носивости, што су објаснили већим садржајем витамина Ц у јајима. И Đukić-Stojčić *et al.* (2009) су упоређујући кавезни, подни са испустом и класични систем са испустом на Isa Brown јединкама, утврдили да су јаја јединки гајених на класичном испусту имале већи број Хогових јединица (91,25) у односу на јединке са пода са испустом (89,36) и оне гајене у кавезу (87,08), а сличне закључке су изнели и Minelli *et al.* (2007) који су код јаја Ну-Line Brown хибрида у органском систему гајења утврдили знато више Хогових јединица (78,6) у односу на јаја кавезно држаних јединки (70,9). Krawczyk (2009) је у експерименту са Greenleg Partridge генотипом у три различита система гајења: органском, "дворишном" и конвенционалном, добио следећи однос Хогових јединица у јајима: 65,9 : 80,0 : 74,2. Ово је у сагласности са резултатима које су објавили Kosmidou *et al.* (2007) и Sekeroglu *et al.* (2008).

Међутим, Rossi (2007) је утврдио мање Хогових јединица у јајима кокоши гајених у систему органске производње у поређењу са јајима кавезно гајених јединки. Сличне резултате добили су и Hidalgo *et al.* (2008) који су утврдили највећи број Хогових јединица код јаја које су снеле јединке у кавезу (69,2), и на поду (67,6), док су јаја са испуста (66,2) и органска јаја (61,0) имала мањи број Хогових јединица. Rizzi *et al.* (2006) такође су утврдили више Хогових јединица у јајима кавезно држаних Isa Brown јединки, у поређењу са јајима јединки које су имале приступ испусту. И Trziszka *et al.* (2007) су утврдили знатно већи број Хогових јединица у јајима Lohmann Brown носиља гајених на поду (95) и у кавезима (83), у односу на јаја јединки које су имале приступ испусту (75). Такође, и Goldman *et al.* (2012) су на јајима Ну-Line Brown хибрида утврдили већи број Хогових јединица код кавезно држаних јединки (88,7), у односу на јединке са испуста (83,4), као и Kralik *et al.* (2013) – 88,78 : 84,51.

Насупрот свим напред побројаним истраживачима, Mostert *et al.* (1995) нису нашли значајну разлику у садржају Хогових јединица у јајима кавезно, подно и јединки гајених на испусту; Barbosa Filho *et al.* (2005) између подно и кавезно држаних јединки; Lewko i Gornowicz (2011) између кавезно, подно и јединки гајених на испусту, Kucukyilmaz *et al.* (2012) између конвенционално и органски гајених Lohmann LSL носиља, а Terčić *et al.* (2012) између кавезно и органски гајених Prelux-G јединки.

Боја жуманца и садржај каротеноида. Каротеноиди су природни пигменти жуманца јаја. Они дају жуту боју, која може варирати од бледо жуте до скоро

норанцасте. Каротеноиди иначе представљају мање од 1% укупних липида жуманца јаја. Најзначајнији каротеноиди су каротен и ксантофили (лутеин, криптоксантин и зеаксантин). Укупна концентрација лутеина и зеаксантина је 10 пута већа него криптоксантина и каротина, гледајући заједно (Shenstone, 1968). Ксантофил, лутеин и зеаксантин привлаче доста пажње научника, јер се претпоставља да повећано уношење ових супстанци може превенирати појаву старачке дегенерације рожњаче (AMD) и формирање катаракте (Schlatter i Breithaupt, 2006). Економски, боја жуманца је важна јер она представља један од битнијих критеријума квалитета јаја (Mat *et al.*, 2011). Боја жуманца се обично мери Рошовом скалом. Тамнија боја представља пожељну особину код потрошача. У Аустралији, најпожељнија боја жуманца је око 11 мерено овом скалом (Roberts, 2004), док немачки потрошачи сматрају да је идеална боја жуманца са оценом између 12 и 14 Роша (Kralik *et al.*, 2013).

Castellini *et al.* (2006) су, упоређујући органски, органски плус и конвенционални систем гајења на White Leghorn хибриду, закључили да је обојеност жуманца позитивно условљена конзумацијом хране са испуста. Наиме, највећу вредност на Рошовој скали имала су јаја из органског плус система (10,6) у односу на конвенционална (9,6), док су Mugnai *et al.* (2009) у сличном огледу са Ансона носиљама такође утврдили већи интензитет обојености жуманца органских плус јаја (11,2) у односу на контролну и органски групу (9,7). И Senčić i Butko (2007) су утврдили 12 Роша код жуманца јаја јединки гајених на испусту, а 10 у кавезном систему, Van den Brand *et al.* (2004) су утврдили однос 11 : 9,3, а Kralik *et al.* (2013) 11,85 : 11,20 у корист јединки са испуста. У својим истраживањима и Ruth *et al.* (2011) су утврдили значајно већу концентрацију лутеина, зеаксантина и сигнификантно мању концентрацију катаксантина која детерминише органска у поређењу са конвенционално произведеним јајима. Такође, Karadas *et al.* (2005), Horsted *et al.* (2006), Anderson (2010) и Dvorak *et al.* (2010) су доказали у својим студијама да јаја органски и кокоши носиља гајених на испусту, имају већи садржај каротеноида у жуманцу у поређењу са конвенционално гајеним јединкама. То је из разлога јер овако гајене кокоши носиље имају приступ трави и другим материјама богатим овим пигментом. Разлике у садржају β -каротина који утиче на обојеност жуманца између носиља са испуста и конвенционално гајених јединки могу бити и драстичне: седам пута (Long i Alterman, 2007), или чак осам пута (<http://www.motherearthnews.com/eggs.aspx>). Pišteková *et al.* (2006) су утврдили нешто

интензивније обојено жуманце код носиља гајених на поду (6,68 Роша) у односу на кавезно гајене јединке (6,43 Роша). Разлике у садржају каротеноида могу представљати и разлог због чега су јединке гајене на испусту отпорније у односу на оне гајене у затвореним објектима, јер повећан садржај ових материја, између осталог, подстиче бољи имуни одговор организма (Moller *et al.*, 2000).

Са друге стране, слабију обојеност жумаца код јединки гајених у органском систему производње утврдили су Minelli *et al.* (2007) и Kucukyilmaz *et al.* (2012). Они то објашњавају тиме да комерцијалне смеше обично садрже вештачке пигменте, док се они не могу додавати у органске смеше. Ако органски гајеним јединкама биљна вегетација из неког разлога није доступна, онда не постоји могућност додатног бојења, па таква јаја често имају блеђу боју жуманца у односу на конвенционално гајене јединке. Сличне резултате су објавили и Terđić *et al.* (2012). Наиме, они су код јаја кавезно гајених јединки Prelux-G утврдили 13,11 Роша, док је код су органска јаја имала само 11,13 Роша. И Krawczyk i Gornowicz (2010) су на Messa 45 хибриду у периоду од 52-56. недеље живота утврдили интензивнију обојеност жуманца (10,6 Роша) код подно гајених јединки, у односу на јединке гајене у систему са испустом (9,7).

Насупрот овим ауторима, Ferrante *et al.* (2008), Đukić-Stojčić *et al.* (2009) и Krawczyk (2009) наводе да у њиховим истраживањима боја жуманца није била под утицајем система гајења, вероватно зато што разлика у садржају каротеноида у храни у посматраним системима гајења кокоши носиља није била довољно велика да би се то одразило на обојеност жуманца.

И старост носиља може имати значајан утицај на обојеност жуманца. Тако су Rizzi i Chiericato (2005a) на четири различита генотипа (Hy Line Brown, Hy Line White, Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo) у органском систему гајења утврдили да се са старошћу носиља повећала обојеност жуманца за 2 до 3 јединице по Рошу за све испитиване генотипове. И Škrbić *et al.* (2011) наводе да Банатски голошијан у систему гајења са испустом и Lohmann Brown у кавезном систему гајења са повећањем старости носе јаја интензивније обојености жуманца, што је у сагласности и са резултатима које су објавили и Van den Brand *et al.* (2004).

Удео основних делова јаја. И код удела основних компоненти јаја: жуманца, беланца и љуске, постоје одређене варијације које могу настати под утицајем различитих система гајења. Јаја са већим уделом беланца се могу сматрати

пожељнија са аспекта потрошача конзумних јаја јер имају мањи садржај холестерола. Са друге стране, већи проценат жуманца је пожељан са становишта прехранбене индустрије, јер је жуманце битан састојак многих производа (Suk i Park, 2001).

Hidalgo *et al.* (2007) су упоређивали јаја из супермаркета која су потицала из различитих система гајења: (конвенционални кавезни, систем гајења са испустом, подни и органски) и утврдили да се проценат љуске значајно разликовао између поређених система - 11,0% : 10,2% : 10,8% : 10,2%, мала разлика била је у проценту беланца - 64,2% : 65,4% : 63,9% : 65,3%, док се проценат жуманца није разликовао. И Pišteková *et al.* (2006) су нашли мање разлике у уделу беланца и љуске јаја код Isa Brown носиља гајених у кавезу и на поду са дубоком простирком, а садржај жуманца није се разликовао. Kouba (2003) наводи да органска јаја имају већи удео жуманца (35%) у односу на јаја конвенционално гајених јединки (33,8%), а мањи удео беланца (54,6% : 55,7%). Ове разлике су биле статистички значајне, док разлика у уделу љуске није било – 10,4%. И Kralik *et al.* (2013) су утврдили већу масу жуманца код јединки гајених на испусту у поређењу са оним кавезно гајеним, док се масе беланца и љуске нису статистички значајно разликовале.

Basmacioglu i Ergul (2005) су на Babcock-300 и Isa Brown носиљама утврдили просечно значајно већи удео жуманца у јајима јединки гајених у кавезу (25,08%) у односу на тзв. "floor pens" носиље (24,16%), док је код кавезно гајених јединки био мањи удео беланца у јајима 65,07% : 65,91% и љуске 9,89% : 9,94%. Мањи удео жуманца може бити условљен недостатком неких битних хранљивих материја, пре свега метионина (Shafer *et al.*, 1996). На ово се посебно мора обратити пажња код органске производње јаја, имајући у виду да је метионин прва лимитирајућа аминокиселина у оброцима за органске кокоши носиље (Hancock *et al.*, 2003; Zollitsh *et al.*, 2004). Хранидбене дефиците приликом исхране органских кокоши носиља оброцима са ниским нивоом метионина потврдили су у својим истраживањима и Elwinger *et al.* (2002).

Cherian *et al.* (2002) су утврдили разлику у односу између основних састојака јаја, анализирајући 6 врста јаја: "јаја добијена од јединки храњених животињским мастима са високим садржајем омега-3 масних киселина" (СП1), "браон јаја са испуста" (СП2), "не-кавезна, јаја без третмана медикаментима" (СП3), "јаја из кавеза од јединки храњених искључиво биљном храном," (СП4) и "јаја од јединки које се не

гаје у кавезу, хранене храном без хормона и осталих стимулатора пораста” (СП5). Обична јаја беле боје љуске су коришћена као контрола

Жуманце (%) - Контрола: СП1 : СП2 : СП3 : СП4 : СП5 = 30,2 : 29,7 : 25,9 : 33,4 : 25,6 : 29,8.

Беланце (%) - Контрола: СП1 : СП2 : СП3 : СП4 : СП5 = 59,6 : 59,4 : 63,7 : 56,3 : 64,5 : 60,7.

Љуска (%) - Контрола: СП1 : СП2 : СП3 : СП4 : СП5 = 10,1 : 10,8 : 10,3 : 10,2 : 9,9 : 9,5.

Жуманце : Беланце (%) - Контрола: СП1 : СП2 : СП3 : СП4 : СП5 = 50,6 : 50,0 : 40,6 : 59,0 : 39,6 : 49,0.

Lewko i Gornowicz (2011) нису утврдили значајне разлике у садржају беланца и жуманца, док је значајно већи удео љуске био код јединки гајених на испусту (9,93%) у односу на јединке гајене у подном систему гајења (8,77%). Јаја јединки из кавезног система су имала интермедијарну вредност овог параметра у односу на претходна два (9,03%) од којих се нису статистички значајно разликовала.

Са друге стране, Senčić i Butko (2007) и Krawczyk (2009) нису утврдили значајне разлике у уделу основних делова јаја кокоши гајених на испусту и без њега.

Kucukyilmaz *et al.* (2012) су утврдили већи удео жуманца (27,29%) и љуске (10,58%) код LSL Lohmann органских јаја у поређењу са јајима једниги гајених у кавезу (26,73% односно 10,36%), док је проценат беланца био мањи код органских јаја (62,56%) него у конвенционалним кавезима (63,39%). Исти експеримент је показао да није било значајне разлике у односу главних делова јаја између органски и кавезно гајених јединки хибрида АТАК-S, што показује да интеракција система гајења и генотипа може имати утицаја на ову особину. Такође, између испитиваних генотипова у оба система гајења се јавила статистички значајна разлика у садржају љуске, док се садржај беланца разликовао само у органском систему гајења. Није било значајних разлика у садржају жуманца између испитиваних генотипова. И Svobodova *et al.* (2014) су утврдили значајну интеракцију система гајења и генотипа на удео беланца и жуманца у јајима.

Поред генотипа и система гајења, и други фактори могу значајно утицати на ову особину, пре свега старост носилца, што су у свом експерименту недвосмислено доказали Rizzi i Chiericato (2005a) који су на сва четири испитана генотипа: Ну Line Brown - HLB, Ну Line White – HLW, Robusta Maculata – RM и Ermellinata of Rovigo – ER у органском систему производње утврдили да се од 30. до 42. недеље носивости

значајно повећава удео жуманца, а смањује удео беланца. Старост носиља имала је утицај на проценат љуске само код HLB и ER генотипа. Аутохтоне расе, Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo су имале већи садржај жуманца и мањи садржај беланца у јајима у односу на комерцијалне линијске хибриде Hy Line Brown и Hy Line White.

Жуманце (%) HLB 30. нед. : 42. нед. = 23,26 : 25,23; HLW 30. нед. : 42. нед. = 24,47 : 27,13;

RM 30. нед. : 42. нед. = 26,33 : 29,77; ER 30. нед. : 42. нед. = 27,91 : 31,40.

Беланце (%) HLB 30. нед. : 42. нед. = 65,22 : 64,30; HLW 30. нед. : 42. нед. = 65,22 : 62,55;

RM 30. нед. : 42. нед. = 62,85 : 58,90; ER 30. нед. : 42. нед. = 62,00 : 59,10.

Љуска (%) HLB 30. нед. : 42. нед. = 11,42 : 10,47; HLW 30. нед. : 42. нед. = 10,31 : 10,32;

RM 30. нед. : 42. нед. = 10,82 : 11,30; ER 30. нед. : 42. нед. = 10,08 : 9,50.

И Suk i Park (2001) су показали пресудан утицај генотипа и старости носиља на удео беланца и жуманца. Наиме они су код KNC корејске аутохтоне расе утврдили 6,07% више жуманца, а 5,38% мање беланца у односу на јаја Isa Brown хибрида, а код оба генотипа утврђен је већи садржај жуманца у јајима 80-недељних јединки у односу на јаја 45-недељних носиља. Резултате сагласне овима, да генотип и старост носиља, као и њихова интеракција, пресудно утичу на однос основних делова јаја наводе и Ledvinka *et al.* (2012), као и Krawczyk i Gornowicz (2010) који су утврдили значајан утицај система гајења на удео основних делова јаја у периоду 52-56. недеља старости, док тих разлика није било у периоду 32-36. недеља.

2.2.3. Квалитет љуске

Дебљина, деформација и сила лома љуске. Roberts (2004) наводи да на квалитет љуске утиче више фактора: генотип, старост носиља, митарење, исхрана, стрес, нека обољења, климатски чиниоци, начин гајења. Bell *et al.* (2002) сматрају да се квалитет љуске смањује са старашћу носиља. Наиме, са старењем носиља повећава се маса јаја и маса љуске, али не пропорционално, већ се удео љуске смањује, што доводи до смањења дебљине љуске и силе лома, па и Kocevski *et al.* (2011) наводе да постоји значајна негативна корелација ($r = -0,175$) између масе јаја и силе лома љуске. Супротан закључак наводе Zita *et al.* (2009), који су на Isa Brown

хибриду утврдили да се дебљина љуске јаја и сила лома повећавају са старењем носилца. Објашњење ових контрадикторних резултата може се потражити у истраживању Škrbić *et al.* (2011), који су утврдили да се деформација љуске код Lohmann Brown хибрида није повећавала са старењем носилца, док је тај параметар био знатно условљен старошћу код Банатског голошијана ($r = 0,21$). Са друге стране, јаја голошијана су током времена држала на константном нивоу дебљину љуске и силу лома, док су ови параметри код Lohmann Browna били под утицајем старења носилца. Наиме, са старењем Lohmann Brown јединки повећавала се маса љуске ($r = 0,26$), а смањивала сила лома ($r = - 0,20$). Ови подаци нису међусобно контрадикторни јер и ако се повећавала дебљина, структура љуске је слабила па отуда и мања сила лома. Rodriguez-Navaro *et al.* (2002) ово објашњавају тиме да се љуска јаја старијих носилца састоји од већих кристала у односу на љуску млађих носилца. Осим тога кристали у љусци старијих носилца су неправилно орјентисани и са неправилним облицима, па све то заједно узрокује да старије носилце носе јаја слабијег квалитета љуске. Занимљиве закључке износе и Van den Brand *et al.* (2004), који, и ако нису пронашли значајну разлику у дебљини љуске јаја између јединки гајених на испусту и оних гајених у конвенционалним кавезима, су утврдили да квалитет љуске код јаја јединки гајених у кавезима са старењем опада, док се код јединки са испуста задржава на почетном нивоу или чак расте. Krawczyk i Gornowicz (2010) на пољском хибриду Messa 45 нису утврдили разлику у дебљини љуске јаја између подно и јединки гајених на испусту ни у једном од два испитивана периода: од 32-36. и 52-56 недеље старости. Међутим, у периоду од 32-36. недеље, јаја јединки са пода су имале већу силу лома (30,6 N) у односу на јаја јединки са испуста (26,6 N), док већ у периоду од 52-56. недеље разлика није било. Са друге стране, Ahammed *et al.* (2014) су, упоређујући конвенционални-кавезни, подни и авијарни систем гајења на Lohmman Brown јединкама, утврдили да се у периоду од 21-40. недеље старости носилца дебљина љуске јаја не разликује између посматраних система, док су већу силу лома имала јаја из авијарног система ($3,89 \text{ kg/cm}^2$) и од подно ($3,12 \text{ kg/cm}^2$), од и кавезно произведених јаја ($2,95 \text{ kg/cm}^2$). Међутим, ако се посматра период од 41-60. недеље старости носилца, јаја из авијарног (0,42 mm) и подног система гајења (0,41 mm) су имала значајно дебљу љуску у односу на јаја кавезно јединки (0,37 mm). Интересантно, у овом случају није било значајне разлике у сили лома љуске јаја.

На разлику у дебљини и сили лома љуске у различитим системима гајења значајно могу да утичу и високе дневне температуре, које је у алтернативним системима немогуће контролисати. Pereira (1991) наводи да је разлог за ово смањење рН вредности крвног серума, а самим тим и количина доступних хидроген-карбонат јона (HCO_3) за формирање љуске јаја. И Castellini *et al.* (2006) су испитујући White Leghorn хибрид у три система гајења: кавезном, органском и оргнском плус дошли до закључка да дебљина љуске јаја опада са повећањем спољашње температуре и да је најтања у летњем периоду. Укупно посматрано, јаја јединки из органског плус система су имале просечно дебљу љуску (0,40 mm) у односу на јаја конвенционало-кавезно гајених носиља (0,38 mm). Bar *et al.* (1999) дебљу љуску јаја јединки са испуста објашњавају конзумирањем ситних каменчића за земље као и већој синтези витамина Д код носиља које већи део дана проводе изложене директној сунчевој светлости. Leyendecker *et al.* (2005) наводе да јаја јединки гајених на испусту имају дебљу љуску од оних гајених у авијарном и конвенционалном кавезном систему. И Rizzi *et al.* (2006) су на јајима јединки Isa Brown хибрида утврдили већу дебљину љуске код јединки са испуста (0,385 mm) у односу на јаја јединки гајених у кавезу (0,322 mm). Аутори ово објашњавају већом изложеношћу сунцу и кретањем који су условили бржи метаболизам калцијума и фосфора па самим тим и дебљу љуску. Golden *et al.* (2012) су на јединкама Ну-Line Brown хибрида утврдили већу силу лома љуске јаја код јединки гајених на испусту ($4,4 \text{ kg/cm}^2$) у односу на кавезно гајене јединке ($4,1 \text{ kg/cm}^2$) и сматрају да су ове разлике настале због веће могућности конзумирања калцијума са земље и копрофагије. Lolli *et al.* (2013) су на Ну-Line Brown носиљама утврдили највећу дебљину љуске јаја у органском систему гајења (0,476 mm), нешто мању у кавезном (0,463 mm) а најмању у подном (0,456 mm). Самим тим и силе лома су имале исти редослед: 40,1 : 37,8 : 35,1 N. Занимљиво је да је деформација била идентична у сва три посматрана система – 0,27 mm. Већу дебљину љуске у систему са испустом (0,36 mm), у односу на кавезни систем (0,34 mm), утврдили су и Senčić i Butko (2006), као и Lewko i Gornowicz (2011) на четири испитна генотипа - у систему гајења са испустом дебљина љуске је износила 0,360 mm, у кавезном 0,334 mm, а најмања је била у подном систему гајења - 0,318 mm. Редослед деформације љуске посматрана три система гајења је био: систем са испустом 0,0200 mm, кавезни 0,0233 mm а подни 0,0273 mm.

Hidalgo *et al.* (2008) су на узорцима јаја из супермаркета који потичу из четири различита система гајења: кавезног, подног, са испустом и органског,

утврдили следеће - јаја из кавезног система гајења су имала најтању љуску (0,41 mm), љуска органских јаја је била нешто дебља (0,48 mm), док су јаја са пода и из система гајења са испустом имала најдебљу љуску (0,50 mm). Са друге стране, јаја из кавеза су имала и највећу деформацију (0,31 mm), док се јаја из осталих посматраних система гајења нису разликовала у овој особини (0,27 mm). Није било значајне разлике у сили лома између посматраних система.

Резултате супротне овима износе Mertens *et al.* (2006), који су упоређујући конвенционални-кавезни, обogaћени кавезни, авијарни и систем држања са испустом утврдили најмању јачину љуске у систему са испустом. И Krawczyk (2009) је на јајима јединки расе Greenleg Partridge држане у три различита система: подном, дворишном и органском, утврдио да је љуска "дворишно" (0,320 mm) и органски гајених јединки (0,308 mm) била значајно тања од љуске јаја које су снеле кокоши носиље гајене на поду (0,338 mm). Самим тим, и сила лома јаја је била највећа код ове групе (30,17 N), у односу на "дворишно" (26,51N) и органски гајене јединке (20,57 N). Minelli *et al.* (2007) су на Ну-Line Brown носиљама утврдили већу силу лома љуске јаја код кавезно држаних јединки (3,265 kg) у односу на органске кокоши носиље (3,135 kg), док Kralik *et al.* (2013), и ако су утврдили да је дебљина љуске јаја већа код кавезно гајених јединки (0,436 mm) у односу на јединке са испуста (0,396 mm), нису пронашли значајне разлике у сили лома између посматраних система гајења. И Radu-Rusu *et al.* (2012) су утврдили тању љуску јаја (0,34 mm) код јединки са испуста хибрида Rhode Island x Sussex x Plymouth Rock у односу на Lohmann Brown у кавезном систему гајења (0,38 mm).

Разлику у квалитету љуске између појединих система гајења могу условити и различити генотипови који се користе у производњи, јер су особине квалитета љуске и под битним утицајем наследних фактора. Тако Mostert *et al.* (1995) су утврдили значајно мању дебљину љуске јаја код расе New Hampshire у односу на јаја комерцијалних хибрида гајених у конвенционалном, подном и систему држања са испустом. Битно је напоменути да није било разлике у дебљине љуске јаја између посматраних система гајења. Сличне резултате износе и Kucukyilmaz *et al.* (2012) који такође нису утврдили значајну разлику у дебљини љуске јаја јединки гајених у конвенционалном и органском систему производње код два посматрана хибрида: Lohmann LSL и АТАК- S. Са друге стране, ова особина се значајно разликовала међу посматраним генотиповима - Lohmann LSL је за око 0,02 mm имао дебљу љуску од АТАК-S хибрида у оба посматрана система гајења. Исти случај је био и са особином

сила лома љуске, где је такође Lohmann LSL показао супериорност у односу на АТАК-S. И Đukić-Stojčić *et al.* (2012) су, у три различита кавезна система гајења, утврдили статистички значајно знатно већу дебљину и силу лома љуске Hisex White хибрида у односу на HyLine Brown, док је систем гајења имао утицај само на дебљину љуске. Важан утицај генотипа на ове особине у различитим системима гајења износе и Rizzi i Cassandro (2009) који су упоређивали два хибрида (Hy Line Brown - HLB, Hy Line White – HLW) и две аутохтоне италијанске расе (Robusta Maculata – RM и Ermellinata of Rovigo – ER) у органском систему производње. Утврдили су да је само HLB показао константну дебљину љуске током испитиваног периода од 30. до 42. недеље живота. И Ledvinka *al.* (2012) су на Isa Brown, Hisex Brown и Moravia BSL генотипу, у подном и кавезном систему држања, на јајима снешеним у периоду 20-24, 38-42. и 56-60. недеље, утврдили статистички значајан утицај система гајења, генотипа, старости носилца и интеракције поменутих фактора на дебљину и силу лома љуске.

Са друге стране, један број аутора није утврдио утицај система гајења на квалитет љуске јаја. Pistekova *et al.* (2006) нису пронашли разлике у сили лома јаја између подно и кавезно гајених јединки Isa Brown хибрида; Mugnai *et al.* (2009) у дебљини љуске јаја Ancona расе гајене у кавезном, органском и органском плус систему; Đukić-Stojčić *et al.* (2009) на Isa Brown хибриду у кавезном, подном са испустом и класичном систему са испустом у дебљини љуске јаја и сили лома, а Terčić *et al.* (2012) у дебљини љуске јаја код Prelux-G јединки гајених у кавезном и органском систему производње. Clerici *et al.* (2006) су упоређивали квалитет љуске јаја три различита хибрида (Isa Brown, Lohmann Brown, Hy-Line Brown) који носе јаја обојене љуске у четири различита система гајења (кавезни, подни, са испустом и органски). Најдебљу љуску су имала јаја које су снеле кокоши носилце у подном систему (приближно 0,50 mm) док су јаја из осталих група била са нешто тањом љуском (око 0,46 mm) и међусобно се нису разликовала. Са друге стране, јаја из подног начина држања су имала и највећи степен деформације, тако да се сила лома није разликовала ни у једном од посматраних система гајења. Исти аутори закључују да неки фактори у менаџменту фарме (као што је исхрана) изгледа имају већи утицај на квалитет љуске у односу на сам систем гајења. И Holt *et al.* (2011) наводе да систем гајења има варијабилан утицај на квалитет љуске јаја и да нема јасних показатеља који систем гајења обезбеђује најбољи квалитет љуске.

Боја и чистоћа љуске. Боја љуске јаја је примарно дефинисана генотипом, тако да кокоши беле боје перја носе јаја беле боје љуске, док носиље браон боје перја носе јаја различитих нијанси браон боје љуске (Gerber, 2006). Боја љуске је пре свега битна због навике купаца у појединим државама да купују јаја одређене боје љуске, а боја љуске сама по себи не узрокује разлике у укусу и нутритивним својствима јаја (Науирли *et al.*, 2015). Ishibashi i Yonemochy (2003) износе податак да у Јапану чак 70% потрошача сматра да су јаја браон боје љуске пожељнија, хранљивија и укуснија у односу на јаја беле боје љуске, а Нооге (2007) наводи да јаја браон боје љуске заузимају 80% тржишта Кине и Јужне Кореје. Аугун (2014) истиче да потрошачи у Великој Британији, Италији, Ирској и Португалији купују искључиво јаја браон боје љуске, док се у Немачкој, Холандији и Шпанији подједнако користе јаја беле и браон боје љуске.

Rizzi *et al.* (2006) наводе да боја љуске, и ако је високо наследна особина, може бити и под утицајем катаболизма и анаболизма неколико једињења; код јединки гајених на испусту проценат рефлексије код снешених јаја је нижи, па то условљава и тамније обојену љуску, што су ови истраживачи и доказали у свом експерименту. Такође и Krawczyk (2009) је на јајима јединки Greenleg Partridge расе држане у три различита система гајења: подном, "дворишном" и органском утврдио да љуска јаја код обе групе које су користиле испуст има знатно тамнију боју од љуске јаја подно држаних јединки.

Друга битна особина која утиче на обојеност љуске је старост носиља, што Odabasi *et al.* (2007) објашњавају тиме да се са старењем повећава маса јаја док количина пигмента љуске остаје на истом нивоу, или чак опада (Butcher i Miles, 2003). Тако Krawczyk i Gornowicz (2010) на хибриду Messa 45 нису утврдили разлику у боји љуске између подно гајених и јединки са испуста у периоду од 32-36. недеље, док се са старењем носиља (52-56. недеља) та разлика јавила, и јединке са испуста су носиле јаја са светлијом бојом љуске. И Škrbić *et al.* (2011) наводе да се интензитет боје љуске јаја код Lohmann Brown хибрида у конвенционалном систему држања са старењем смањује, тако да је коефицијент корелације између старости и обојености љуске у 24. и 52. недељи живота износио - 0,15. Изблеђивање љуске је још више изражено код Банатског голошијана у систему са испустом, па овај параметар има вредност од - 0,31. И Zita *et al.* (2009) су на Isa Brown хибриду утврдили изблеђивање љуске са старењем носиља, као и Ledvinka *al.* (2012), који су на Isa Brown, Hisex Brown и Moravia BSL генотипу, у подном и кавезном систему држања,

утврдили да се интензитет боје љуске са старење носиља повећавао. Осим старости носиља, и систем гајења и генотип, као и интеракција свих ових фактора су имали значајан утицај на ову особину.

Са друге стране, Терчић *et al.* (2012) нису утврдили разлику у боји љуске код Prelux-G јединки гајених у кавезном и органском систему производње, а Ahammed *et al.* (2014) код Lohmann Brown кокоши носиља гајених у кавезима, авијарно и на поду. И Ђukić-Stojčić *et al.* (2009) су испитујући Isa Brown хибрид у три различита система гајења: кавезном, подном са испустом и класичном систему са испустом закључили да боја љуске јаја није била под утицајем система гајења.

Већина јаја када се снесе је чисто, а њихово прљање се дешава касније, најчешће фецесом или прљавом простирком из гнезда. На чистоћу љуске могу утицати и болести које изазивају дијареју, као и крвави трагови изазвани неадекватним одгојем и прераним проношењем кокоши носиља (Gerber, 2006).

Ђukić-Stojčić *et al.* (2009) у свом истраживању наводе да су јаја из кавезног система производње чистија (оцена 4,75) у односу на јаја из подног система са испустом (3,89) и класичног система са испустом (4,04). Ови истраживачи даље наводе и да чистоћа љуске код система гајења са испустом је условљена спољашњим чиниоцима, процентом јаја која су снешена ван гнезда и организацијом посла на фарми (учесталост сакупљања јаја и чистоћом гнезда). Истраживања Ђukić-Stojčić *et al.* (2012), са два различита генотипа (Hisex White и HyLine Brown) у три система гајења са кавезом, показују да, осим система гајења, на чистоћу љуске значајан утицај има и интеракција систем гајења x генотип. Ferrante *et al.* (2009) су код Hy-Line носиља у органском систему утврдили чак 78% јаја која се могу окарактерисати као прљава или врло прљава, док је тај проценат код подно гајених јединки износио мање од 45%. Angeličova *et al.* (2014) нису утврдили значајну разлику у чистоћи љуске између јаја снешених у кавезном и систему гајења са испустом.

2.3. Хемијски састав јаја

Садржај суве материје. Tolan *et al.* (1974) су упоређујући конвенционални, подни и систем гајења са испустом утврдили следеће проценте суве материје у јајима: конвенционални 25,3%, подни 24,9% и систем са испустом - 25,4%. Matt *et al.* (2009) су утврдили већи садржај суве материје у јајима конвенционално гајених јединки (23,15%) у односу на органски гајене носиље (22,60%), а Radu-Rusu *et al.*

(2014) код кавезно гајеног Lohmann Brown хибрида (25%) у односу на јединке гајене на поду (24,2%). Супротно овом, Nistor *et al.* (2014) су утврдили већи садржај суве материје у јајима Lohmann Brown јединки гајених на испусту (23,37%), у односу на кавезно гајене носиље (22,97%), као и Bologa *et al.* (2013), који су на истом хибриду утврдили значајно већи садржај суве материје у јајима јединки из органске производње (23,90%), у односу на конвенционално гајене кокоши (23,00%).

Са друге стране, Hidalgo *et al.* (2008) нису нашли на разлику у садржају суве материје јаја код четири посматрана система гајења: кавезном, подном, са испустом и органском, као ни Minelli *et al.* (2007) између кавезно и органски гајених носиља Ну-Line Brown хибрида. Такође, ни Pavlovski *et al.* (2011a) нису утврдили разлику у садржају суве материје јаја Ну-Line носиља гајених у кавезном (22,94%) и систему са испустом (23,04%). Битно је истаћи да је други испитивани генотип у овом експерименту, Банатски голошијан у систему гајења са испустом, имао знатно већи садржај суве материје у јајима (25,59%), што показује да и генотип битно утиче на вредност овог параметра. Да генотип може имати битан утицај на садржај суве материје у јајима потврђују и резултати Dziadek *et al.* (2003), који су на девет различитих комерцијалних линија носиља утврдили статистички значајне разлике између поједних хибрида у садржају суве материје у јајима.

Садржај пепела. Кокошија јаја су изванредан извор витамина и минерала, посебно фосфора и гвожђа (Nys i Sauveur, 2004). Tolan *et al.* (1974) су упоређујући конвенционални, подни и систем гајења са испустом утврдили следеће проценте пепела у јајима: конвенционални (0,93%), подни (0,91%), са испустом (0,92%). Rizzi *et al.* (2006) на јединкама Isa Brown хибрида нису утврдили значајну разлику у садржају пепела у јајима између кавезно и јединки гајених на испусту, Minelli *et al.* (2007) између кавезно и органски гајених носиља Ну-Line Brown хибрида, Radu-Rusu *et al.* (2014) између кавезно и подно гајеног, Bologa *et al.* (2013) између органски и кавезно гајеног а Nistor *et al.* (2014) између кавезно и јединки гајених на испусту Lohmann Brown хибрида.

Са друге стране Zhu *et al.* (2015) су утврдили разлику у садржају већине минералних елемената (Ca, Cu, Zn, Se, Mn, Pb) у јајима конвенционално и јединки гајених на испусту. Такође и Pavlovski *et al.* (2011a) су на јајима Банатског голошијана гајеног у систему са испустом утврдили статистички знатно већи садржај пепела – 0,93%, у односу на Ну-Line носиље гајене у кавезном систему

(0,88%). Јаја Ну-Line хибрида гајеног на испусту су имала вредност овог параметра између два напред наведена, од којих се нису статистички значајно разликовала. Да генотип може имати велики утицај на ову компоненту јаја потврђују резултати које су објавили Rizzi i Chiericato (2010), који су у органском систему производње утврдили статистички веома значајно већи садржај пепела у жуманцу јаја јединки Ну Line White хибрида, у односу на остала три испитивана генотипа - Ну Line Brown, Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo, која се међусобно нису статистички значајно разликовала у овој особини.

Садржај протеина. Висок ниво високоискористивих протеина у јајима кокоши носилца има велики значај за људску исхрану (Anton, 2007). Minelli *et al.* (2007) су на Ну-Line Brown хибриду утврдили већи садржај протеина у жуманцу код органски гајених јединки (17,1%), у односу на кавезно држане јединке (16,7%). Nistor *et al.* (2014) су код Lohmann Brown хибрида гајеног на испусту установили већи садржај протеина у целом јајету (12,95%), у односу на јаја кавезно гајених кокоши носилца истог генотипа (12,52%). И Hidalgo *et al.* (2007) су утврдили значајно већи садржај протеина у целим јајима у сваком од алтернативних система гајења: са испустом (12,5%), подном (12,6%) и органском (12,5%), у односу на конвенционални-кавезни (12,1%). Супротно овом, Pavlovski *et al.* (2011a) су утврдили већи садржај протеина у јајима код кавезно држаних Ну-Line Brown кокоши (12,34%) у односу на носилце истог хибрида гајене на испусту (11,93%), а Mat *et al.* (2009) су на истом хибриду такође утврдили већи проценат протеина у јајима код кавезно држаних јединки (12,35%) у односу на органски гајене носилце (11,90%). И Krawczyk (2009) је утврдио нешто већи садржај протеина у беланцу код јединки Greenleg Partridge генотипа у конвенционалном (10,6%), у поређењу са органским системом производње (10,3%), док је у посматраном експерименту најбоље резултате показао тзв. "дворишни" систем где је просечан проценат протеина у беланцу износио 11,7%.

Kucukyilmaz *et al.* (2012) су такође утврдили већи проценат протеина у целим јајима код органски гајених јединки хибрида Lohmann LSL (13,19%) него код кавезно гајених кокоши (12,85%). Међутим, у истом експерименту није утврђена разлика у садржају протеина у јајима између јединки хибрида АТАК-S гајених у органском и конвенционалном систему, што указује да систем гајења сам по себи не мора нужно да доведе до промене у садржају протеина у јајима. Тако један број

истраживача и није утврдио разлику у садржају протеина у јајима код јединки гајених у различитим системима производње - Rizzi *et al.* (2006) између кавезно и једники гајених на испусту Isa Brown хибрида, Krawczyk i Gornowicz (2010) на хибриду Messa 45 у подном и систему са испустом, као и Radu-Rusu *et al.* (2014) код Lohmann Brown јединки гајених у кавезима и са приступом испусту. Битан утицај генотипа на ову особину утврдили су осим Kucukyilmaz *et al.* (2012) и Rizzi i Chiericato (2010), који су у органском систему производње утврдили значајно мањи садржај протеина ($p \leq 0,05$) у жуманцу јаја јединки италијанске аутохтоне расе Ermellinata of Rovigo у поређењу са још једном аутохтоном расом - Robusta Maculata и два комерцијална хибрида Hy Line White и Hy Line Brown. Интересантно је истаћи да се ова три генотипа међусобно нису статистички значајно разликовала у овој особини.

Садржај масти. Масти или липиди су главна компонента свежег жуманца (око 30%). Липиди жуманца су искључиво везани за липопротеинске структуре. Они се састоје од 62% триглицерида, 33% фосфолипида и мање од 5% холестерола. Каротеноиди чине мање од 1% од укупних липида жуманца и они му дају жуту боју (Anton, 2007). Липиди жуманца представљају важан производ и нутриционистички, али и гледано са аспекта прехранбене индустрије (Johansson, 2010).

Cherian *et al.* (2002) су анализирајући шест типова јаја, утврдили разлику у садржају липида у жуманцу: “јаја добијена од јединки храњених животињским мастима са високим садржајем омега-3 масних киселина” (СП1), “браон јаја са испуста” (СП2), “не-кавезна, јаја без третмана медикаментима” (СП3), “јаја из кавеза од једники храњених искључиво биљном храном,” (СП4) и “јаја од јединки које се не гаје у кавезу, храњене храном без хормона и осталих стимулатора пораста” (СП5). Обична јаја беле боје љуске су коришћена као контрола. Садржај липида (%) у жуманцу је био следећи - Контрола : СП1 : СП2 : СП3 : СП4 : СП5 = 25,1 : 27,7 : 24,6 : 26,2 : 22,9 : 25,9.

Pintea *et al.* (2012) су поредећи два генотипа – расу Araucana и лаки линијски хибрид Isa Brown у систему држања са испустом, добили резултате који потврђују да сам генотип може битно утицати на садржај липида у јајима. Наиме, жуманце јаја раса Araucana је имало знатно већи садржај липида (27%) у односу на жуманце јаја комерцијалног хибрида Isa Brown (20%) под истим условима држања. Сличне

резултате наводе и Dziadek *et al.* (2003), који су на девет различитих генотипова кокоши носиља утврдили статистички значајне разлике у садржају масти у јајима.

Matt *et al.* (2009) су утврдили на Ну-Line хибриду значајно већи садржај масти у јајима конвенционално-кавезно гајених јединки (8,88%) у односу на носиље гајене на испусту (7,94%). И Radu-Rusu *et al.* (2014) су код Lohmann Brown носиља гајених у кавезу утврдили већи садржај масти у јајима (11,40%) у односу на јединке гајене у систему са испустом (10,78%).

Са друге стране, Samman *et al.* (2009) су утврдили већи проценат масти у јајима подно гајених (4,46%), и јединки гајених на испусту (4,47%) у односу на кавезно гајене носиље (4,11%). И Nistor *et al.* (2014) су у јајима Lohmann Brown хибрида гајеног на испусту установили већи садржај масти у целим јајима (7,68%), у односу на кавезно гајене кокоши носиље (7,40%). Резултате сагласне овим објавио је и Anderson (2010).

Tolan *et al.* (1974), Cerolini *et al.* (2005), Minnelli *et al.* (2007), Hidalgo *et al.* (2008), Karsten *et al.*, (2010), Krawczyk i Gornowicz (2010), Pavlovski *et al.* (2011a) нису утврдили статистички значајан утицај система гајења на садржај масти у јајима.

Маснокиселински састав. Садржај и однос масних киселина у свим намирницама анималног порекла је област интересовања великог броја истраживача, јер је доказано да масне киселине имају значајан утицај на здравље људи. Посебна пажња се обраћа на садржај омега-3 и омега-6 масних киселина, као и њихов међусобни однос, па Simopoulos (1991, 2000) као идеалан однос омега-6 према омега-3 масним киселинама наводи 10 : 1 и нижи, а Johansson (2010) 4 : 1 и нижи. Постоје два главна аспекта интересовања у вези омега-3 полинезасићеним масним киселинама. Први је у њиховом квантитативном изобиљу и њиховој улози у развоју и одржавању функције мозга. Друга аспект је њихова улога у превенцији појаве различитих обољења, пре свега кардиоваскуларних, а у последње време и неких психичких поремећаја као што су стрес, депресија и деменција. Тако, омега-3 масне киселине имају битну улогу у очувању структуре и функције мозга, пре свега у току одрастања и старења. Јаја обogaћена омега-3 масним киселинама мењају липидни профил крви пацијената оболелих од хиперхолестеролије, смањују садржај триглицерида у крвној плазми и агрегацију тромбоцита (Bourge, 2005). И O' Brien i Andrews (1993) износе податак да конзумирање омега-3 масних киселина у јајима има благотворно дејство на људско здравље, Samman *et al.* (2009) наводе да људи

конзумирањем омега-3 масних киселина из тзв. "дизајнираних јаја" смањују факторе ризика од срчаних обољења, а Johansson (2010) да најчешћа обољења у западним земљама, као што су кардиоваскуларни проблеми, дијабетес, канцер, аутоимуне болести, су повезане са неодговарајућим односом омега-6 : омега-3 полинезасићених масних киселина.

Међутим, са повећањем садржаја полинезасићених масних киселина (PUFA) у јајима кокоши носиља, може доћи и до повећања њихове осетљивости на оксидативну дегенерацију, која води до смањења њиховог квалитета и нутритивне вредности, слабијем пријему код потрошача и штетним биолошким ефектима (Adis i Park, 1989). Оксидација липида је иначе велики проблем у прехранбеној индустрији, јер доводи до појаве непожељних арома, боја и потенцијално токсичних продуката у многим прехранбеним производима (Guerin-Dubiard, 2007). Осетљивост масти анималног порекла на оксидацију зависи и од бројних других фактора, укључујући и прооксидансе и антиоксидансе (Monahan *et al.*, 1992). Нека истраживања су показала да су омега-3 полинезасићене масне киселине посебно подложне липидној оксидацији, и да чак мале разлике у концентрацији ове фракције масних киселина могу имати пресудну важност у појави оксидације. Из тог разлога, у системима држања који подразумевају коришћење испуста, и где јединке конзумирају траву, јаја имају већи садржај PUFA и подложнија су развоју липидне оксидације (Lopez Voto *et al.*, 1998). Међутим, исти аутори наводе да јаја добијена у неком од система гајења који подразумевају коришћење испуста имају и већу концентрацију α -токоферола који је веома важан антиоксиданс, који доприноси мањем степену липидне оксидације него што би се очекивало на основу повећаног садржаја полинезасићених масних киселина. Из тога разлога јаја од кокоши носиља са испуста и она добијена из конвенционалног кавезног система држања имају сличну подложност према оксидацији, јер се ефекти повећаног садржаја PUFA и α -токоферола међусобно поништавају. Miao *et al.* (2005) такође наводе сличну оксидативну стабилност између јаја са испуста, упркос њиховом богатству у садржају омега-3 полинезасићеним масним киселинама, и јаја из конвенционалне производње.

Разлике у маснокиселинском саставу јаја у различитим системима гајења настају као резултат различите исхране коју подразумева коришћени систем гајења (Naber, 1979; Milinsk *et al.*, 2003; Szymczyk i Pisulewski, 2003; Wang i Huo, 2010). Matt *et al.* (2009) су на Ну-Line Brown носиљама испитивали утицај система гајења (конвенционални и органски) на маснокиселински профил јаја. Јаја из

конвенционалне производње су имала нешто већи садржај засићених масних киселина (SFA-2,5%) у односу на органски гајене јединке (2,3%), док је садржај мононезасићених био идентичан (MUFA-3,2%). Садржај полинезасићених масних киселина (PUFA) је био такође већи код конвенционално гајених носилца, али је однос омега-6:омега-3 био знатно повољнији код органских јаја (7 : 1) него код конвенционално произведених (10 : 1). Проучавајући Comb White Leghorn у два система гајења: кавезном и систему са испустом, Lopez-Vote *et al.* (1998) наводе да конзумирана трава са испуста може битно утицати на квалитет јаја. Пошто је потпуна смеша била идентична у обе групе, разлике које су се јавиле у садржају масних киселина могу се приписати уносу траве код јединки са испуста. Садржај укупних омега-3 масних киселина у жуманцу био је скоро три пута мањи код јединки из кавеза (1,16% : 3,02%), док је садржај омега-6 масних киселина био већи (21,59% : 14,72%), тако да је и однос омега-6 : омега-3 био 18,73 : 5,21. Karsten *et al.* (2010) су такође утврдили више од два пута већи садржај омега-3 масних киселина у јајима јединки гајених у системима са испустом који су били затрављени различитим биљним асоцијацијама (луцерка : детелина : трава = 3,76% : 3,59% : 3,03%) у односу на кавезно гајене јединке (1,28%), тако да и ако се садржај омега-6 масних киселина није битније разликовао у поређена четири система, однос омега-6:омега-3 масне киселине значајно разликовао (луцерка : детелина : трава : кавез = 4,44 : 4,76 : 5,70 : 12,05). Веома сличне резултате наводе и Pavlovski *et al.* (2011a), који су, упоређујући Ну-Line Brown у систему са коришћењем испуста и кавезном систему, утврдили да се садржај свих фракција масних киселина (SFA, MUFA, PUFA) у јајима није значајно разликовао између система гајења, али је садржај омега-3 био знатно већи у систему са испустом (2,02%) у поређењу са кавезним системом (1,36%), и мада је садржај омега-6 масних киселина био сличан (17,46% : 18,02%), однос омега-6 : омега-3 био је значајно различит - 8,64 : 13,25. Да и генотип има велики утицај на ову компоненту квалитета јаја говоре и подаци о Банатском голошијану, који је у истом експерименту држан у систему са испустом, и добијени су знатно већи садржаји омега-3 (2,29%), а мањи омега-6 масних киселина (13,32%) у њиховим јајима, тако да је однос омега-6 : омега-3 био само 5,81 : 1. Значајан утицај генотипа на маснокиселински саста јаја наводе Scheideler *et al.* (1998), који су на три различита генотипа: Babcock B300, DeKalb Delta и Ну-Line W-36 храњена истом храном утврдили статистички значајан утицај генотипа на садржај

палмитинске, стеаринске и олеинске киселине, док у садржају линолне и арахидонске киселине није било разлике између испитиваних генотипова.

Simčić *et al.* (2011) су на аутохтоној словеначкој раси Styrian утврдили 1,71% омега-3 PUFA у јајима кокоши гајених у кавезу и 2,50 % омега-3 PUFA у јајима носиља са испуста. Садржај омега-6 масних киселина у жуманцу јаја кокоши са испуста износио је 14,93%, а кавезно гајених 17,69% па је однос омега-6 : омега-3 био знатно повољнији код кокоши са испуста (6,27 : 1) у односу на кавезно гајене јединке (10,37 : 1). Сличне резултате наводе и Terčič *et al.* (2012) на Prelux-G генотипу - однос омега-6 : омега-3 био је 5,95 : 9,55 у корист органски гајених јединки, док су Mugnai *et al.* (2013) утврдили однос омега-6 : омега-3 4,75 код органских, а 8,88 код конвенционално гајених Ancona јединки. Већи садржај омега-3 масних киселина у јајима кокоши које су имале приступ затрављеном испусту наводе и Van den Brand *et al.* (2004), Long i Alterman (2007), Robinson (2007), Anderson (2010).

Потпуно другачије резултате објавили су Cerolini *et al.* (2005) који су у својим истраживањима, упоређујући различите система држања кокоши носиља, такође утврдили значајну разлику у масносиселинском саставу јаја добијених од јединки гајених на поду и органски гајених јединки. Међутим, ови аутори наводе да је удео засићених масних киселина (SFA) је био значајно нижи, док је садржај полинезасићених масних киселина (PUFA) био значајно већи код јаја јединки гајених на поду, тако да је однос PUFA:SFA код јаја из ове групе износио 0,92, а код органских јаја само 0,66. Такође и удео омега-3 масних киселина је био значајно нижи код органских јаја (1,51%) у односу на јаја са пода (2,55%). Резултате сличне овима објавили су и Kucukyilmaz *et al.* (2012). Наиме, ови истраживачи наводе више нивое омега-3 незасићених масних киселина у јајима кавезно гајених Lohmann LSL (1,43%) и АТАК-S кокоши носиља (1,72%), у поређењу са јединкама истих хибрида у органском систему гајења (1,34%, односно 1,31%). Садржај омега-6 масних киселина није се битније разликовао између посматраних система, али је однос омега-6 : омега-3 масне киселине био значајно виши код органских јаја оба испитивана хибрида. Овај однос је код Lohmann LSL носиља гајених у кавезу износио 12,53 : 1, док су органска јаја истог хибрида имала овај однос у вредности од 14,28 : 1. Још драстичније разлике су утврђене код АТАК-S јаја - конвенционална 11,95 : 1 а органска 15,56 : 1. Ове резултате, који се разликују од већине других аутора који су се бавили овом проблематиком, објашњавају тиме да су јединке у период одгоја

појеле сву траву са испуста, тако да им у производном периоду на испусту трава уопште није била доступна.

Нешто другачије резултате су објавили Hidalgo *et al.* (2008), наводећи да нема разлике у маснокиселинском саставу јаја добијених из конвенционалних кавеза, са испуста, пода или органског система гајења, док су Cherian *et al.* (2002) утврдили сличне нивое омега-3 и омега-6 масних киселина у јајима произведеним у конвенционалним кавезима и органској производњи. Holt *et al.* (2011) ове резултате објашњавају тиме да у обе напред наведене студије нема података о храни за носиље, па се не може утврдити да ли су кавезно гајене јединке добијале суплементе који су садржали ове масне киселине. И Samman *et al.* (2009) нису утврдили разлику у садржају омега-3 и омега-6 масних киселина у јајима узетим у супермаркетима и продавницама здраве хране, а декларисаним као конвенционална и органска. Разлике су нађене само у фракцији SFA (органска јаја су их имала више). Они су, додуше, упоређујући креирана омега-3 јаја са претходне две групе утврдили значајне разлике у садржају омега-3 масних киселина и односу омега-6 : омега-3 масних киселина, чиме се потврђује да заправо храна има пресудан утицај на ову компоненту кокошијег јаја. Сличне резултате су објавили и Pouroulis *et al.* (2009), који су испитивали садржај масних киселина у жуманцима јаја из конвенционалног, органског, система са испустом и тзв. омега-3 система који подразумева додавање храни суплемената ове фракције масних киселина. Резултати су показали да систем гајења значајно утиче на садржај полинезасићених масних киселина (PUFA), укупних омега-3 и омега-6 масних киселина као и однос PUFA:SFA и омега-3 : омега-6. Ови истраживачи закључују да јаја произведена са додатком омега-3 суплемената имају најбољи маснокиселински профил, док за њима следе органски произведена јаја.

Садржај холестерола. Холестерол у јајима има важну улогу у развоју ембриона. Он представља структурну компоненту ћелијских мембрана и прекурсор је за неке хормоне, витамин Д и жучне киселине (Anton, 2007). Концентрација холестерола у јајима зависи од: генотипа и старости носиље, од услова држања и исхране и делимично од синтезе у јетри за време формирања липопотеина (Matt *et al.*, 2009). Исти аутори су у јајима Ну-Line Brown носиља гајених у органском систему производње утврдили за око 30% већи садржај холестерола (489 mg/100 g) у поређењу са конвенционално гајеним кокошима (341 mg/100 g). И Minelli *et al.*

(2007) су на истом хибриду утврдили већи садржај холестерола у жуманцу органских јединки (1,26%) у односу на кавезно држане носиље (1,21%).

У јајима кокоши које су имале приступ испусту може се наћи и за 2/3 више холестерола у поређењу са кавезно гајеним јединкама (<http://www.motherearthnews.com/eggs.aspx>), а сличан закључак је изнео и Kilikides (1970). Johansson (2010) наводи да би, због све чешће присутних здравствених проблема у хуманој популацији везаних за висок ниво холестерола у крви, било пожељно производити јаја са нижим садржајем ове липидне компоненте. Супротно овом, Ни *et al.* (1999) у свом истраживању наводе да холестерол из јаја не мора негативно утицати на садржај холестерола у крви, и да нема значајне повезаности између холестерола унетог у организам преко јаја и кардиоваскуларних обољења.

Насупрот овоме, постоје и другачији резултати. Тако Long i Alterman (2007) наводе да јаја са испуста могу имати и за трећину мање холестерола. Krawczyk (2009) је утврдио нижи садржај холестерола у жуманцу код органски гајених Greenleg Partridge носиља (12,89mg/100g жуманца) у односу на такозване "дворишне" (13,83 mg/100 g жуманца) и конвенционално гајене носиље (13,93 mg/100 g жуманца). И Radu-Rusu *et al.* (2014) су на Lohmann Brown хибриду утврдили нижи садржај холестерола (368 µg/100 g) код јединки са испуста у односу на оне гајене у кавезу (383µg/100 g).

Zemkova *et al.* (2007) су испитивали утицај система гајења кокоши носиља на садржај холестерола у жуманцу и целом јајету. Испитивани хибрид је био Isa Brown, а посматрани системи гајења су били: конвенционални-кавезни, обогаћени кавезни, подни систем са дубоком простирком и систем гајења са испустом. Највећи садржај холестерола у жуманцу (14,1 mg/100g жуманца) и у целом јајету (242,6 mg/јају) био је у подном систему, а најмањи у обогаћеним кавезима (12,5 mg/100g жуманца и 211,2 mg/јају). Садржај холестерола у јајима из система гајења са испустом (13,4 mg/100 g жуманца и 228,5 mg/јају) и конвенционалног система (13,3 mg/100 g жуманца и 231,2 mg/јају) је био између горе поменута два система. Pišteková *et al.* (2006) су утврдили већи садржај холестерола у жуманцу код Isa Brown кокоши носиља гајених на поду (1,17%) у односу на кавезно гајене јединке (1,12%)

Насупрот напред наведеним истраживачима Cerolini *et al.* (2005), Rizzi *et al.* (2006), Anderson (2010), Krawczyk i Gornowicz (2010) и Kucukyilmaz *et al.* (2012) нису нашли статистички значајан утицај система гајења (систем са коришћењем испуста и конвенционални) на садржај холестерола у јајима.

Већи број аутора је истраживао утицај генотипа на садржај холестерола у јајима, али су резултати у најмању руку контрадикторни. Тако су García-López *et al.* (2007) утврдили мању концентрацију холестерола у јајима код Креолске кокоши у поређењу са хибридом Plymouth Rock x Rhode Island, као и Zita *et al.* (2014) између Czech Hen и Oravka расе у подном и кавезном систему држања. Такође и Millet *et al.* (2006) су утврдили већи садржај холестерола у јајима код Araucana расе у поређењу са Lohmann Selected Leghorn и Isa Brown хибридима. Између наведених хибрида није било значајне разлике у садржају холестерола. Занимљиве резултате износи Dzialek *et al.* (2003), који нису утврдили статистички значајан утицај генотипа на садржај холестерола у јајима, и ако су испитивали чак девет различитих генотипова (Lohmann Brown, Shaver 579, АК (експериментални генотип IZ-OBZ Zakrzewo), ISA White, Messa 445, Messa 443, Astra W-1, Astra W-2, и Astra N). Johansson (2010) недостатак статистички значајног варирања у садржају холестерола у јајима под утицајем исхране и генотипа објашњава његовом важношћу и за функционисање организма и за развој ембриона, па је његовим садржајем знатно теже манипулисати.

Из напред наведеног, јасно се уочава се да различити системи гајења кокоши носиља имају велики утицај на хемијски састав јаја. Али, јаја добијена из неког од алтернативних система гајења не морају нужно имати боље нутритивне карактеристике, јер осим начина држања, на хемијски квалитет јаја утичу и бројни други фактори: генотип, исхрана, услови спољне средине, квалитет испуста итд, па се сви ови параметри морају посматрати заједно када се говори о утицају система гајења кокоши носиља на хемијски квалитет јаја. Ниједан систем се не може окарактерисати као најбољи, јер сваки има своје предности и недостатке (Rakonjac *et al.*, 2014b).

2.4. Утицај система гајења на телесну масу, кланичне особине и хемијски састав меса кокоши носиља

Мада је евидентно да месо живине која користи испуст има може имати неке нутритивне предности (мањи садржај масти, већи садржај витамина и минерала) (Sossidou *et al.*, 2015), ипак се мањи број истраживача бавио кланичним особинама и квалитетом меса кокоши носиља, јер месо представља само пратећи производ који се добија на крају завршеног циклуса производње јаја. Вредност меса изношених

кокоши носиља не прелази 10% њихове вредности при проношењу (Puchala *et al.*, 2014).

Mašić i Pavlovski (1994) су утврдили значајно мању завршну телесну масу код кавезно гајених јединки Isa Brown хибрида (1728 g), у односу на подно (1880 g), и јединке гајене уз употребу испуста (1979 g). То је супротно резултатима које су објавили Senčić i Butko (2007), који су на Lohmann Brown јединкама утврдили већу завршну телесну масу код кавезно гајених јединки (2100 g), у односу на јединке са испуста (1950 g). Резултате сагласне овим објавили су и Kucukuyilmaz *et al.* (2012) који су утврдили већу телесну масу јединки гајених у кавезном систему у односу на органске јединке хибрида Lohmann LSL и АТАК-S. Неслагање у напред наведеним објашњавају Tumova i Ebeid (2003), који су проучавајући радове већег броја истраживача, закључили да систем гајења нема пресудну улогу на завршну телесну масу кокоши носиља.

У истраживањима Машића i Pavlovske (1994) јединке гајене у кавезима су имале боље рандмане (и класична обрада, и спремно за печење, и спремно за роштиљ) у односу на подно гајене и јединке које су имале приступ испусту. Између подно и јединки гајених на испусту није било статистички значајне разлике у вредности рандмана. Веће вредности рандмана код кавезно гајених јединки у односу на остале две огледне групе аутори објашњавају тиме да су јединке гајене у кавезу биле знатно мање оперјале, па су и губици били мањи, као и тиме да су оне имале мањи удео јестивих и нејестивих изнутрица. Даље, кавезно гајене јединке су имале значајно већи удео батака у односу на подно и екстензивно гајене јединке, док је удео карабатака био најмањи код подно гајених носиља. Удели груди, крила, леђа и карлице нису били под утицајем испитиваног система гајења.

Rizzi *et al.* (2007) су упоређивали два хибрида (Hy Line Brown - HLB, Hy Line White – HLW) и две аутохтоне италијанске расе (Robusta Maculata – RM и Ermellinata of Rovigo – ER) у органском систему производње и утврдили знатно веће телесне масе и повољније рандмане код раса у односу на хибриде. Puchala *et al.* (2014) су испитујући четири расе у систему гајења са испустом, код New Hampshire расе утврдили завршну телесну масу од 2740 g, а рандмани су били само незнатно мањи у односу на комерцијалне бројлере.

Када се посматра утицај система гајења на хемијски састав меса живине, највећи број истраживања се односи на месо бројлерских пилића, док о хемијском саставу мускулатуре кокоши носиља има јако мало података. Lichovnikova *et al.*

(2009) наводе да месо мушких Isa Brown јединки има већи садржај суве материје, а мањи садржај масти у поређењу са тешким линијским хибридом Ross 308. И Puchala *et al.* (2014), испитујући четири расе кокоши носиља у систему гајења са испустом, наводе да је садржај протеина у грудима за 3-4% био већи у односу на бројлерске пилиће, што је вероватно повезано са старошћу испитиваних носиља које су биле на крају производног циклуса. Sirri *et al.* (2010) наводе генотип као главни фактор који утиче на квалитет и хемијски састав меса у неиндустријским системима гајења. Осим генотипа, Castellini (2005) наводи старост јединки при клању, физичку активност и исхрану на испусту као битне чиниоце који утичу на хемијски састав меса у системима гајења са испустом.

2.5. Утицај система гајења квалитет костију кокоши носиља

У последње време повећано је интересовање живинске индустрије и научне заједнице за квалитет костији кокоши носиља (Riczu *et al.*, 2004). Gregory i Wilkins (1989) наводе да су ломови костију главни проблеми у вези са добробити носиља, и да посебно носиље у кавезима могу имати проблем са ломовима костију крила, па се са њима мора пажљиво поступати када се хватају на крају производног циклуса. Mašić i Pavlovski (1994), проучавајући радове неких аутора из САД-а из 60-их година прошлог века, наводе да су појаве ломова костију излучених кокоши носиља из кавеза биле толико учестале да су поједине кланице чак одбијале њихово клање, а Savage (1991) је у САД-у установио да се на 100 излучених кокоши из кавеза нађе 100-140 сломљених костију, а Gregory i Wilkins (1989) наводе да су у свом истраживању у Великој Британији установили да чак 29% носиља има неку сломљену кост на крају производног циклуса и да то може представљати велики проблем и за прерађиваче, јер се део сломљене кости може наћи у финалном производу.

Остеопороза код кокоши носиља је повезана са губитком минералних материја из костију за време периода ношења јаја, и узрокује слабију јачину костију и њихово учесталије ломљење (Bishop *et al.*, 2010). Sandinlands *et al.* (2005) су утврдили да је преко 70% ломова костију на носиљама под утицајем система гајења и генотипа носиља. Elaroussi *et al.* (1994) наводе да кокоши током производног циклуса преко љуске јаја изнесу 28 до 30 пута више калцијума него што га имају у

телу. С тим у вези Носинг *et al.* (2003) су закључили да на ову особину, посредно преко генотипа, велики утицај може да има и интензитет носивости, што су доказали упоређујући аутохтоне расе и комерцијалне хибриде и утврдили на крају периода ношења значајно мању силу лома костију комерцијалних хибрида, који су имали и већи интензитет носивости, па је била и интензивнија мобилизација калцијума из костију за формирање љуске јаја.

Freire *et al.* (2003) закључују да је чврстоћа костију боља када јединке имају више простора на располагању, а Michel i Huonnic (2003) да могућност лета током периода производње смањује ризик од лома костију. Leyendecker *et al.* (2005) наводе да већи расположиви простор, присуство седала и песка за купање повећавају снагу *humerus*, вероватно зато што облици понашања као што су истезање крила, летење, купање у песку имају позитиван ефекат на механичке особине костију. Такође, наводе да кокоши из кавеза имају већу могућност лома костију, а сличне закључке у свом експерименту износе и Lolli *et al.* (2013) који су испитујући три система производње: кавезни, подни и органски, утврдили следеће силе лома костију: за *tibiotarsus*: кавезни 157 N, подни 146 N, органски 171 N. Вредности силе лома за *humerus* су биле: кавезни 150 N, подни 182 N и органски 211 N. Међутим, ови аутори напомињу да и ако алтернативни системи повећавају чврстину костију, код њих је и већа могућност да дође до повреда услед кључања перја и канибализма, што се мора узети у обзир. Наравно, чврстина костију је и високонаследна особина, што су потврдили Riczu *et al.* (2004) који су утврдили бољи квалитет костију код хибрида који носе јаја браон боје љуске у односу на хибриде који носе јаја беле боје љуске. И Rizzi *et al.* (2009) су утврдили различите силе лома у систему органске производње код јединки четири различита генотипа, два хибрида (Hy-Line Brown и Hy-Line White) и две италијанска аутохтоне расе (Ermellinata di Rovigo и Robusta Maculata).

3. РАДНА ХИПОТЕЗА

У овом раду се пошло од претпоставке да ће различити генотипови кокоши носиља (лаки линијски хибрид Isa Brown и раса комбинованих производних способности New Hampshire) држани у алтернативним системима гајења - подном и систему заснованом према принципима органске производње, испољити различите производне преформансе, као и да ће постојати значајна разлика у квалитету анималних производа (јаја и меса) добијених од ових јединки.

Полазећи од овог, као и изучавајући радове бројних аутора који су се бавили овом проблематиком, а чији су резултати приказани у поглављу Преглед литетатуре, формулисана је радна хипотеза која се састоји у следећем:

1. Претпоставља се да ће постојати разлика у конзумацији и конверзији хране јединки које ће се гајити у затвореном објекту на поду са дубоком простирком и оних које ће имати приступ испусту. Јединке које су затворене ће трошити мање енергије и биће им потребно мање хране да би задовољиле своје потребе у енергији за кретање. Са друге стране, органски гајене носиље ће се кретати више, па самим тим и трошити више енергије. Међутим, један део својих хранидбених потреба оне ће задовољити на испусту, конзумирајући траву, инсекте и разне друге бескичмењаке. Такође, пошто Isa Brown и New Hampshire припадају различитим производним типовима, очекују се и значајне разлике у конзумацији хране између испитиваних генотипова. Када се резултати носивости и конзумације хране између различитих генотипова и различитих система гајења ставе у однос, очекује се и постојање значајних разлика у ефикасности конверзије хране у јајну масу.

2. На основу разлика у генетском потенцијалу хибридних и носиља чисте расе, очекује се испољавање разлика у проценту носивости. Међутим, изучавајући радове других аутора који су испитивали носивост у различитим системима гајења, може се закључити да на ову особину утиче јако велики број фактора у оквиру сваког од посматраних система гајења, тако да се очекује да ће постојати разлика у носивости између подно и органски гајених јединки. Такође, очекује се да ће New Hampshire раса имати нижи степен морталитета у односу на Isa Brown хибрид. Морталитет у оквиру појединих система гајења није лако предвидети, јер производни циклус обухвата сва четири годишња доба, и у многоме зависи од

климатских фактора. Осим тога, на степен морталитета могу утицати и други фактори, посебно код органски гајених јединки где постоји опасност и од предације.

3. Претпоставља се да ће постојати разлика у показатељима квалитета јаја, како у спољашњим, унутрашњим и квалитету љуске, тако и у хемијском саставу између испитиваних генотипова, јер су ове особине високо наследне и карактеристичне су за одређену расу или хибрид. Такође, очекује се да ће исхрана различитим хранљивим смешама, као и приступ испусту где ће органски гајене јединке имати могућност додатног храњења, условити и разлике у већини параметара квалитета јаја између различитих система производње.

4. Због коришћења генотипова који припадају различитим производним типовима: Isa Brown - хибрид селекционисан за производњу јаја и New Hampshire - раса комбинованих производних својстава, очекује се да ће постојати разлика у испитиваним кланичним особинама и хемијском саставу меса кокоши носиља на крају производног циклуса. Претпоставља се да ће и различити системи гајења поменутих генотипова условити разлике у неким од испитиваних параметра квалитета трупа и хемијском саставу меса изношених носиља.

5. Из разлога који су наведени у претходном пасусу, очекује се да ће гајење различитих генотипова у различитим системима производње условити и разлике у испитиваним особинама квалитета костију кокоши носиља на крају производног циклуса.

4. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

На основу до сада утврђених чињеница о утицају система гајења и генотипа на производне особине, параметре квалитета јаја као и кланичне особине, хемијски састав меса и квалитет костију кокоши носиља јаја за конзум, дефинисани су следећи циљеви истраживања:

1. Испитати и упоредити производне резултате лаког линијског хибрида Isa Brown и расе комбинованих производних способности New Hampshire у два различита система гајења – на поду са дубоком простирком и према принципима органске производње. У оквиру овога ће се мерити: носивост, дневно произведена јајна маса, конзумација хране, конверзија хране у јајну масу и стопа морталитета.

2. Испитати и упоредити параметре квалитета јаја Isa Brown и New Hampshire у системима гајења на поду са дубоком простирком и према принципима органске производње. Биће испитани следећи параметри:

- спољашни квалитет јаја (маса јаја, индекс облика),
- унутрашњи квалитет јаја (висина беланца, Хогове јединице, боја жуманца, удео беланца и жуманца),
- квалитет љуске (удео, дебљина, деформација, сила лома, боја и чистоћа љуске).

3. Испитати и упоредити хемијски састав јаја Isa Brown и New Hampshire кокоши носиља јаја за конзум у системима гајења на поду са дубоком простирком и према принципима органске живинарске производње. Хемијским анализама ће се испитати основни хемијски састав меланжа (садржај суве материје, пепела, протеина и масти), затим садржај холестерола и маснокиселински састав.

4. Испитати и упоредити кланичне особине и хемијски састав меса 72-недељних јединки Isa Brown и New Hampshire у системима гајења на поду са дубоком простирком и према принципима органске производње.

Утврдиће се следећи параметри: маса и рандман класично обрађеног трупа, маса и удео основних делова трупа (груди, батаци, карабатаци, леђа и карлица) у односу на масу кокоши пре клања, маса и удео меса у деловима трупа I категорије у односу на масу јединки пре клања. Хемијским анализама ће се испитати основни хемијски састав (садржај суве материје, пепела, протеина и масти) мишића груди и мишића батака и карабатака изношених кокоши носиља.

5. Испитати и упоредити квалитет костију 72-недељних јединки Isa Brown и New Hampshire генотипа у системима гајења на поду и органском систему. Испитаће се сила лома бутне кости и голењаче.

5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

У циљу испитивања утицаја различитих система гајења и генотипа кокоши носилца на производне особине, квалитет јаја, меса и костију изведена су одговарајућа огледна истраживања.

Оглед је изведен у месту Миочу (општина Рудо), Република Босна и Херцеговина у периоду од 08.06.2013. до 21.06.2014. године. Географске координате овог локалитета су 43°35'59" СГШ и 19°25'45" ИГД, а надморска висина 393 m.

5.1. Експериментални материјал и поступак истраживања

Оглед је формиран по систему двофакторијалног огледа 2x2 - два система гајења и два испитивана генотипа.

Као почетни материјал за истраживање коришћено је 60 кокоши носилца лаког линијског хибрида Isa Brown и 60 јединки расе комбинованих производних способности New Hampshire. Оба генотипа су уселина у објекте са навршених 18 недеља живота, по 30 јединки у свакој групи. Све јединке су измерене на почетку огледа.

Isa Brown хибрид је изабран због својих изузетних производних способности, које га чине једним од водећих хибрида у производњи конзумних јаја, како у нашој земљи, тако и у свету. Са друге стране, за гајење у алтернативним системима држања кокоши носилца препоручују се чисте расе, које боље подносе утицај фактора спољне средине: ниске и високе дневне температуре, смањивање дужине светлосног дана, итд. Такође, ове расе квалитетно користе испуст и немају тако високе захтеве за хранљивим материјама, високовредним протеинима, витаминима и минералима као високопроизводни линијски хибриди. И наравно, јединке ових раса показују већу отпорност према изазивачима болести и паразитима, што је посебно значајно у органској живинарској производњи која се веома рестриктивно односи према употреби медикамената. Из тога разлога, за испитивање у овом експерименту изабрана је и раса комбинованих производних способности New Hampshire. Она се, осим добре носивости и солидне товне способности, одликује и добром прилагођеношћу на услове гајења у систему који подарзумева коришћење испуста, као и високом генетском отпорношћу према изазивачима болести и паразитима.

Испитивани систему гајења су били подни и систем заснован према принципима органске производње.

У подном систему су гајене две групе од по 30 јединки Isa Brown хибрида (слика 1) и расе New Hampshire (слика 2). Свака група је била смештена у просторију димензија 4 x 3 m, па је густина насељености износила 2,5 јединки/m². Под је био прекривен простирком од дрвене шушке, која се периодично додавала, и по потреби мењала. У објекту су постављене дрвене даске и летве које су кокошима служиле као седала. Уз зидове просторија постављена су гнезда за ношење. Јединке су храњене потпуном хранљивом смешом са 17% сирових протеина произвођача Ветеринарски завод Земун, чији је просечан хемијски састав приказан у табели 1. Храњење се вршило из валов хранилица у које се више пута у току дана додавала храна, тако да су је јединке увек имале на располагању. Напајање се вршило такође *ad libitum* из ручних појилица. Осветљење је било природно, а није било додатно загревања или расхлађивања у току целог производног циклуса.



Слика 1. Isa Brown хибрид у подном систему гајења



Слика 2. New Hampshire раса у подном систему гајења

Други испитивани систем је био систем заснован према принципима органске производње (органски систем). Као и у подном систему гајења, по 30 јединки испитиваних генотипова било је подељено у две групе. Осим приближно исте површине у објекту коју су имале и подно гајене јединке, органске носиље су на располагању имале и око 5 m² већином затрављеног испуста по свакој јединки (слике 3 и 4). Такође, обезбеђено им је довољно дрвених седала и гнезда за ношење према стандардима за органску производњу. Исхрана и напајање су вршени *ad*

libitum. Осим у објекту, валов хранилице и ручне појилице су се налазиле и у наткривеном делу испуста. Битно је напоменути да је хранљива смеша предвиђена за овај начин гајења била састављена без додатака синтетичких аминокиселина, витамина и минерала, уз коришћење већином органски добијених компоненти, а садржала је такође 17% сирових протеина. Њен сировински и хемијски састав су приказани у табели 2. Као и код подне групе, није било додатног осветљења, загревања или расхлађивања током целог производног периода.



Слика 3. Isa Brown хибрид у органском систему гајења



Слика 4. New Hampshire раса у органском систему гајења

Табела 1. Хемијски састав потпуне хранљиве смеше за исхрану кокоши носиља у подном систему држања

Хемијски састав	%
Сува материја	88,38
Сирови протеини	16,79
Масти	5,15
Целулоза	4,82
Пепео	12,52
БЕМ	49,10
Калцијум	3,72
Укупни фосфор	0,71
Натријум	0,17
Лизин	0,79
Метионин + цистин	0,68
Метаболичка енергија	11,5 MJ

Табела 2. Сировински и хемијски састав потпуне хранљиве смеше за исхрану кокоши носиља у органском систему држања

Сировински састав	%	Хемијски састав	%
Кукуруз	57	Сува материја	89,82
Сојина сачма	12,5	Сирови протеини	16,82
Сунцокретова сачма	7	Масти	4,31
Пшенично сточно брашно	2	Целулоза	4,29
Сточни квасац	2	Пепео	12,68
Монокалцијум фосфат	1,7	БЕМ	51,90
Сојин гриз	9	Калцијум	3,43
Сточна креда (CaCO ₃)	8,5	Укупни фосфор	0,81
Со	0,3	Натријум	0,18
		Лизин	0,80
		Метионин + цистин	0,48
		Метаболичка енергија	11,3 MJ

5.2. Производни резултати

Током огледа свакодневно је регистрован број снешених јаја. На основу добијених података утврђена је носивост по недељама огледа, и укупно за оглед. Ови резултати су приказани у процентима, као број снешених јаја по усељеној кокоши дневно.

У току огледа евидентирана је количина хране дате носиљама. Сакупљање и мерење остатака хране вршено је недељно и на основу тога је утврђен утрошак хране. Из добијених података израчунавана је просечна дневна конзумација хране по усељеној носиљи за посматрани период и укупно за цео оглед.

Једном недељно, за све огледне групе, мерена је просечна маса свих снешених јаја тог дана. Множењем те вредности са укупним бројем јаја за огледни период (недељу), апроксимирала се укупна јајна маса за посматрани период (недељу). Овај податак је коришћен за израчунавање конверзије хране – колико је килограма потпуне хранљиве смеше било потребно за производњу једног килограма јајне масе.

Током целокупног трајања огледа бележена су угинућа јединки. Степен морталитета је израчунат за цео огледни период и приказан је у процентима, као однос броја угинулих од броја укупно усељених јединки.

5.3. Квалитет јаја

Квалитет јаја је утврђен на укупно 420 јаја у току седам контролних испитивања која су распоређена током производног циклуса (24 – 72. недеље старости кокоши) у правилним осмонедељним интервалима. Испитивања спољашњег и унутрашњег квалитета и квалитета љуске је обављено на узорку од 15 јаја по групи, односно 60 јаја по испитивању, где је понављање третмана било на нивоу јајета.

После сакупљања, јаја су пакована у картонске кутије за јаја и у току ноћи транспортована до лабораторија Института за сточарство у Земуну, које су од места огледа удаљене око 300 km, тако да су анализирана јаја била стара један дан.

Код сваког јаја испитане су две спољашње и пет унутрашњих особина његовог квалитета, као и шест показатеља квалитета љуске.

5.3.1. Испитивање спољашњег квалитета јаја

Маса јаја је одређивана појединачним мерењем јаја електронском вагом са тачношћу 10^{-2} g (слика 5).

Индекс облика јаја одређиван је инструментом који директно показује највећу ширину јајета у процентима његове дужине (произвођач Apparatfabrick Van Doorn De Billt).



Слика 5. Мерење масе јаја

5.3.2. Испитивање унутрашњег квалитета јаја

Висина беланца одређивана је триподним микрометром (фирме AMES), на средини између ивице жуманца и густог беланца са тачношћу од 0,1 mm (слика 6).



Слика 6. Мерење висине беланца јаја

Хогове јединице одређене су као логаритамска функција масе јајета и висине густог беланца (Naugh,1937), утврђене су калкулатором за израчунавање, фирме American Instruments-Maryland.

Боја жуманца одређивана је упоређивањем са бојама на лепези "Roche –Yolk Colour Fan 1969.", изражена по интезитету оценама од 1 до 15 (слика 7).

Маса беланца и маса жуманца мерена је појединачно за свако јаје електронском вагом са тачношћу 10^{-2} g (слика 8).

После извршених мерења масе основних делова јаја, изражен је њихов процентуални удео у односу на масу целог јајета.



Слика 7. Одређивање боје жуманца



Слика 8. Одвајање и мерење масе беланца и жуманца

5.3.3. Испитивање квалитета љуске јаја

Маса љуске са опнама мерена је електронском вагом са тачношћу 10^{-2} g (слика 9), а након тога изражен је њен процентуални удео у односу на масу целог јајета.

Дебљина љуске одређивана је микрометарским завртњем фирме SOMET на делу љуске узетом са екватора јајета после скидања опни (слика 10).

Деформација љуске одређена је MARIUS инструментом. Коришћено је оптерећење од 500 g на екваторијелном делу јајета, а деформација је изражена у μm као средња вредност добијена из три мерења (слика 11).

Сила лома љуске одређена је по методи коју наводе Pavlovski i Vitorović (1996), коришћена је опруга од 25 kg и брзина кретања од 70 mm/min (слика 12). Очитана вредност је помножена са одговарајућим коефицијентом ($k=2,453$), како би сила лома била изражена у Њутнима.

Боја љуске је визуелно оцењивана поенима од 1 (потпуно бела) до 5 (тамно смеђа).

Чистоћа љуске је визуелно оцењивана поенима од 1 (јако прљава) до 5 (потпуно чиста).



Слика 9. Мерење масе љуске



Слика 10. Мерење дебљине љуске



Слика 11. Одређивање деформације љуске



Слика 12. Мерење сила лома љуске

5.4. Хемијски састав јаја

На јајима на којима су претходно утврђени параметри спољашњег и унутрашњег квалитета јаја и љуске даље су се вршиле хемијске анализе, а све у циљу одређивања хемијског састава јаја. Јаја су претходно хомогенизована, а на добијеном меланжу (слика 13) су рађена следећа испитивања:

- Садржај суве материје - одређен је по стандарду SRPS ISO 1442/1998;
- Садржај укупног пепела - одређен је по стандарду SRPS ISO 936/1999;
- Садржај азота - одређен је по стандарду SRPS ISO 937/1992, а садржај протеина утврђен је по следећем образцу: $СП (\%) = N (\%) \times 6.25$;
- Садржај слободне масти - по стандарду SRPS ISO 1444/1998;

- Маснокиселински састав и садржај холестерола (на збирном узорку) – одређени су на HPLC-у.



Слика 13. Узорци меланжа за хемијска испитивања

5.5. Телесна маса, кланичне особине и хемијски састав меса КОКОШИ НОСИЉА

У циљу испитивања кланичних особина, квалитета меса и костију кокоши носиља по завршетку једногодишњег производног циклуса, методом случајног узорка одабрано је по шест јединки по групи (укупно 24 носиље). Након периода гладовања од 12 сати, извршено је мерење телесне масе пре клања, а потом и клање.

После клања трупови су обрађени (слика 14) и извршено је њихово расечање у складу са Правилником о квалитету меса пернате живине (1981). У циљу утврђивања приноса и удела основних делова трупа, утврђени су маса и рандман класично обрађеног трупа и маса и удео основних делова трупа (груди, батаци, карабатаци, крила, леђа и карлица) у односу на живу масу кокоши пре клања. Дисекцијом делова трупа I категорије (груди, батаци, карабатаци) издвојени су и измерени маса, и израчунат удео меса ове категорије трупа у односу на масу јединки пре клања.



Слика14. Класично обрађени трупови кокоши носиља

У циљу одређивања квалитета меса извршене су хемијске анализе и утврђен је хемијски састав узорака мишићног ткива груди и батака и карбатака, односно белог и тамног меса. У циљу утврђивања основног хемијског састава извршена су следећа испитивања:

- Садржај суве материје - одређен је по стандарду SRPS ISO 1442/1998;
- Садржај укупног пепела - одређен је по стандарду SRPS ISO 936/1999;
- Садржај азота - одређен је по стандарду SRPS ISO 937/1992, а садржај протеина утврђен је по следећем образцу: $СП (\%) = N (\%) \times 6.25$;
- Садржај слободне масти - по стандарду SRPS ISO 1444/1998;

5.6. Квалитет костију кокоши носиља

У циљу испитивања квалитета костију од сваке заклане кокоши носиље издвојени су бутна кост (*femur*) и голењача (*tibia*). Чврстоћа костију је утврђена мерењем силе лома по методи Машића *et al.* (1985) на уређају IPNIS са ширином ослонца фиксираном на 40 mm. Добијени резултати очитани у килограмима су множењем одговајућим фактором (9,81) преведени у Њутне.

5.7. Статистичка обрада података

Анализа највећег броја података из ових истраживања извршена је на основу израчунатих средњих вредности и њихових стандардних девијација. Тестирање значајности разлика у просечним вредностима испитиваних особина између огледних група кокоши носилца изведено је применом одговарајућег модела анализе варијансе за два фактора (систем гајења и генотип) применом F теста за $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$. Пре статистичке обраде података анализом варијансе, сви подаци изражени у процентима, односно подаци добијени прерачунавањем у %, трансформисани су помоћу формуле $y = \arcsin \sqrt{x}$. Када је примењени F тест показао значајне разлике, тестирање разлика аритметичких средина и њихове интеракције је обављено тестом најмањих значајних разлика (LSD тест) за праг значајности $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$.

За особине боја жумацна, боја љуске и чистоће љуске уместо аритметичке средине коришћена је медијана као позициона средња вредност, а за тестирање разлика између огледних група за ове особине коришћен је Mann Whitney (U) тест за праг значајности $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$.

За тестирање значајности разлика у производним резултатима коришћен је непараметријски Wilcoxon тест за праг значајности $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$.

Статистичка обрада података урађена је у компјутерском програму Statistica (ver.7) Stat. Soft. Inc, (2006).

6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Резултати истраживања и дискусија добијених резултата, сагласно примењеној методологији, приказани су и разматрани са становишта утицаја система гајења различитих генотипова кокоши носиља јаја за конзум на производне перформансе и квалитет производа који се од њих добијају. Испитивани системи гајења су били подни и систем заснован према принципима органске производње (у даљем тексту - органски систем), а испитивани генотипови лаки линијски хибрид Isa Brown и раса комбинованих производних способности New Hampshire.

6.1. Производни резултати

Током 54. недеље трајања огледа, праћени су, утврђени и приказани следећи производни параметри кокоши носиља:

- носивост,
- произведена јајна маса,
- конзумација хране,
- конверзија хране у јајну масу и
- морталитет.

6.1.1. Носивост и произведена јајна маса

Носивост је најважнија производна особина кокоши носиља, и представља број снешених јаја у одређеном временском периоду по једној носиљи, изражен у процентима. Од вредности овог производног параметра превасходно и зависи успех у производњи.

У табели 3 су приказани просечни резултати носивости и произведене јајне масе по испитиваним факторима и по огледним групама, а на графикону 1 кретање носивости по огледним групама по недељама старости.

Из табеле 3 се може уочити да је лаки линијски хибрид Isa Brown имао знатно већу просечну носивост (76,89%) у односу на расу комбинованих производних способности New Hampshire (48,27%). Такође, у органском систему гајења забележена је већа носивост (66,93%) у односу на подни систем (58,24%). Разлике су статистички потврђене на нивоу значајности од $p \leq 0,01$.

Када се посматрају посебно огледне групе, између јединки Isa Brown хибрида у органском (77,88%) и подном систему гајења (75,91%) није било значајне разлике ($p \geq 0,05$). Са друге стране, New Hampshire јединке гајене у органском систему (55,98%) су оствариле веома значајно већу носивост ($p \leq 0,01$) у односу на оне гајене на поду (40,56%), а веома значајно мању ($p \leq 0,01$) у односу на обе огледне групе Isa Brown хибрида. Из ових података се са великом сигурношћу може претпоставити да је постојала јака интеракција између испитиваних система гајења и гајених генотипова.

Табела 3. Носивост и јајна маса кокоши носилца по испитиваним факторима и огледним групама

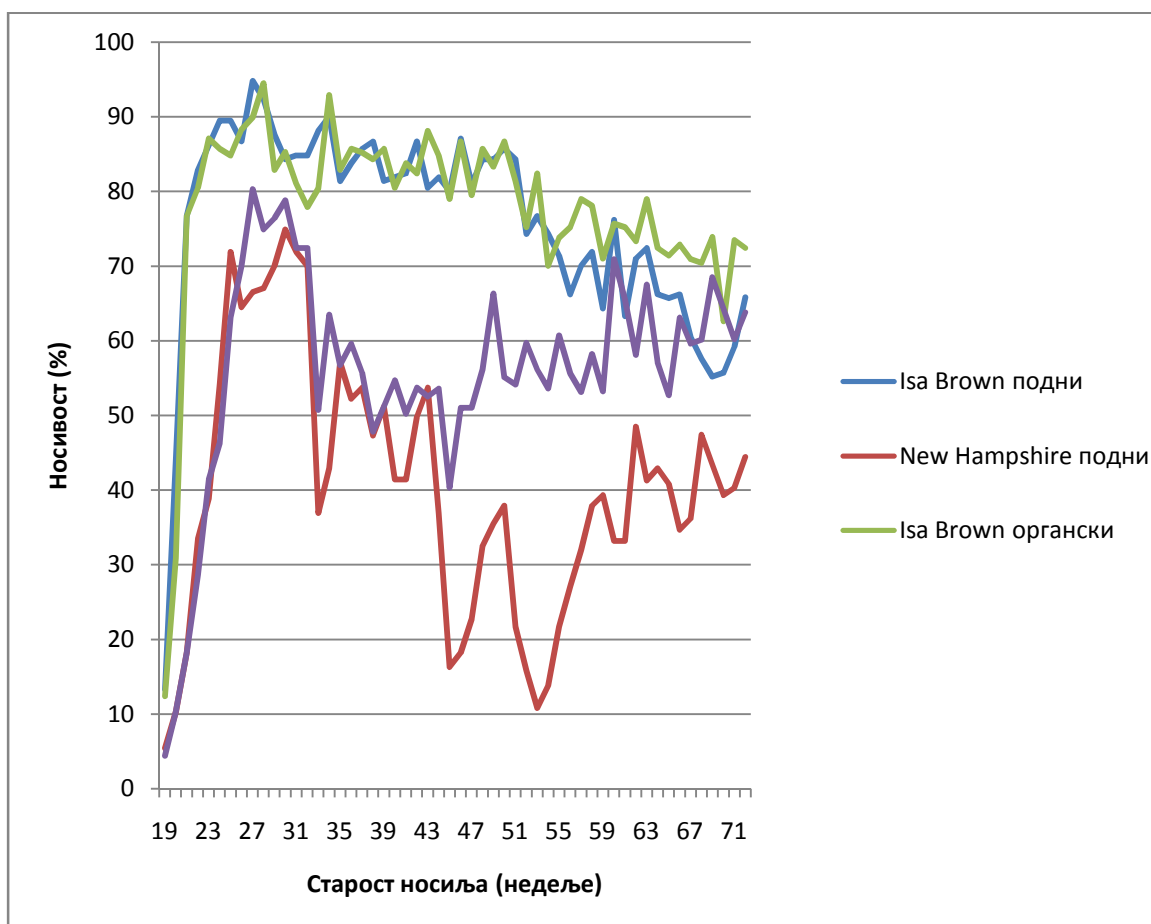
Третман			Носивост (%)	Јајна маса по носилци дневно (g)
Систем гајења				
Подни	\bar{x}		58,2 ^{Bb}	36,48 ^{Bb}
Органски	\bar{x}		66,9 ^{Aa}	41,45 ^{Aa}
Генотип				
Isa Brown	\bar{x}		76,89 ^{Aa}	47,77 ^{Aa}
New Hampshire	\bar{x}		48,27 ^{Bb}	30,15 ^{Bb}
Систем гајења x Генотип				
Подни	Isa Brown	\bar{x}	75,91 ^{Aa}	47,98 ^{Aa}
	New Hampshire	\bar{x}	40,56 ^{Cc}	24,98 ^{Cc}
Органски	Isa Brown	\bar{x}	77,88 ^{Aa}	47,57 ^{Aa}
	New Hampshire	\bar{x}	55,98 ^{Bb}	35,32 ^{Bb}

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом Wilcoxon теста

Са графикана 1 уочава се да је динамика носивости код Isa Brown хибрида била слична у оба посматрана система гајења. Подно гајене јединке максимум носивости су оствариле у 27. а органске у 28. недељи старости. После овога, носивост је полако опадала у складу са технолошким нормативом за овај хибрид, с тим што се уочава да у последњих 14 недеља трајања огледа на графикону нема сечења линија носивости за ове две огледне групе, тј. органске носилце су бележиле блажи пад носивости у односу на оне подно гајене. Тако су у последњој огледној недељи органске Isa Brown носилце оствариле носивост од 72,4%, а подно гајене 65,8%. Ове разлике нису условиле значајне разлике ($p \geq 0,05$) у укупној носивости између ове две огледне групе.

Са друге стране, New Hampshire носиље су пар недеља касније достигле свој максимум носивости у односу на Isa Brown јединке. Тако су органске New Hampshire кокоши максималну носивост (80,3%) достигле у 29. недељи старости, а подно гајене у 30. (74,9%). Графикон 1 показује неколико падова носивости код подне групе, а нарочито су изражени били они између 33-34, 40-41, 44-46. и 52-54. недеље старости. Најнижа носивост је забележена 53. недеље старости и износила је само 10,8%. После овог периода, носивост је расла, и у последњој огледној недељи је износила 44,4%. Органски гајене јединке ове расе нису имале овако драстичне падове носивости, и само два пута у току трајања огледа је забележена носивост испод 50%, у 38. недељи 47,8% и у 45. недељи, када је забележен и минимум носивости код ове огледне групе - 40,3%. Органске New Hampshire носиље су огледни период завршиле са носивошћу од 63,8%.

Графикон 1. Носивост кокоши носиља по огледним групама



Већа носивост Isa Brown хибрида у односу на New Hampshire расу је била очекивана, јер ова два генотипа припадају различитим производним типовима.

Наиме, Isa Brown хибрид је селекционисан за производњу јаја и један је од водећих хибрида овог типа и на светском нивоу, док раса New Hampshire припада комбинованом типу за производњу меса и јаја. ISA Brown Management Guide предвиђа, додуше у конвенционалном - кавезном систему, просечну носивост од 87,12% за 54-недељну производњу овог хибрида, док за New Hampshire нема стриктно дефинисаних података као за Isa Brown због саме природе овог генотипа, али већина навода из доступне литературе (Milošević i Perić, 2011; Mitrović i Đekić, 2013) наводе да ова раса просечно носи 175-200 јаја годишње по носилци, што прерачунато у проценте износи између 48% и 55%, што је блиско резултатима оствареним у нашем огледу. Нижа носивост, 77,88% код органских и 75,91% код подно гајених Isa Brown носилца, у односу на технолошки норматив, је очекивана и у складу је са резултатима бројних аутора који су утврдили слабију носивост код јединки гајених у алтернативним системима гајења у односу на конвенционални - кавезни (Castellini *et al.*, 2006; Yakubu *et al.*, 2007; Mugnai *et al.*, 2009, Dvorak *et al.*, 2010; Gerzilov *et al.*, 2012; Englmaierova *et al.*, 2014). Посебан разлог за слабије производне резултате Isa Brown хибрида у односу на технолошки норматив може се потражити и у недостатку додатног осветљења, па јединке током највећег дела трајања производног циклуса нису имале на располагању дужину светлосног дана прописану за овај генотип.

Резултате сагласне нашим, да лаки линијски хибриди остварују знатно бољу носивост у односу на јединке чистих раса, објавили су и Rizzi i Chiericato (2005), који су код лаких линијских хибрида (Hy-Line Brown - HLB, Hy-Line White – HLW) у органском систему производње утврдили знатно већу носивост у поређењу са две аутохтоне италијанске расе (Robusta maculata – RM, Ermellinata of Rovigo – ER). У 32-ој недељи живота, HLB i HLW су имали носивост од 94,1% и 88,7%, док су RM i ER у истој доби имале носивост од 63% и 56,8%.

Статистичка обрада података је показала и да су органске јединке имале већу носивост од оних подно гајених. Међутим, када се анализира низ појединачних поређења непараметарским Wilcoxon тестом, може се са великом сигурношћу тврдити да је постојала јака интеракција између испитиваних система гајења и генотипа. Наиме, систем гајења није узроковао значајне разлике ($p \geq 0,05$) у носивости између подно и органски гајених јединки Isa Brown хибрида. Са друге стране, јединке New Hampshire расе гајене у органском систему су имале знатно већу носивост ($p \leq 0,01$) од подно гајених јединки исте расе. Ово указује да поједини

генотипови боље реагују на приступ свежем ваздуху и слободи покрета, показујући боље производне резултате у систему гајења са испустом у односу на систем који подразумева гајење јединки искључиво у затвореном простору. Ово се посебно односи на јединке раса које су настале и прилагођене су условима живота који подразумевају несметано кретање и исхрану на испусту. И резултати истраживања Kucukyilmaz *et al.* (2012), који су упоређивали носивост различитих генотипова - White Lohmann LSL и АТАК-S – гајених у конвенционалним кавезима и у систему органске производње потврђују да различити генотипови могу различито реаговати у различитим системима производње. Наиме, White Lohmann LSL носилце су имале већу носивост у кавезном систему (89,8%) него у органском (87,2%), док насупрот томе АТАК-S кокоши носилце су показале слабије производне способности у кавезном (80,4%) у поређењу са органским системом производње (82,5%).

Ако се анализира динамика носивости по огледним недељама, обе групе Isa Brown хибрида су забележиле пик носивости у периоду када је то предвиђено технолошким нормативом за овај генотип - између 26. и 29. недеље старости. Осцилације у носивости по недељама које су се јављале код јединки овог генотипа могу се пре свега приписати климатским чиниоцима под чијим утицајем су били. Наиме, периоди екстремно високих и екстремно ниских температура ваздуха који су се повремено јављали условљавали су мање или веће падове носивости, да би се по стабилизацији климатских прилика стабилизовала и носивост. У последњој трећини трајања огледа, органска група је скоро константно бележила за неколико процената већу носивост у односу на групу гајену у подном систему. Разлог за ово је вероватно већа удобност, већа изложеност светлости и, генерално гледано, бољи амбијентални услови које су имале јединке које су имале приступ испусту у овом периоду године (период март-јун). Овај тренд је допринео да на крају постоји апсолутна разлика у носивости између органски гајених јединки (77,88%) и оних гајених на поду (75,91%), која није статистички потврђена ($p \geq 0,05$), јер су подно гајене јединке имале нешто бољу носивост на почетку огледа, у периоду јул - септембар. Резултате веома сличне овим објавили су Ferrante *et al.* (2009), који нису утврдили разлику у носивости између Ну-Line Brown јединки гајених у органском и подном систему, иако је максимум носивости био већи у органском него у подном систему у 25. недељи (94,5% : 93%), а до 58. недеље носивост била нешто већа у подном систему, укупни резултати носивости (86,40% : 86,35%) нису показали значајну разлику ($p \geq 0,05$).

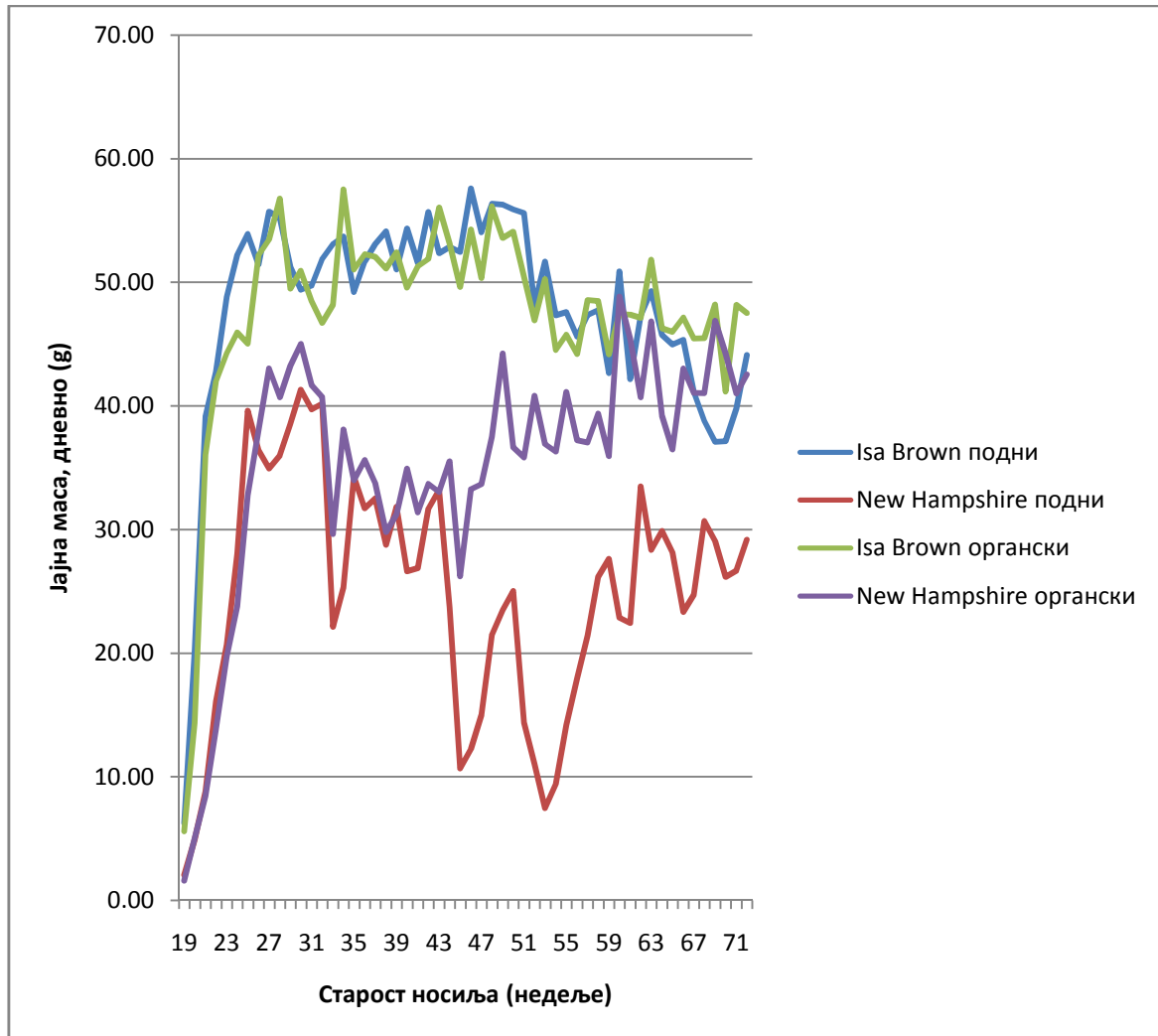
Ако се посматра тренд носивости New Hampshire расе, смањење производње овог генотипа се поклапа са периодом јесени и зиме, што је и иначе карактеристика овог типа кокоши. Код подне групе драстични падови у носивости су забележени између 33-34, 40-41, 44-46. и 52-54. недеље старости, и могу се приписати пре свега реакцији на промене температуре, влажности ваздуха и интензитета светлости, на коју су овако гајене јединке реаговале знатно драстичније у односу на Isa Brown подну групу. Са друге стране, органске New Hampshire кокоши нису бележиле тако велике и дуготрајне падове носивости. Свеукупно гледано, органска New Hampshire група је скоро цео огледни период бележила знатно већу носивост од подне, тако да коначни резултати (органска - 55,98%, подна - 40,56%) потврђују раније изнете наводе, да јединке ове расе слабо реагују на органичену слободу покрета, што је све резултовало овако великим разликама у носивости.

Дневно произведена јајна маса у највећој мери зависи од носивости, па су резултати везани за овај параметар скоро идентични онима који се односе на носивост. Из табеле 3 се види да је Isa Brown хибрид остварио просечну дневну производњу јаја од 47,77 g, а New Hampshire раса 30,15 g. У органском систему производње просечно је дневно произведено 41,45 g, а у подном 36,48 g јајне масе. Ове разлике су биле веома значајне ($p \leq 0,01$). Посматрано појединачно по групама, производња Isa Brown хибрида се није значајно разликовала ($p \geq 0,05$) у подном (47,98g) и органском систему гајења (47,57). Са друге стране, органске New Hampshire јединке су оствариле веома значајно лошије ($p \leq 0,01$) резултате (35,32 g) у односу на обе огледне Isa Brown групе, али веома значајно боље ($p \leq 0,01$) у поређењу са New Hampshire јединкама гајеним у подном систему (24,98 g). Овакви резултати указују на врло вероватно постојање јаке интеракције између система гајења и генотипа.

Графикон 2, који приказује динамику производње јајне масе по недељама огледа показује да су Isa Brown јединке у оба испитивана система гајења имале релативно стабилну дневну производњу јајне масе, док је дневна производња јајне масе New Hampshire расе показивала приличне осцилације, посебно у подном систему држања. Максимум дневне производње јајне масе је код органских Isa Brown носиља је забележен у 34. недељи старости (57,52 g), а код подне групе у 46. недељи (57,59 g).

Код New Hampshire органске групе, максимум производње јајне масе је забележен пред крај производног циклуса, у 60. недељи старости - 48,83 g, док је код подне групе то било на почетку производног циклуса, када су јединке биле старе 30. недеља и оствариле просечну дневну производњу јајне масе од 41,32 g.

Графикон 2. Дневно произведена јајна маса кокоши носиља по огледним групама



Непостојање значајне разлике ($p \geq 0,05$) између подно и органски гајених јединки Isa Brown хибрида, док су органски гајене New Hampshire јединке имале значајно већу ($p \leq 0,01$) дневну производњу јајне масе у односу на оне гајене на поду, указује на врло вероватно постојање јаке интеракције између система гајења и генотипа, што је у потпуности сагласно са резултатима који су изнети у вези носивости. На графикону 2 се примећује да не постоји константна разлика у производњи јајне масе у последњих 14 недеља трајања огледа између подно и органски гајених Isa Brown носиља, која је била јасно уочљива на графикону 1 који

је приказивао носивост. Наиме, већа просечна маса јаја код подно гајених јединки овог хибрида је неутралисала нешто мању носивост, па је дневно произведена јајна маса за цео огледни период у апсолутним вредностима чак и већа код подне групе за око 0,4 g дневно иако је носивост била мања за скоро 2%. Повећање просечне масе јаја са старњем носиља условило је и померање максимума дневне производње јајне масе, тако да су органске Isa Brown носиље максимум у производњи забележиле шест недеља касније у односу на пик носивости - у 34. недељи. Значајно повећање просечне масе јаја, повезано са релативно благим падом носивости, условило је да се максимум дневне производње јајне масе код подно гајене групе овог хибрида помери за чак 19 недеља у односу на максимум носивости - у 46. недељу старости. Једино су се код подне New Hampshire групе поклопили максимуми носивости и производње јајне масе - 30. недеља старости, јер је велики пад у носивости са почетка јесени и зиме условио да повећање просечне масе јаја не допринесе значајније у повећању укупно произведене јајне масе. Са друге стране, повећање носивости код органских New Hampshire носиља, које је наступило у последњој четвртини трајања огледа, допринео је да максимум у производњи јајне масе наступи тек у 60. недељи старости, када су јединке биле два пута старије него у периоду када су оствариле максимум у носивости. Релативно висока носивост, повезана са великом просечном масом јаја, допринеле су да дневна производња јајне масе код ове огледне групе у овом периоду скоро достигне производњу коју су остваривале Isa Brown носиље у оба система гајења.

6.1.2. Конзумација и конверзија хране

Утрошак хране представља један од најбитнијих параметара живинарске производње, јер трошкови исхране чине више од 60% укупних трошкова. Лаки линијски хибриди константно бележе напредак у погледу конверзије хране у јајну масу, која се полако приближава свом биолошком максимуму.

У табели 5 су приказани просечне вредности конзумације и конверзије хране у јајну масу по испитиваним факторима и огледним групама. Из ових података се уочава да су јединке у органском систему производње забележиле значајно већу ($p \leq 0,05$) просечну дневну конзумацију хране (127,48 g) у односу на подно гајене јединке (124,90 g). Такође, јединке New Hampshire расе су оствариле веома значајно већу ($p \leq 0,01$) просечну дневну конзумацију хране (126,88 g) у односу на Isa Brown

хибрид (125,50 g). Међутим, када се посматрају појединачна поређења између огледних група, са великом сигурношћу се може претпоставити да је постојала јака интеракција између испитиваних фактора. New Hampshire органска група је забележила веома значајно већу ($p \leq 0,01$) просечну дневну конзумацију хране (129,43 g) у односу на остале три експерименталне групе (Органска Isa Brown 125,54 g; подна Isa Brown 125,46 g; подна New Hampshire 124,33 g), које се међу собом нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Из података графикана 3 се може уочити да су Isa Brown јединке из оба посматрана система гајења максималну конзумацију хране оствариле у истој недељи - 41. недеља старости. Минималне конзумације су остварене на почетку производног циклуса, код органске групе у 22. недељи - 91 g, а код подне у 20. недељи - 98 g. Што се тиче New Hampshire генотипа, обе групе су забележиле максималну конзумацију хране од 153 g, с тим што су органске јединке то оствариле у 66. и 67. недељи старости, а подно гајене у 48. недељи. Минималне конзумације хране код органске New Hampshire групе забележена је у 22. недељи - 102 g, код подне огледне групе истог генотипа у 41. недељи старости - 104 g.

Табела 4. Конзумација и конверзија хране кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

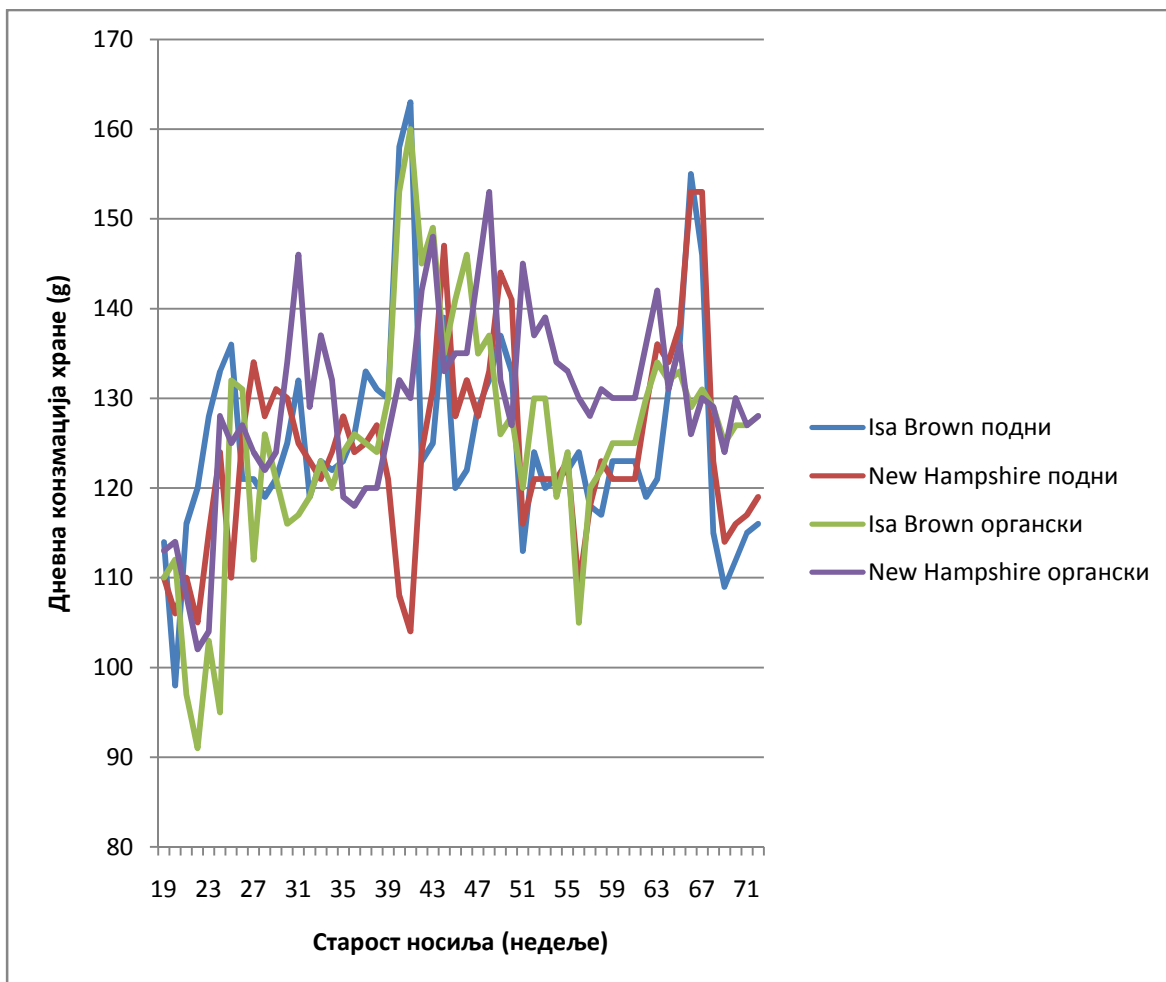
Третман		Просечна дневна конзумација хране по носиљи (g)		Просечна конверзија хране у 1 kg јајне масе (kg)
Систем гајења				
Подни	\bar{x}	124,90 ^{Ab}		4,93 ^{Aa}
Органски	\bar{x}	127,48 ^{Aa}		4,29 ^{Bb}
Генотип				
Isa Brown	\bar{x}	125,50 ^{Bb}		2,97 ^{Bb}
New Hampshire	\bar{x}	126,88 ^{Aa}		6,24 ^{Aa}
Систем гајења x Генотип				
Подни	Isa Brown	\bar{x}	125,46 ^{Bb}	2,92 ^{Aa}
	New Hampshire	\bar{x}	124,33 ^{Bb}	6,93 ^{Cc}
Органски	Isa Brown	\bar{x}	125,54 ^{Bb}	3,03 ^{Aa}
	New Hampshire	\bar{x}	129,43 ^{Aa}	5,55 ^{Bb}

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом Wilcoxon теста

Подаци из табеле 4 показују да се органска New Hampshire група веома значајно разликовала ($p \leq 0,01$) по конзумацији хране од остале три експерименталне групе. Постоји неколико разлога којима се могу објаснити овакви резултати. Као прво, New Hampshire раса припада комбинованом производном типу, и за очекивати је било да она конзумира више хране у односу на лаки линисјки хибрид Isa Brown, што су у својим истраживањима потврдили Mostert *et al.* (1995), који су утврдили знатно већу конзумацију хране код New Hampshire јединки у односу на лаке линијске хибриде у три испитивана система гајења: батеријском, подном и систему гајења са испустом. И Kucukyilmaz *et al.* (2012) су утврдили значајне разлике у конзумацији хране код различитих генотипова у различитим системима гајења. Разлог због чега су подно гајене New Hampshire јединке имале значајно мању дневну конзумацију хране у односу на органски гајене, треба тражити у њиховој знатно слабијој носивости, па самим тим и знатно мањим продуктивним потребама. Са друге стране, недостатак значајних разлика ($p \geq 0,05$) у конзумацији хране подно и органски гајених јединки Isa Brown хибрида се може објаснити на следећи начин: органске јединке су несумљиво имале веће потребе у енергији због веће локомоторне активности, које су надокнађивале храном са испуста, па у укупном збиру није било разлика између две посматране групе у вредности овог параметра. Конзумација хране је била у оквирима прадвиђања за овај генотип од око 125 g у систему држања са испустом према ISA Brown Management Guide. И Rizzi *et al.* (2006) нису утврдили значајну разлику у дневном конзумирању хране Isa Brown јединки гајених у кавезном и систему са испустом (око 135 g), као ни Mugnai *et al.* (2013), који су на Ancona раси утврдили сличну конзумацију хране у конвенционалном (109,8g) и органском систему производње (110,4 g).

Наравно, на конзумацију хране утичу и други фактори, пре свега климатски чиниоци, али и доступност и квалитет хране на испусту. Ове чињенице могу да објасне и велика варирања у конзумацији хране у току једногодишњег производног циклуса. Код Isa Brown хибрида минимална конзумација хране је забележена на почетку производног циклуса. Подна група је најмању количину хране конзумирала у 20. недељи старости, када је носивост била 44,3%, па су производне потребе биле мање него у пуној носивости. Органска група је минимум у дневној конзумацији хране забележила две недеље касније, у 22. недељи узраста, када је носивост већ била изнад 80%. Веће продуктивне потребе ове огледне групе су подмириване храном са испуста који је у то време био добро обезбеђен травом.

Графикон 3. Просечна дневна конзумација хране кокоши носиља по огледним групама



Наши резултати потврђују наводе Bassler-a (1997) који наводи да се на испусту може задовољити 15%, и Henry-a (2002), који сматра да се чак 20% потреба за храном кокоши носиља може задовољити на испусту, тако што ће јединке конзумирати траву, инсекте и бескичмањаке. Bitно је напоменути да се уобичајена дневна конзумација хране у органској Isa Brown групи бележи тек после 25. недељи старости, тј. после скоро два месеца од почетка огледа, на почетку фазе максималне носивости, а када је травнати покривач почео да губи на свом квалитету. Слични резултати су забележени и код органске New Hampshire групе, код које је минимална конзумација хране забележена у 22. недељи старости (102 g), а очекивана дневна конзумација хране од преко 120 g по носиљи забележена тек у 24. недељи старости, када је први пут и забележена носивост већа од 50%, па су и продуктивне потребе постале веће. Значајно повећање дневне конзумације хране код обе органске групе

временски се временски подударило са смањењем обраслости испуста травним покривачом, које је приказано на сликама 15,16,17 и 18.



Слика 15. Стање испуста на почетку огледа - 08.06.2013.



Слика 16. Стање испуста - 06.07.2013.



Слика 17. Стање испуста - 25.08.2013.



Слика 18. Стање испуста - 16.11.2013.

Максимална конзумација хране и код органске и код подне Isa Brown групе, забележена је у 41. недељи старости, и била је узрокована првим јаким мразевима те јесени, што је узроковало повећање потреба за енергијом за терморегулацију.

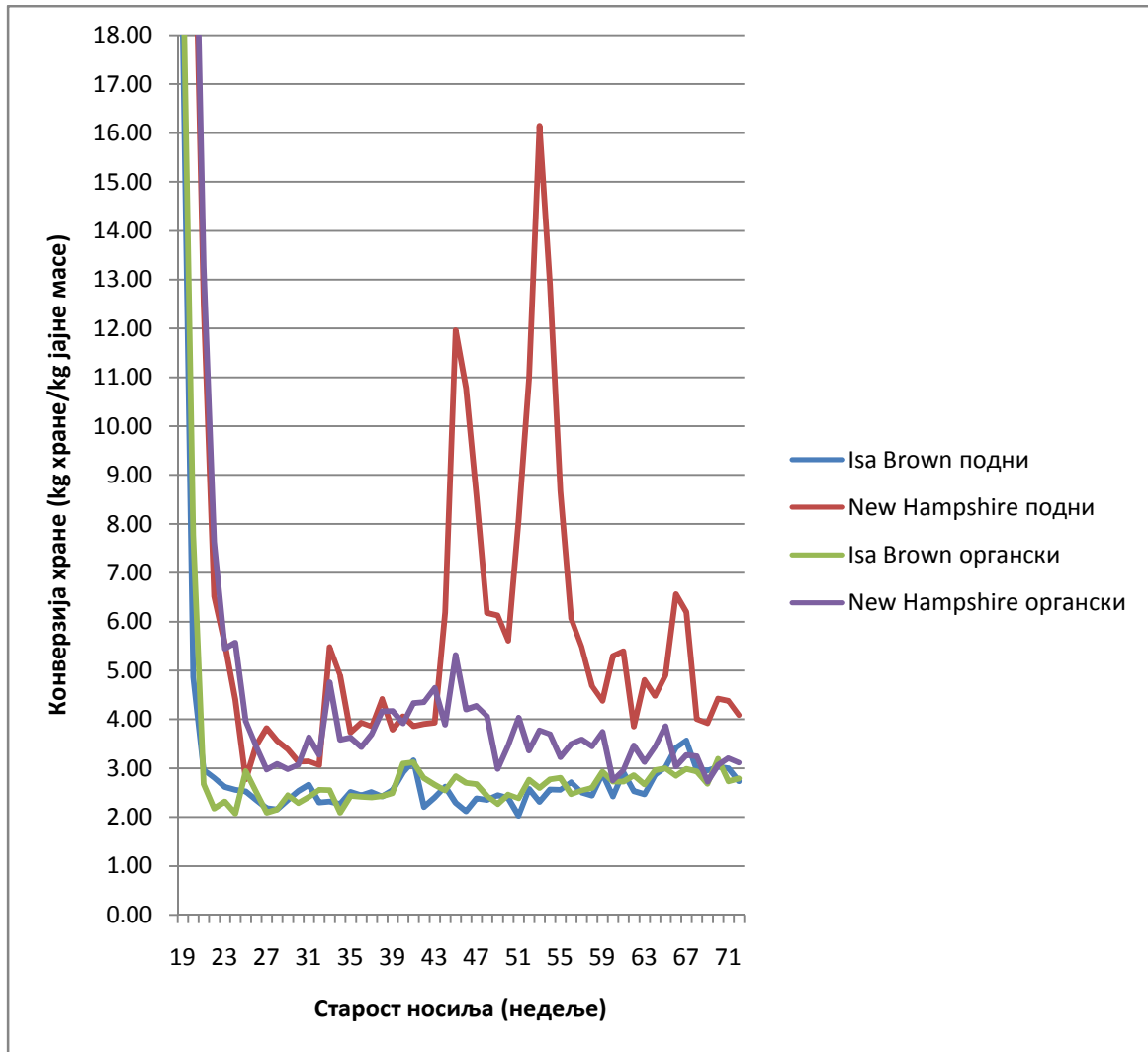
Негативну корелациону повезаност између конзумације хране и спољашње температуре су утврдили и Talukder *et al.* (2010). Занимљиво, управо те недеље забележена је и минимална конзумација хране код подне New Hampshire групе. Овај наизглед контрадикторан резултат се може објаснити када се узме у обзир и носивост подне New Hampshire групе у том периоду - она је пала испод 50%, тако да се због смањене носивости смањила и потреба за хранљивим материјама. New Hampshire органске носиље максималну конзумацију хране су оствариле у 48. недељи старости, која се временски подударила са временом јаким новогодишњих мразева. Код подне групе овог генотипа, максимална конзумација хране је забележена узастопно у 66. и 67. недељи старости.

Конверзија хране представља количину хране која је потребна за производњу једног килограма јајне масе, и добар је показатељ ефикасности и рентабилности производње. Подаци о конверзији хране, приказани у табели 4, показују да је просечна конверзија хране у јајну масу била веома значајно боља ($p \leq 0,01$) код Isa Brown (2,97 kg хране/kg јаја) у односу на New Hampshire носиље (6,24 kg хране/kg јаја). Такође веома значајно боља конверзија хране ($p \leq 0,01$) забележена је код органских (4,29 kg хране/kg јаја) у односу на подно гајене кокоши (4,93 kg хране/kg јаја). Међутим, ако се посматрају појединачна поређења између огледних група, добијају се подаци који указују на врло вероватно јаку интеракцију испитиваних фактора (као и код просечне носивости и просечно дневно произведене јајне масе, од којих конверзија хране и највише зависи). Наиме, није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у конверзији хране између органски (3,03kg хране/kg јаја) и подно гајених (2,92 kg хране/kg јаја) Isa Brown кокоши. Са друге стране, органске New Hampshire носиље су имале значајно слабију конверзију хране (5,55 kg хране/kg јаја) хране у односу на обе експерименталне групе Isa Brown хибрида ($p \leq 0,01$), али веома значајно бољу ($p \leq 0,01$) у односу на подно гајене New Hampshire кокоши (6,93 kg хране/kg јаја).

На графикону 4 се уочава да је најбоља конверзија хране у јајну масу код подне Isa Brown групе забележена у 51. недељи старости (2,02 kg хране/kg јаја), а код органске експерименталне групе истог генотипа у 24. недељи старости (2,07 kg хране/kg јаја). Код New Hampshire носиља, најбоља конверзија хране је остварена у 68. недељи старости код органске (2,73 kg хране/kg јаја), а у 25. недељи код подне групе (2,77 kg хране/kg јаја).

Слабија конверзија хране код New Hampshire јединки у односу на Isa Brown хибрид била је и очекивана. Пре свега, јединке лаког линијског хибрида носе више јаја, а обично конзумирају мање хране у односу на јединке чисте расе, па када се ове две величине доведу у однос, резултују и знатно бољом конверзијом.

Графикон 4. Просечна дневна конверзија хране у јајну масу кокоши носиља по огледним групама



Резултате сагласне нашим, да јединке раса имају слабију конверзију хране у односу на лаке линијске хибриде, објавили су и Mostert *et al.* (1995), који су код носиља New Hampshire расе утврдили конверзију хране од 3,19 у систему са испустом, а 3,49 kg хране/kg јаја у подном систему гајења. Просечна конверзија хране лаког линијског хибрида у овом истраживању износила је 2,13 у подном, а 2,40 kg хране/kg јаја у систему гајења са испустом. Слабија конверзија хране у нашем истраживању у односу на горе наведене производне резултате може се приписати

различитој исхрани, различитом квалитету травнатог покривача и посебно различитим климатским чиниоцима, који имају огроман утицај у системима гајења кокоши носиља који подразумевају коришћење испуста. Слабију конверзију хране у односу на технолошки норматив који наводи ISA Brown Management Guide од 2,26 kg хране/kg јаја за једногодишњи производни циклус у конвенционалној производњи је очекиван, и сагласан бројним ауторима који су утврдили да алтернативни системи гајења повећавају потребну количину хране за један килограм јајне масе (Tiller, 2001; Senčić i Butko, 2006; Lolli *et al.*, 2013, Englmaierova *et al.*, 2014).

Велики скокови у вредностима конверзије хране који су уочавају на графикону 4 код подно гајених New Hampshire носиља се поклапају са падовима у производњи јајне масе исте огледне групе на графикону 2, што је и очекивано, јер производња јајне масе највише утиче на вредности конверзије хране. Битно је напоменути да су органске јединке овог генотипа, иако су оне конзумирале значајно веће количине хране у односу на јединке гајене на поду, због знатно веће производње јајне масе показале и боље резултате у конверзији хране.

6.1.3. Морталитет

У табели 5 су приказани резултати морталитета кокоши носиља по огледним групама. У оба испитивана система гајења, Isa Brown хибрид је забележио морталитет од 6% за 54-недељни период носивости. Са друге стране, New Hampshire генотип у органском систему је имао моралитет од 3%, док у подној групи уопште није било моратлитета.

Резултати остварени у нашем истраживању су у граничним вредностима предвиђеним за здраву, комерцијалну и рентабилну живинарску производњу према начину вредновања алтернативних система гајења живине у Шведској (у оквиру којих се степен морталитета користи као један од параметара за оцењивање). Горња граница морталитета током пуног производног циклуса према овом систему износи 9% (Van de Weerd *et al.*, 2009). Највећи број јединки Isa Brown хибрида је угинуо због пролабирања клоаке услед ношења неуобичајено крупних јаја (јединке код којих се јавио овај проблем су снеле јаја следеће масе: 110,8 g; 101,1 g, 91,3 g). Пошто се у нашем огледу радило о малим јатима и степен удобности гајених јединки је био на високом нивоу, није било појаве кљуцања перја и канибализма који су

иначе једни од главних узрочника морталитета код кокоши носиља (Savory, 1995; Weitzenburger *et al.*, 2005, Blokhuis *et al.*, 2007).

Табела 5. Морталитет кокоши носиља по огледним групама

Подни систем		Органски систем	
Isa Brown	New Hampshire	Isa Brown	New Hampshire
6%	0%	6%	3%

Утицај система гајења на појаву и степен морталитета код кокоши носиља утврдио је велики број аутора који су се бавили овом проблематиком (Croxall i Elson, 2007; Ferrante *et al.*, 2009; Mugnai *et al.*, 2009; Anderson, 2010; Gerzilov *et al.*, 2012), али је јако битно истаћи и постојање јаке интеракције између система гајења и генотипа када се посматра укупни морталитет кокоши носиља (The Humane Society of the United States, 2010).

Резултате сагласне нашим, који указују на битан утицај генотипа на морталитет кокоши носиља износи и Sørensen (2001), који је у свом експерименту утврдио различит степен морталитета код четири генотипа у систему гајења са испустом. Под истим условима гајења, Isa Brown генотип је забележио морталитет од 19,9%, New Hampshire 13,8%, White Leghorn 6,7%, а хибрид New Hampshire x White Leghorn само 3,9%. И Aerni *et al.* (2005) наводе генотип као један од најбитнијих фактора који утиче на степен морталитета у различитим системима гајења кокоши носиља.

6.2. Квалитет јаја

Почев од 24. недеље старости, на сваких осам недеља до краја истраживања, на узорку од 15 јаја по експерименталној групи, мерена су два параметра спољашњег, пет параметара унутрашњег и шест параметара квалитета љуске.

6.2.1. Спољашњи квалитет јаја

Од параметара спољашњег квалитета јаја испитивани су:

- маса и
- индекс облика јаја.

6.2.1.1. Маса јаја

На сваких осам недеља, у току целог огледног периода, вршена је контрола просечне масе јаја кокоши носилца. Подаци добијени у овим контролама приказани су у табели 6.

У две извршене контроле систем гајења је показао значајан утицај на масу јаја ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$), док је утицај генотипа у четири контроле био сигнификантан (у два наврата $p \leq 0,05$, а у два $p \leq 0,01$). У два случаја јавила се и значајна интеракција испитиваних фактора на масу јаја (једном $p \leq 0,05$ а једном $p \leq 0,01$).

Прва и друга контрола, обављене у 24. и 32. недељи старости носилца, нису показале значајну разлику ($p \geq 0,05$) у просечној маси јаја између подно и органски гајених јединки. Међутим, иако анализа варијансе није показала интеракцију између испитиваних фактора, LSD тест је показао значајну разлику ($p \leq 0,05$) између подне (58,21 g) и органске групе (53,61 g) Isa Brown хибрида, док разлике између подно и органски гајених New Hampshire носилца није било ($p \geq 0,05$).

Са друге стране, Isa Brown јединке су у обе поменуте контроле оствариле веома значајно већу ($p \leq 0,01$) масу јаја од јединки New Hampshire расе (55,91 g : 51,60 g у 24. недељи, 60,61 g : 56,83 g у 32. недељи). Интеракције између испитиваних фактора није било.

Када се посматрају резултати просечне масе јаја у 56. и 64. недељи старости, уочава се да су оба испитивана фактора показала сигнификантан утицај на овај параметар квалитета јаја. New Hampshire раса је имала значајно већу ($p \leq 0,05$) просечну масу јаја у односу на Isa Brown хибрид и у 56. (66,60 g : 63,83 g) и у 64. недељи старости (69,17 g : 66,68 g). Такође, у оба поменута контролна периода, јаја произведена у подном систему су била значајно тежа у односу на органска, у 56. недељи тај однос је износио 67,58 g : 62,85 g ($p \leq 0,01$), а у 64. 69,55 g : 66,29 g ($p \leq 0,05$). Међутим, оно на шта се мора посебно обратити пажња је појава интеракције између испитиваних фактора у оба ова контролна периода. Наиме, органска Isa Brown група је имала веома значајно мању ($p \leq 0,01$) просечну масу јаја (58,77 g у 56. и 63,92 g у 64. недељи старости) у односу на све остале експерименталне групе (подни Isa Brown 68,89 g и 69,43 g; подни New Hampshire 66,27 g и 69,67 g; органски New Hampshire 66,93 g и 68,67 g) које се међу собом нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$).

Табела 6. Просечна маса јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Просечна маса јаја (g)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	55,01	59,31	65,36	66,47	67,58 ^{Aa}	69,55 ^{Aa}	66,37	
	Sd	6,19	3,81	6,32	5,71	5,62	4,80	4,63	
Органски	\bar{x}	52,50	58,13	62,71	66,19	62,85 ^{Bb}	66,29 ^{Ab}	66,16	
	Sd	6,22	4,28	3,96	4,96	6,44	5,19	4,30	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	55,91 ^{Aa}	60,61 ^{Aa}	63,97	66,20	63,83 ^{Ab}	66,68 ^{Ab}	66,33	
	Sd	4,25	3,88	5,93	5,75	7,40	4,94	4,94	
New Hampshire	\bar{x}	51,60 ^{Bb}	56,83 ^{Bb}	64,10	66,46	66,60 ^{Aa}	69,17 ^{Aa}	66,20	
	Sd	7,25	3,34	4,91	4,91	5,10	5,28	3,94	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	58,21 ^{Aa}	61,19 ^{Aa}	66,37	66,86	68,89 ^{Aa}	69,43 ^{Aa}	67,03
		Sd	4,10	3,15	7,18	5,78	6,78	4,78	5,45
	New Hampshire	\bar{x}	51,81 ^{Bb}	57,43 ^{BCb}	64,35	66,07	66,27 ^{Aa}	69,67 ^{Aa}	65,71
		Sd	6,36	3,56	5,38	5,82	3,97	4,99	3,70
Органски	Isa Brown	\bar{x}	53,61 ^{ABb}	60,02 ^{ABab}	61,57	65,54	58,77 ^{Bb}	63,92 ^{Bb}	65,63
		Sd	3,05	4,53	2,98	5,84	3,55	3,38	4,44
	New Hampshire	\bar{x}	51,39 ^{Bb}	56,23 ^{Cb}	63,85	66,84	66,93 ^{Aa}	68,67 ^{Aa}	66,69
		Sd	8,26	3,11	4,56	3,98	6,15	5,68	4,24
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	**	*	нз	
Генотип		**	**	нз	нз	*	*	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	**	*	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Резултати испитивања из 40, 48. и 72. недеље нису показали сигнификантан утицај испитиваних фактора на просечну масу јаја ($p \geq 0,05$). Динамика промене масе јаја са старошћу носиља по огледним групама приказана је на графикону 5.

У пет од седам контрола, анализом варијансе није утврђен значајан утицај система гајења на масу јаја, а разлике које су се јавиле у 56. и 64. (и донекле у 24. недељи), могу пре свега се приписати интеракцији посматраних фактора. Ово је у складу са резултатима бројних истраживача, који су утврдили да система гајења, сам

по себи, не мора имати утицаја на просечну масу јаја. Тако, непостојање значајних разлика у просечној маси јаја су утврдили Rizzi *et al.* (2006) код Isa Brown конвенционално и јединки гајених на испусту; Zemkova *et al.* (2007) код Isa Brown хибрида гајеног у кавезном систему, са обогаћеним кавезима, подном и систему са испустом; Mugnai *et al.* (2009) код Ансона носиља у конвенционалном, органском и органском плус; Anderson (2010) код Hy-Line Brown у кавезном и систему са испустом; Terčić *et al.* (2012) код Prelux-G у кавезном и органском систему; Kucukyilmaz *et al.* (2012) код Lohmann LSL и АТАК-S у кавезном и органском систему гајења; Golden *et al.* (2012) код Hy-Line Brown носиља у кавезном и систему гајења са испустом.

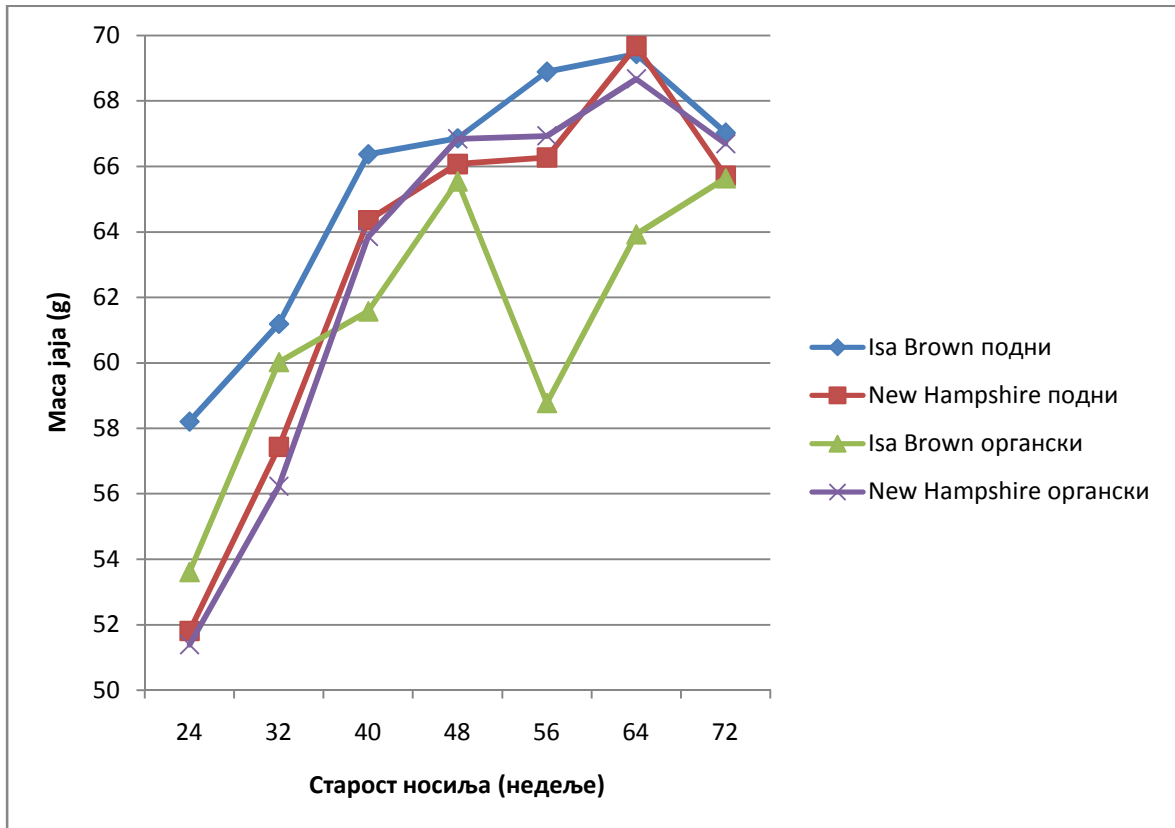
У четири од седам контрола утврђен је утицај генотипа на масу јаја кокоши носиља, што је у складу са наводима Basmacioglu i Egrul (2005), који су утврдили битне разлике у маси јаја између Babcock-300 и Isa Brown носиља и Kucukyilmaz *et al.* (2012) који су то исто утврдили код Lohmann LSL и АТАК-S јединки у различитим ситемима гајења. И Holt *et al.* (2011), истичу генотип као најбитнији фактор који утиче на масу јаја.

Са старошћу носиља генерално се повећава и маса јаја (Rizzi i Cassandro, 2009; Акуреk i Okur 2009; Škrbić *et al.*, 2011), али битно је напоменути да у нашем експерименту повећање масе јаја током сезоне ношења није биле једнако код оба испитивана генотипа, што се може видети и на графикону 5. Наиме, у 24. и 32. недељи старости јединке Isa Brown хибрида су имале веома значајно ($p \leq 0,01$) већу просечну масу јаја од јединки New Hampshire расе, што је слично резултатима које су објавили Mostert *et al.* (1995), који су утврдили мању просечну масу јаја New Hampshire расе (53,27 g) у односу на масу јаја три испитивана лака линијска хибрида (64,40 g ; 60,19 g и 64,07 g).

Већ код 40. и 48-недељних носиља у нашем истраживању није постојала значајна разлика ($p \geq 0,05$) у просечној маси јаја између посматрана два генотипа, јер се просечна маса јаја New Hampshire расе знатно брже повећавала са старењем у односу на јаја Isa Brown хибрида. Тако да се, и поред утврђене јаке интеракције између испитиваних фактора у 56. и 64. недељи, може рећи да су New Hampshire носиље носиле јаја веће просечне масе у односу на Isa Brown хибрид. Ово је сагласно резултатима које су објавили Rizzi i Chiericato (2005), који су, осим различите масе јаја између различитих генотипова, утврдили и различите стопе пораста масе јаја током времена. Код Hy Line Brown и Hy Line White генотипа

између 30. и 42. недеље, просечна маса јаја се повећала за око 30%, док је код Robusta Maculata расе то повећање износило скоро 300%.

Графикон 5. Динамика промене просечне масе јаја кокоши носиља по огледним групама



Резултати анализе варијансе су показале врло значајну интеракцију ($p \leq 0,01$) између система гајења и генотипа у 56. недељи, а значајну ($p \leq 0,05$) у 64. недељи. Органска Isa Brown група је имала значајно мању ($p \leq 0,01$) просечну масу јаја у оба испитивана периода у односу на остале три експерименталне групе, које се међу собом нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Постоји неколико разлога којима се могу објаснити овакви резултати. Пре свега, ако се посматра хемијски састав потпуних хранљивих смеша за кокоши носиље, приказан у табелама 1 и 2, може се приметити да, иако су оне биле веома сличне у садржају укупних протеина, органска смеша је имала скоро за трећину нижи садржај метионина и цистина (0,48%) у односу на хранљиву смешу коју су конзумирале подне експерименталне групе (0,68%). Koreleski i Świątkiewicz (2009) су утврдили повећање просечне масе јаја са додатком синтетичког метионина у оброк органски гајених кокоши носиља, што потврђује наводе из нашег истраживања да лимитиран ниво метионина у оброцима органских

кокоши носилца може, између осталог, резултовати смањењем просечне масе јаја. И Elwinger et al. (2008) наводе да је задовољење потреба за метионином у оброку органских кокоши носилца највећи изазов у овој производњи. И у првој контроли 24. недеље, LSD тест је показао значајну ($p \leq 0,05$) разлику између просечне масе подно (58,21 g) и органски (53,61 g) гајених Isa Brown носилца. Ако се посматрају и сви остали контролни периоди, може се приметити да је просечна маса јаја код Isa Brown хибрида при свим контролама била, гледано у апсолутним бројевима, већа код подне у односу на органску групу, с тим да контроле у 32, 40, 48. и 72. недељи те разлике нису потврдиле ($p \geq 0,05$). Разлог због чега су ове разлике битно порасле у другом делу носивости може се наћи и у знатно слабијем квалитету испуста у овом периоду, па органске Isa Brown кокоши носилце нису имале могућност да недостајуће количине лимитирајућих аминокиселина надокнаде кроз додатну исхрану на испусту.

Са друге стране, код New Hampshire расе ни у једној од седам контрола није било разлике ($p \geq 0,05$) у просечној маси јаја између подно и органски гајених кокоши носилца, иако су оне конзумирале исте хрњливе смеше као Isa Brown јединке, што је сагласно резултатима горе поменутих аутора да систем гајења сам по себи не мора узроковати разлике у просечној маси јаја (Rizzi et al., 2006; Zemkova et al., 2007; Mugnai et al., 2009; Anderson, 2010; Terčić et al., 2012; Kucukyilmaz et al., 2012 и Golden et al. (2012). Разлог за непостојање сигнификантних разлика у маси јаја између подно и органски гајених јединки овог генотипа може се потражити у мањем интензитету носивости New Hampshire расе, па су и смањени нивои есенцијалних аминокиселина (пре свега метионина) у органској потпуној хрњливој смеси били сасвим довољни да задовоље продуктивне потребе ових јединки без утицаја на масу јаја.

Укупно гледано, генотип са већом производњом је јаче реаговао на хранидбене дефиците карактеристичне за органску производњу, што је резултовало просечно мањом масом јаја у овом систему гајења.

6.2.1.2. Индекс облика јаја

Индекс облика је особина спољашњег квалитета јаја која представља однос његове ширине и дужине, изражен у процентима. Ова особина је најбитнија са становишта дизајнирања амбалаже за паковање јаја (Mašić i Pavlovski, 1994), а Kralik *et al.* (2013) наводе да оптималан индекс облика знатно умањује губитке у транспорту због мањег лома јаја. Ови истраживачи наводе и да су оптималне вредности индекса облика око 74, јер се јаја са индексом облика испод 72 се сматрају сувише издуженим, а јаја са вредношћу овог индекса изнад 76 су сувише обла.

У табели 7 су приказане просечне вредности индекса облика јаја за седам обављених контрола у току производног циклуса.

Од седам извршених контрола, у шест је генотип показао значајан утицај на вредности индекса облика јаја, са различитим нивоима значајности ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$). Са друге стране, утицај система гајења је показао веома значајан утицај ($p \leq 0,01$) у две контроле, а значајан ($p \leq 0,05$) при једној. Остале четири контроле нису показале сигнификантан утицај ($p \geq 0,05$) система гајења на вредности индекса облика јаја. Ни у једном контролном периоду, анализа варијансе није показала значајну интеракцију ($p \geq 0,05$) између испитиваних фактора.

Ако се посматра утицај система гајења на издуженост јаја, може се приметити да је његов утицај био различит у различитим периодима носивости. Подно гајене јединке су имале врло значајно веће ($p \leq 0,01$) вредности индекса облика у 32. (77,30 : 75,97) и 40. недељи старости (77,30 : 75,47), а значајно веће ($p \leq 0,05$) у 56. недељи старости (75,13 : 73:70). Веће вредности овог параметра код подно гајених јединки у односу на оне органски гајене 24,48, 64. и 72. недеље нису биле сигнификантне ($p \geq 0,05$).

Током скоро целог огледног периода, јединке Isa Brown хибрида су имале веће вредности индекса облика јаја у односу на New Hampshire расу, осим у последњој контроли, обављеној код 72-недељних кокоши носиља. Из графикана 6 се може запазити и да постоји мање-више константан пад вредности овог параметра код Isa Brown носиља са повећањем њихове старости, док су се вредности индекса облика јаја код New Hampshire расе одржавале на релативно константном нивоу у току целог огледног периода. Контрола обављена у 24. недељи, показала је разлику од 3,5% ($p \leq 0,01$) између два испитивана генотипа (78,73 : 75,23). Са повећањем старости носиља, та разлика се, са мањим или већим осцилацијама, смањивала (78,07

: 75,20 у 32. недељи ($p \leq 0,01$); 77,17 : 75,60 у 40. недељи ($p \leq 0,05$); 76,33 : 74,80 у 48. недељи ($p \leq 0,05$); 76,00 : 72,83 у 56. недељи ($p \leq 0,01$); 76,40 : 74,13 у 64. недељи ($p \leq 0,01$)), тако да на крају огледног периода, код 72-недељних носиља, разлике у вредности индекса облика јаја између два испитивана генотипа није ни било.

Табела 7. Просечне вредности индекса облика јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Индекс облика јаја							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	77,57	77,30 ^{Aa}	77,30 ^{Aa}	76,03	75,13 ^{Aa}	75,53	75,87	
	Sd	2,84	2,81	3,01	2,48	3,18	2,87	2,37	
Органски	\bar{x}	76,40	75,97 ^{Bb}	75,47 ^{Bb}	75,10	73,70 ^{Ab}	75,00	74,63	
	Sd	3,62	2,19	2,39	2,71	2,93	2,20	2,59	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	78,73 ^{Aa}	78,07 ^{Aa}	77,17 ^{Aa}	76,33 ^{Aa}	76,00 ^{Aa}	76,40 ^{Aa}	75,30	
	Sd	2,27	2,46	2,63	2,43	2,65	2,55	2,52	
New Hampshire	\bar{x}	75,23 ^{Bb}	75,20 ^{Bb}	75,60 ^{Ab}	74,80 ^{Ab}	72,83 ^{Bb}	74,13 ^{Bb}	75,20	
	Sd	3,21	1,81	2,88	2,62	2,74	2,01	2,61	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	79,07 ^{Aa}	78,93 ^{Aa}	78,53 ^{Aa}	76,53 ^{Aa}	76,27 ^{Aa}	76,60 ^{Aa}	75,93
		Sd	2,22	2,63	2,33	2,90	3,24	3,33	2,31
	New Hampshire	\bar{x}	76,07 ^{BCb}	75,67 ^{BCc}	76,07 ^{ABb}	75,53 ^{ABab}	74,00 ^{ABb}	74,47 ^{ABb}	75,80
		Sd	2,63	1,91	3,17	1,96	2,78	1,88	2,51
Органски	Isa Brown	\bar{x}	78,40 ^{ABa}	77,20 ^{ABb}	75,80 ^{Bb}	76,13 ^{ABa}	75,73 ^{Aab}	76,20 ^{Aa}	74,67
		Sd	2,35	2,01	2,21	1,92	1,98	1,52	2,64
	New Hampshire	\bar{x}	74,40 ^{Cb}	74,73 ^{Cc}	75,13 ^{Bb}	74,07 ^{Bb}	71,67 ^{Bc}	73,80 ^{Bb}	74,60
		Sd	3,60	1,62	2,59	3,03	2,23	2,14	2,64
ANOVA									
Систем гајења		нз	**	**	нз	*	нз	нз	
Генотип		**	**	*	*	**	**	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездике у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Када се посматра утицај система гајења на вредности индекса облика јаја, из графикана 6 се може видети да су подно гајене јединке током целог огледног

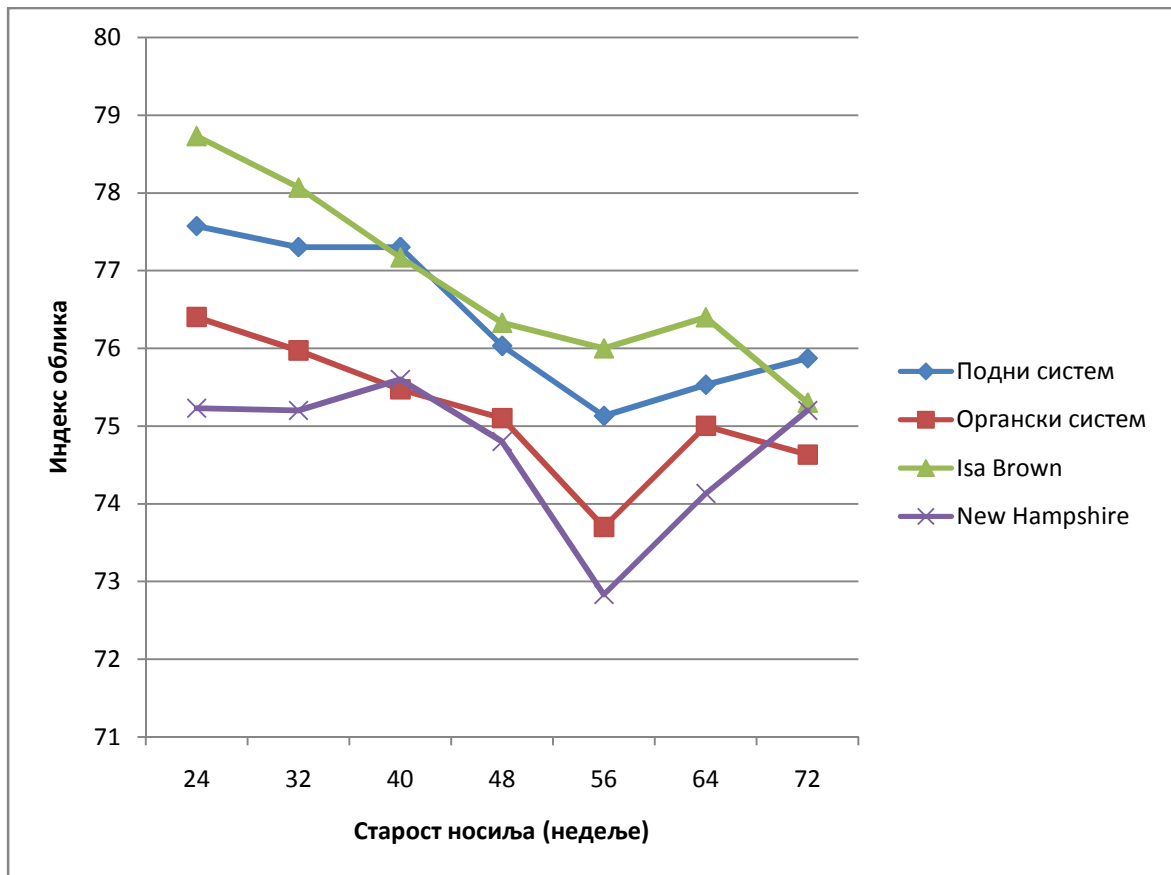
периода константно имале веће вредности индекса облика, с тим што су значајне разлике установљене 32, 40. ($p \leq 0,01$) и 56. ($p \leq 0,05$) недеље старости. Резултате сагласне овима, да боравак на испусту повећава издуженост јаја наводе и Mašić i Pavlovski (1994), који су код екстензивно гајених Isa Brown носиља утврдили врло значајну разлику ($p \leq 0,01$) у индексу облика јаја између подно гајених јединки (76,39) и јединки са испуста (75,53). Сличне резултате наводе и Kralik *et al.* (2013), који су код јаја произведених у кавезном систему држања утврдили значајно веће ($p \leq 0,05$) вредности индекса облика (78,17) у односу на јаја произведена у систему гајења са испустом (74,57).

Непостојање значајних разлика ($p \geq 0,05$) у вредности овог параметра између јаја произведених на поду и у органском систему производње у 24,48, 64. и 72. недељи старости носиља, сагласно је са резултатима већег броја аутора који нису утврдили сигнификантан утицај система гајења на вредности индекса облика јаја (Clerici *et al.*, 2006; Hidalgo *et al.*, 2008; Đukić-Stojčić *et al.*, 2009; Krawczyk i Gornowicz 2010; Lewko i Gornowicz (2011); Terčić *et al.*, 2012; Ahhamed *et al.*, 2014).

Резултати приказани на графикону 6 показују да су на почетку производног циклуса јаја New Hampshire расе била знатно издуженија од јаја Isa Brown хибрида ($p \leq 0,01$), што је резултовало мањим вредностима индекса облика. Током времена, јаја New Hampshire расе су задржала приближно исти индекс облика, док су јаја Isa Brown носиља бележила константан пад вредности овог параметра, тј. постајала су издуженија. Све ово је резултовало тиме да у последњој недељи огледа, код 72-недељних носиља, није забележена значајна разлика ($p \geq 0,05$) у вредности индекса облика између испитиваних генотипова.

Ови резултати су сагласни са резултатима које су објавили Škrbić *et al.* (2011), који су код Lohmann Brown носиља у кавезном систему држања утврдили да се са старењем смањује вредност индекса облика јаја ($r = - 0,15$), док код Банатског голошијана у систему држања са испустом то није био случај, и јаја ове расе су током целог посматраног периода од 24. до 52. недеље имала приближно исти облик. Битно је истаћи да су јаја Банатског голошијана била знатно издуженија (73,17 у 24. недељи; 74,00 у 52. недељи) у односу на јаја Lohmann Brown хибрида (78,07 у 24. и 77,43 52. недељи), што се подудара са резултатима нашег огледа, где су хибридне носиље имале веће вредности индекса облика у односу на јединке чисте расе.

Графикон 6. Динамика промене индекса облика јаја кокоши носиља по испитиваним факторима



Веће вредности индекса облика јаја за New Hampshire генотип (73,77) у односу Сомборску капорку (76,61) наводе Mitrović *et al.* (2014) у свом истраживању, чиме истичу пресудан утицај генотипа на ову особину. И Zita *et al.* (2009) и Ledvinka *et al.* (2012) су такође утврдили статистички веома значајан ($p \leq 0,01$) утицај генотипа и старости носиља на вредности индекса облика јаја.

6.2.2. Унутрашњи квалитет јаја

Од параметара унутрашњег квалитета јаја испитивани су:

- висина беланца,
- Хогове јединице,
- боја жуманца и
- удео беланца и жуманца.

6.2.2.1. Висина беланца

Висина беланца је битан параметар унутрашњег квалитета јаја, чија вредност дефинише квалитет и свежину јаја. У табели 8 су приказане вредности висине беланца по испитиваним факторима и огледним групама у седам извршених контролних мерења, а на графикону 7 промене овог параметра са старењем носиља.

Табела 8. Просечна вредност висине беланца јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Висина беланца јаја (mm)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	8,11	7,95	7,32	7,32 ^{Aa}	6,69	6,81	5,53	
	Sd	1,50	0,97	1,06	1,31	0,96	1,56	1,51	
Органски	\bar{x}	8,21	7,95	7,22	8,13 ^{Ab}	6,52	6,73	6,00	
	Sd	1,04	1,20	0,94	1,46	1,35	1,24	1,21	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	7,83 ^{Ab}	7,74	7,11	7,55	6,21 ^{Bb}	6,29 ^{Bb}	5,29 ^{Bb}	
	Sd	1,06	1,01	1,01	1,41	1,14	1,38	1,11	
New Hampshire	\bar{x}	8,50 ^{Aa}	8,17	7,42	7,90	6,99 ^{Aa}	7,24 ^{Aa}	6,24 ^{Aa}	
	Sd	1,36	1,13	0,97	1,47	1,07	1,26	1,47	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	7,91 ^{Aab}	7,85	7,18	7,03 ^{Ab}	6,153 ^{Ab}	5,93 ^{Bb}	4,87 ^{Bb}
		Sd	1,37	1,12	1,01	1,26	0,72	1,57	1,06
	New Hampshire	\bar{x}	8,31 ^{Aab}	8,04	7,45	7,61 ^{Aab}	7,21 ^{Aa}	7,69 ^{Aa}	6,18 ^{Aa}
		Sd	1,56	0,83	1,12	1,34	0,89	0,97	1,64
Органски	Isa Brown	\bar{x}	7,74 ^{Ab}	7,62	7,05	8,07 ^{Aa}	6,27 ^{Ab}	6,65 ^{ABb}	5,71 ^{ABab}
		Sd	0,64	0,91	1,04	1,39	1,48	1,11	1,02
	New Hampshire	\bar{x}	8,68 ^{Aa}	8,29	7,39	8,18 ^{Aa}	6,77 ^{Aab}	6,80 ^{ABab}	6,29 ^{Aa}
		Sd	1,17	1,38	8,28	1,57	1,22	1,40	1,33
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	
Генотип		*	нз	нз	нз	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	*	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Од седам извршених контрола висине беланца током производног циклуса, само је једно мерење показало сигнификантан ($p \leq 0,05$) утицај система гајења на висину беланца. Са друге стране, једна контрола је показала значајан ($p \leq 0,05$), а три контроле веома значајан ($p \leq 0,01$) утицај генотипа на ову особину. Интеракција испитиваних фактора показала је сигнификантан утицај ($p \leq 0,05$) само у једном наврату.

Током највећег дела огледног периода, систем гајења кокоши носиља није имао значајног утицаја на висину беланца. Једино је контрола на јајима 48-недељних носиља показала значајно већу ($p \leq 0,05$) висину беланца код органски гајених јединки (8,13 mm), у односу на јаја произведена у подном начину држања (7,32 mm). Ни у једној од осталих шест контрола није утврђена значајна разлика ($p \geq 0,05$) у висини беланца органски и подно гајених кокоши носиља.

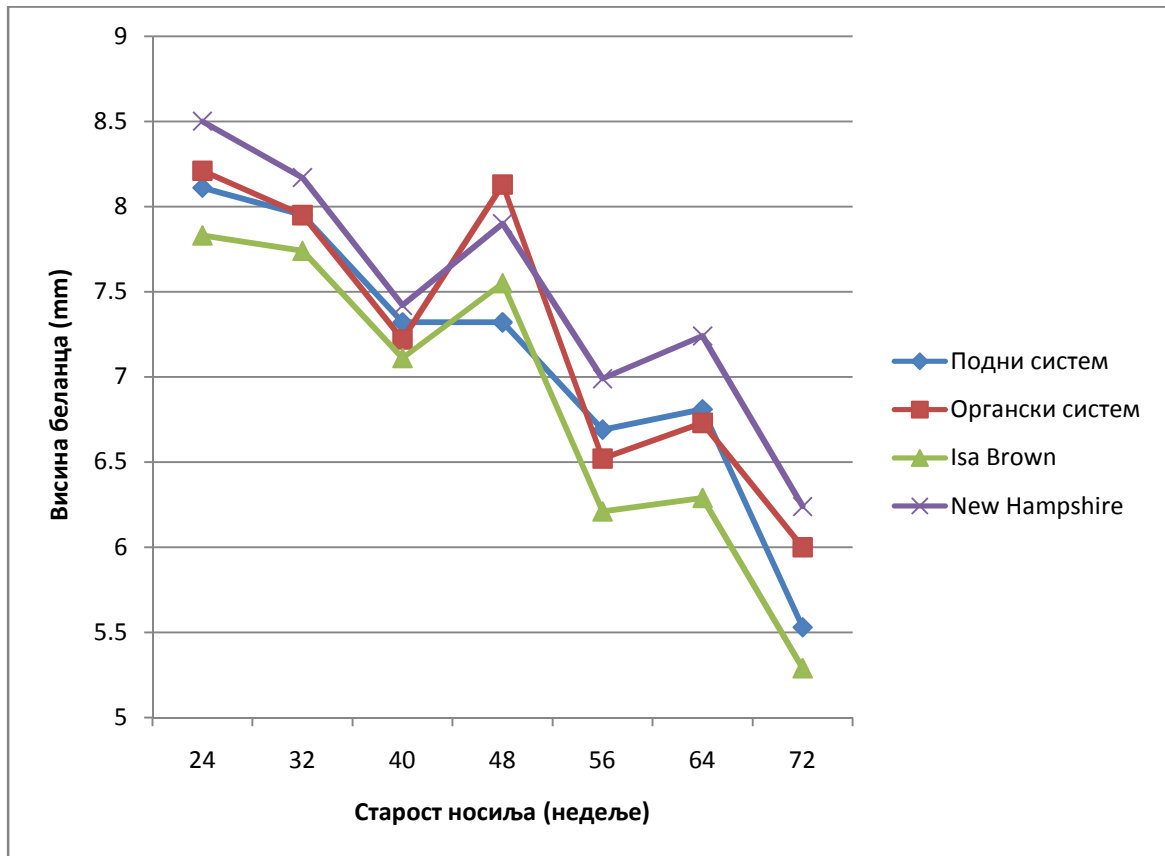
Када се посматра утицај генотипа, јаја New Hampshire кокоши су имале значајно већу ($p \leq 0,05$) висину беланца (8,50 mm) од јаја Isa Brown кокоши (7,83 mm) у првом контролном мерњу, код 24-недељних јединки. Мерења овог параметра извршена у 32, 40. и 48. недељи старости носиља, разлике између два посматрана генотипа нису оценила као сигнификантне ($p \geq 0,05$), да би након тога, до краја производног циклуса, јаја New Hampshire расе поново имала веома значајно већу ($p \leq 0,01$) висину беланца у односу на Isa Brown хибрид (6,99 mm : 6,21 mm у 56. недељи; 7,24 mm : 6,29 mm у 64. недељи; 6,28 mm : 5,29 mm у 72. недељи).

У 64. недељи је утврђена интеракција између система гајења и генотипа на висину беланца, тако да су јаја јединки New Hampshire расе у подном систему гајења (7,69 mm) имала значајно већу ($p \leq 0,05$) висину беланца у односу на органска јаја овог генотипа (6,80 mm), док те разлике нису забележене код Isa Brown носиља ($p \geq 0,05$).

Недостатак значајних разлика у висини беланца између органски и подно гајених једини у шест од седам контролних мерења у складу је са резултатима Hidalgo *et al.* (2008), Lewko i Gornowicz (2011), Terčić *et al.* (2012) и Kralik *et al.* (2013), који нису пронашли сигнификантан утицај ($p \geq 0,05$) система гајења кокоши носиља на висину беланца. Насупрот овим резултатима, Đukić-Stojčić *et al.* (2009) су на јајима Isa Brown хибрида утврдили значајно већу ($p \leq 0,05$) висину беланца у систему гајења са испустом (8,57 mm) у односу на подни са испустом (8,18 mm) и конвенционални кавезни (7,96 mm). Једино су наши резултати из 48. недеље

сагласни са напред наведеним, да боравак на испусту повећава висину беланца јаја код кокоши носиља.

Графикон 7. Динамика промене висине беланца јаја кокоши носиља по испитиваним факторима



Насупрот овом, у четири од седам контролних периода (у 24, 56, 64. и 72. недељи) висина беланца јаја New Hampshire носиља је била значајно већа ($p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$) од висине беланца јаја Isa Brown хибрида. Остала три мерења, извршена у 32, 40. и 48. недељи нису показала да су присутне разлике у величини овог параметра између испитиваних генотипова сигнификантне ($p \geq 0,05$). Различите вредности висине беланца између различитих генотипова установили су и Rizzi i Chiericato (2005b), Hy Line Brown - 5,71 mm, Hy Line White - 5,57 mm, Robusta Maculata - 5,39 mm и Ermellinata of Rovigo - 4,93 mm. Мора се ипак напоменути да су поменути аутори утврдили већу висину беланца код хибридних јединки у односу на јединке чисте расе, слично као и Škrbić *et al.* (2011) код кавезно гајених Lohmann Brown носиља у односу на Банатског голошијана из система гајења са испустом. Наши резултати се разликују од резултата горе наведених аутора, јаја New Hampshire

расе у већем делу производног циклуса су показала значајно већу вредност овог параметра у односу на лаки линијски хибрид Isa Brown.

У истраживању Kucukyilmaz *et al.* (2012) могу се пронаћи и објашњења интеракције која се јавила код 64-недељних носиља у нашем истраживању. Наиме, и ови истраживачи су утврдили значајну интеракцију ($p \leq 0,05$) између испитиваних генотипова и система гајења, тако да код Lohmann LSL хибрида није било значајне разлике у висини беланца између конвенционално (6,90 mm) и органски гајених јединки (7,01 mm). Са друге стране, код АТАК-S хибрида систем гајења је имао значајан утицај на ову особину, тако да је висина беланца у органском систему износила 6,35 mm а код конвенционално гајених јединки 6,10 mm. Ови резултати потврђују да, под одрђеним условима, различити генотипови могу различито реаговати на различите услове гајења, што може резултовати и битним разликама у параметрима квалитета јаја.

6.2.2.3. Хогове јединице

Хогове јединице су објективан параметар квалитета јаја, и представљају логаритамску функцију висине беланца и масе јаја. Пошто вредност овог параметра директно зависи од висине беланца, резултати контроле овог параметра током огледног периода, приказани у табели 9, у скоро у потпуности се поклапају са резултатима контрола висине беланца приказаним у табели 9. Вредност овог параметра мења са старошћу носиља (Roberts, 2004; Rizzi i Chiericato, 2005b; Akurek i Okur, 2009), па је динамика ових промена приказана на графикону 8.

Као и код висине беланца, само једна контрола јаја је показала значајан утицај ($p \leq 0,05$) система гајења на вредност Хогових јединица. Три контроле су показале веома значајан ($p \leq 0,01$), а једна контрола значајан утицај ($p \leq 0,05$) утицај генотипа на ову особину. Интеракција испитиваних фактора показала је сигнификантан утицај ($p \leq 0,05$) само у једном случају.

Од седам контрола јаја у току производног периода, једино су јаја 48-недељних органских носиља (87,77) имала значајно већи ($p \leq 0,05$) број Хогових јединица у односу на јаја произведена у подном систему (82,30).

Табела 9. Просечна вредност Хогових јединица у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Хогове јединице							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	91,27	88,57	83,33	82,30 ^{Ab}	78,67	77,67	68,30	
	Sd	7,39	5,35	6,39	9,90	7,38	11,28	13,17	
Органски	\bar{x}	92,00	88,97	83,37	87,77 ^{Aa}	78,23	78,70	72,77	
	Sd	5,74	7,44	5,98	9,22	9,43	10,31	10,19	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	89,17 ^{Bb}	87,37	82,30	84,10	76,23 ^{Ab}	74,77 ^{Bb}	66,67 ^{Bb}	
	Sd	5,29	5,89	6,36	9,51	8,36	11,63	10,61	
New Hampshire	\bar{x}	94,10 ^{Aa}	90,17	84,40	85,97	80,67 ^{Aa}	81,60 ^{Aa}	74,40 ^{Aa}	
	Sd	6,88	6,73	5,81	10,30	7,98	8,64	12,01	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	88,87 ^{Ac}	87,73	82,13	80,13 ^{Ab}	74,87 ^{Ab}	70,93 ^{Bb}	62,67 ^{Bb}
		Sd	6,93	5,97	6,27	9,09	5,57	11,70	10,31
	New Hampshire	\bar{x}	93,67 ^{Aab}	89,40	84,53	84,47 ^{Aa}	82,47 ^{Aa}	84,40 ^{Aa}	73,93 ^{Aa}
		Sd	7,28	4,72	6,49	10,49	7,14	5,44	13,60
Органски	Isa Brown	\bar{x}	89,47 ^{Abc}	87,00	82,47	88,07 ^{Aa}	77,60 ^{Aab}	78,60 ^{ABa}	70,67 ^{ABab}
		Sd	3,14	6,00	6,67	8,42	10,47	10,58	9,62
	New Hampshire	\bar{x}	94,53 ^{Aa}	90,93	84,27	87,47 ^{Aa}	78,87 ^{Ab}	78,80 ^{ABa}	74,87 ^{Aa}
		Sd	6,69	8,39	5,27	10,25	8,59	10,40	10,64
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	
Генотип		**	нз	нз	нз	*	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	*	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

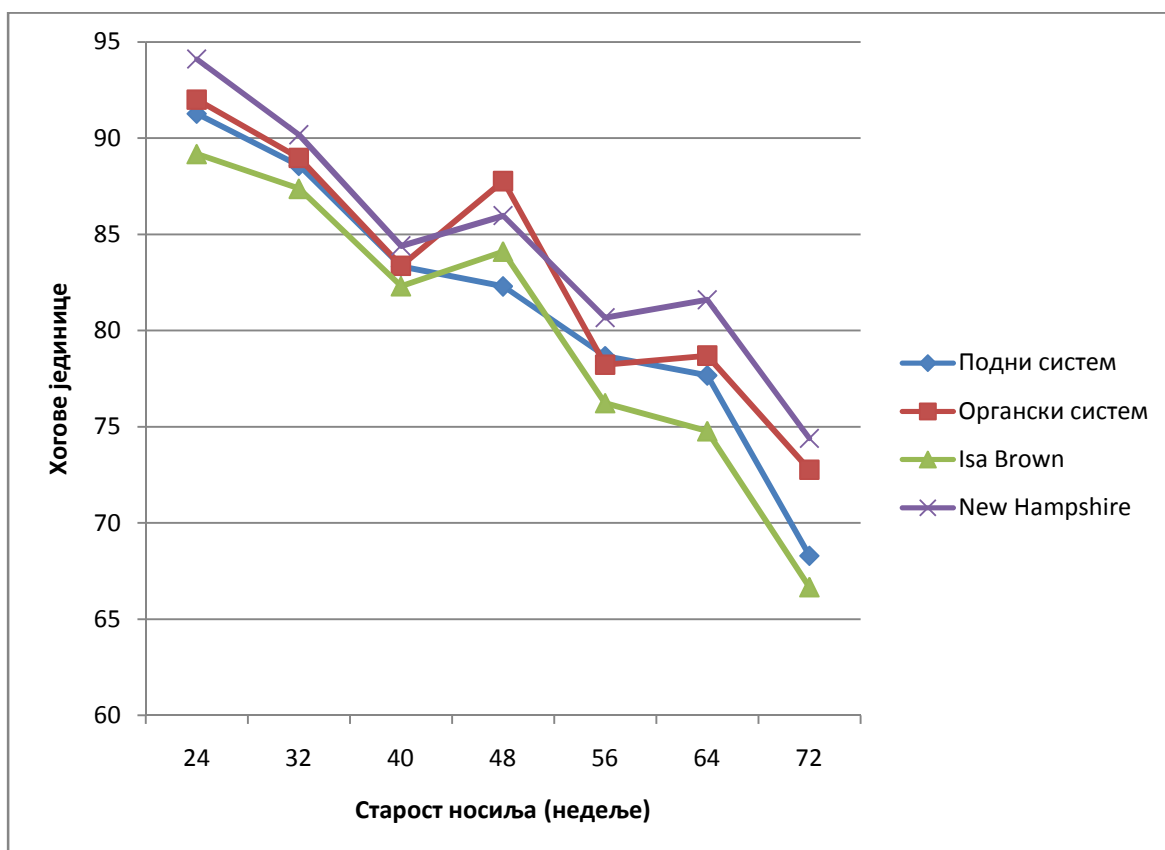
Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Контроле извршене у 24, 64. и 72. недељи старости носиља, показале су веома значајну разлику ($p \leq 0,01$) у броју Хогових јединица између New Hampshire и Isa Brown генотипа (94,10 : 89,17 у 24; 81,60 : 74,77 у 64; 74,40 : 66,67 у 72. недељи узраста). Контрола 56-недељних јединки утврдила је значајну разлику ($p \leq 0,05$), такође у корист New Hampshire носиља (80,67 : 76,23). У остале три извршене контроле (32, 40. и 48. недеље) није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у броју Хогових јединица између испитиваних генотипова.

У 64. недељи је утврђена значајна интеракција између система гајења и генотипа на број Хогових јединица, па су јаја јединки Isa Brown генотипа из подног система гајења (70,93) имала значајно ($p \leq 0,05$) мањи број Хогових јединица у односу на органска јаја овог генотипа (78,60). Код New Hampshire генотипа ове разлике није било ($p \geq 0,05$).

Графикон 8. Динамика промене Хогових јединица у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима



Иако је већи број истраживача утврдио да систем гајења са испутом повећава број Хогових јединица у јајима (Castellini *et al.*, 2006; Minelli *et al.*, 2007; Mugnai *et al.*, 2009; Đukić-Stojčić *et al.*, 2009), једино су резултати наше контроле извршене у 48. недељи старости носиља, потврдили ове резултате. Осталих шест контрола нису показале значајне разлике између подно и органски гајених јединки у овом параметру квалитета јаја, што је сагласно резултатима Mostert *et al.* (1995), Barbosa Filho *et al.* (2005), Lewko i Gornowicz (2011) и Terčić *et al.* (2012), који нису утврдили значајан утицај система гајења на број Хогових јединица у јајету ($p \geq 0,05$). Roberts (2004) истиче јако велики број фактора који могу утицати на вредност овог параметра: време и температуру чувања јаја, генотип и старост носиља, исхрану

(врста житарица, протеини хране, аминокиселински састав (садржај лизина, метионина...), неке болести (ИБ), садржај витамина Е и Ц, изложеност амонијаку у објекту, затим ензиме хране, индуковано митарење, различити медикаменти. Када се сагледају ове чињенице, јасно је да велики број фактора у различитим системима гајења може узроковати да се јаве или изостане разлике у броју Хогових јединица. Овим се може објаснити и интеракција између система гајења и генотипа у 64. недељи у нашем истраживању, када су органске Isa Brown носиље имале значајно већи ($p \leq 0,05$) број Хогових јединица у јајима, у односу на јаја овог генотипа произведена на поду, док се код New Hampshire носиља ова разлика није јавила ($p \geq 0,05$). И Kucukyilmaz *et al.* (2012) су у свом огледу са два различита генотипа (Lohmann LSL и АТАК-S), у два различита система гајења (конвенционалном и органском), утврдили значајну интеракцију систем гајења-генотип на вредност Хогових јединица у јајима. Наиме, јаја Lohmann LSL хибрида из конвенционалног (82,13) и органског система производње (81,15) се нису међусобно битно разликовала ($p \geq 0,05$) у броју Хогових јединица. Са друге стране, јаја АТАК-S хибрида из органског система гајења (77,73) су имала значајно већи ($p \leq 0,05$) број Хогових јединица у односу на јаја овог генотипа произведена у подном начину држања (75,50).

Напред наведени резултат јасно показује већи број Хогових јединица ($p \leq 0,05$) у јајима Lohmann LSL хибрида (82,13 и 81,15), у односу на јаја АТАК-S носиља (77,73 и 75,50), без обзира на систем гајења. То јасно говори да је овај параметар под значајним утицајем генотипа, па су и разлике утврђене у нашим истраживањима (са нивоима значајности $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$) у броју Хогових јединица у 24, 56, 64. и 72. недељи старости носиља, између New Hampshire и Isa Brown јединки, очекиване. Ове разлике се могу објаснити тиме да продуктивније јединке носе јаја са релативно мањим количинама густог беланца, што резултије мањим бројем Хогових јединица у јајету (Roberts, 2004).

Разлике у броју Хогових јединица ($p \leq 0,05$) између New Hampshire носиља (83,04), и неименованог линијског хибрида (89,27) утврдили су у свом истраживању и Mostert *et al.* (1995). Rizzi i Chiericato (2005b), су такође утврдили значајан утицај генотипа на вредност Хогових јединица. Јаја хибридних носиља Ну Line Brown - 74,03 и Ну Line White - 73,73, као и расе Robusta Maculata - 73,68 су имала значајно већи ($p \leq 0,01$) број Хогових јединица од јаја расе Ermellinata of Rovigo - 70,77. Сва четири генотипа су гајена у органском систему производње. И Škrbić *et al.* (2011) код

кавезно гајених Lohmann Brown носиља утврдили већи број Хогових јединица (100,00 у 24, 84,63 у 52. недељи) у односу на Банатског голошијана из система гајења са испустом (87,80 у 24, 79,97 у 52. недељи).

И овде, као и код дискусије о вредности висине беланца, мора се напоменути да се наши резултати разликују од резултата горе наведених аутора (Mostert *et al.*, 1995; Rizzi i Chiericato, 2005b; Škrbić *et al.*, 2011). Разлика је у томе што су се јаја јединки чисте расе у нашем истраживању показала квалитетнијим у односу на јаја лаких линијских хибрида, супротно резултатима горенаведених аутора.

6.2.2.2. Боја жуманца

Боја жуманца представља један од битнијих критеријума квалитета јаја (Mat *et al.*, 2011) и обично се мери Рошовом скалом, која градира интензитет обојености жуманца оценама од 1 до 15. Тамнија боја представља пожељну особину код потрошача (Młodowski i Kuchta, 1998). М.. У табели 10 су приказане вредности медијане за оцену боје жуманца по испитиваним факторима и огледним групама.

Из табеле 10 се запажа да је систем гајења имао сигнификантан утицај ($p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$) у шест од седам, а генотип у четири од седам извршених контрола ове особине.

С обзиром да се у овом случају ради о дисконтинуелном обележју, мереном ординарном мерном скалом, није било могуће применити анализу варијансе да би утврдио утицај испитиваних фактора и њихова интеракција. Међутим, анализом резултата Mann Whitney (U) теста, са великом сигурношћу се може тврдити да је, у добром делу трајања огледног периода, постојала јака интеракција између испитиваних фактора. Због корошћења медијане као позиционе средње вредности у приказивању ових резултата, у поједним контролама, иако није било номиналне разлике у вредностима медијане, забележене су разлике које је употребљени тест показао као значајне или статистички веома значајне (са нивоима значајности $p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). Са друге стране, статистичка анализа номинално различитих вредности медијана у пар случајева није указала на сигнификантне разлике ($p \geq 0,05$).

Табела 10. Вредности медијане за оцену боје жуманца јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
Боја жуманца (Роше поени)									
Систем гајења									
Подни	med	10 ^{Bb}	10 ^{Bb}	10 ^{Bb}	11	12 ^{Aa}	12 ^{Aa}	13 ^{Aa}	
Органски	med	11 ^{Aa}	11 ^{Aa}	12 ^{Aa}	11	11 ^{Bb}	12 ^{Bb}	12 ^{Bb}	
Генотип									
Isa Brown	med	10 ^{Bb}	10	11 ^{Bb}	11 ^{Ab}	11 ^{Ab}	12	12	
New Hampshire	med	11 ^{Aa}	11	12 ^{Aa}	11 ^{Aa}	12 ^{Aa}	12	12,5	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	med	8 ^{Bb}	9 ^{Cc}	9 ^{Bc}	10 ^{Bb}	12 ^{Ab}	12 ^{ABab}	13 ^{Bb}
	New Hampshire	med	11 ^{Aa}	11 ^{Bb}	11 ^{Ab}	12 ^{Aa}	12 ^{Aa}	12 ^{Aa}	14 ^{Aa}
Органски	Isa Brown	med	11 ^{Aa}	12 ^{Aa}	12 ^{Aab}	11 ^{ABa}	10 ^{Cd}	12 ^{Bc}	12 ^{Cc}
	New Hampshire	med	11 ^{Aa}	11 ^{ABa}	12 ^{Aa}	11 ^{ABa}	11 ^{Bc}	12 ^{BCbc}	12 ^{Cc}

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом Mann Whitney (U) теста

У првој контроли, извршеној у 24. недељи узраста носиља, јаја подне Isa Brown огледне групе су имала врло значајно ($p \leq 0,01$) слабију обојеност жуманца (8 Роша) у односу на остале три огледне групе (11 Роша), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$).

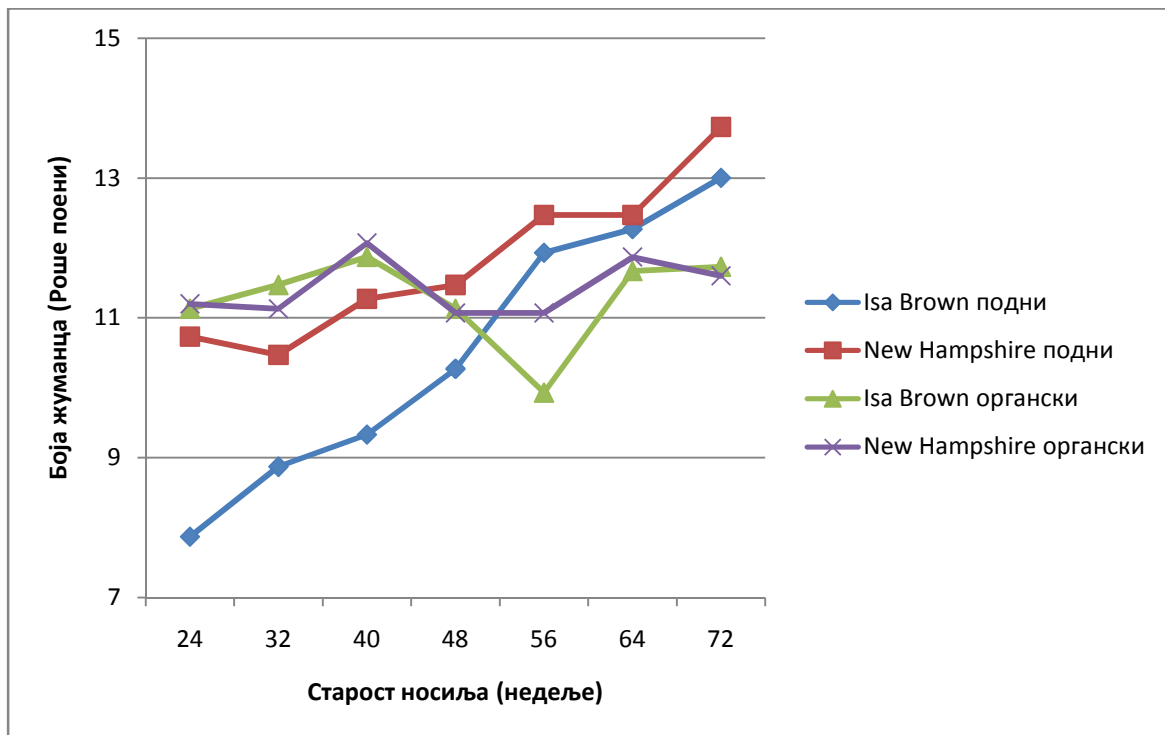
Друга и трећа контрола, извршене на 32. и 40-недељним носиљама, показале су интензивнију обојеност жуманца код обе огледне органске групе (Isa Brown - по 12 Роша у 32. и 40. недељи, New Hampshire - 11 Роша у 32. и 12 Роша у 40. недељи - између њих међусобно није било значајних разлика ($p \geq 0,05$)), у односу на подну New Hampshire групу (11 Роша у обе контроле) ($p \leq 0,05$) и подну Isa Brown групу (9 Роша у обе контроле) ($p \leq 0,01$).

У 48. недељи, резултати су били слични резултатима прве контроле, јаја подне Isa Brown огледне групе имала су значајно ($p \leq 0,05$) слабију обојеност жуманца (10 Роша) у односу на све три остале експерименталне групе (обе органски групе 11 Роша, подна New Hampshire група 12 Роша), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$).

У 56. недељи, подно гајене јединке оба генотипа су имале интензивније обојено жуманце (12 Роша) од органски гајених јединки (11 Роша). Исти однос (12 : 11) забележен је и при поређењу New Hampshire и Isa Brown генотипа. Посматрано по огледним групама, најинтензивнију обојеност жуманца су имале подно гајене New Hampshire носиље (12 Роша), нешто мање интензивну подне Isa Brown јединке (12 Роша), још мање интензивну органске New Hampshire (11 Роша), а најблеђу боју жуманца (10 Роша) су имале органски гајене Isa Brown носиље. Све напред градиране разлике и између испитиваних фактора и између огледних група су биле значајне ($p \leq 0,05$).

Подно гајене носиље оба генотипа у 64. и 72. недељи су имале значајно интензивније обојено жуманце од органски гајених јединки (у 64. недељи $p \leq 0,05$, у 72. недељи $p \leq 0,01$). У 64. недељи, све четири експерименталне групе су имале исте вредности медијане - 12 Роша, док су код 72-недељних носиља, подно гајене New Hampshire носиље имале 14 Роша, подно гајене Isa Brown 13, а обе органске групе просечну оцену 12 Роша за интензитет обојености жуманца.

Графикон 9. Динамика промене вредности оцене боје жуманца јаја кокоши носиља по огледним групама



Графикон 9 показује различиту динамику промене интензитета обојености жуманца између огледних група. Подно гајене носиље оба генотипа су скоро

константно током огледног периода повећавале интензитет обојености жуманца, док је вредност овог параметра код органских носиља била релативно константна.

Да се са повећањем старости носиља повећава и обојеност жуманца, показали су бројни аутори у својим истраживањима. Тако су Rizzi i Chiericato (2005a) на четири различита генотипа (Hy Line Brown, Hy Line White, Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo) у органском систему гајења утврдили да се са старашћу носиља повећала обојеност жуманца за 2 до 3 јединице по Рошу за све испитиване генотипове. И Škrbić *et al.* (2011) наводе да Банатски голошијан у систему гајења са испустом и Lohmann Brown у кавезном систему гајења са повећањем старости носе јаја интензивније обојености жуманца, што је у сагласности и са резултатима које су објавили и Van den Brand *et al.* (2004) и Minelli *et al.* (2007). Релативно константне вредности боје жуманца у органском начину држања у нашем истраживању се могу објаснити на следећи начин: на почетку огледног периода, носиље су на испусту добро обезбеђеном квалитетном биљном вегетацијом имале могућност додатног уношења пигмената, па су у прве три контроле јаја органски гајених носиља имале константно веће вредности по Рошовој скали у односу на она произведена на поду. Са старењем носиља, смањивала се и обраслоост испуста вегетацијом, па су смањене количине каротеноида и у укупном obroку довеле до тога да се поништи позитивно деловање фактора узраста носиља на интензитет обојености жуманца. И Rizzi i Chiericato (2005a) наводе битан утицај интеракције између уноса каротеноида храном и његове повећане производње у телу са старењем носиља на боју жуманца јаја. Са друге стране, подно гајене јединке су се сво време огледа храниле истим obroком, па је код њих утицај узраста на ову особину био јасно уочљив. То је допринело томе да се у четвртој контроли извршеној 48. недеље старости, уопштено гледано, не уочи утицај система гајења на боју жуманца, а да у последње три контроле (56, 64. и 72. недеље) јаја из подног система имају тамније жуманце од јаја органски гајених јединки. Ово се може објаснити тиме да комерцијалне смеше обично садрже вештачке пигменте, док се они не могу додавати у органске смеше. Ако органски гајеним јединкама биљна вегетација из неког разлога није доступна, онда не постоји могућност додатног бојења жуманца хранивима са испуста, па таква јаја често имају блеђу боју жуманца у односу на конвенционално гајене јединке (Minelli *et al.*, 2007), што су у својим истраживањима потврдили и Krawczyk i Gornowicz (2010) на пољском хибриду Messa 45 (10,6 Роша код подно гајених

јединки а само 9,7 Роша код јединке гајених у систему са испустом). Сличне резултате наводе и Terčić *et al.* (2012). Наиме, они су код јаја кавезно гајених јединки Prelux-G утврдили 13,11 Роша, док је код су органска јаја имала само 11,13 Роша.

Мада су обе подне експерименталне групе добијале исту потпуну хранљиву смешу током целог огледног периода, јаја New Hampshire носиља имала изразито интензивније обојено жуманце у односу на Isa Brown кокоши ($p \leq 0,01$ и $p \leq 0,05$) у шест од седам контролних периода, што је у сагласности са резултатима Kucukyilmaz *et al.* (2012), који су утврдили значајну разлику ($p \leq 0,05$) у боји жуманца између јединки АТАК-S и Lohmann LSL хибрида и у органском (3,67 : 2,98) и конвенционалном систему гајења (5,90 : 4,91).

Супротно овом, у органском систему гајења само једна контрола је показала значајану разлику ($p \leq 0,05$) између испитиваних генотипова (11 : 10 Роша у корист Isa Brown хибрида у односу на New Hampshire расу код 56-недељних носиља), што показује да генотип сам по себи нема пресудан утицај на боју жуманца, већ да у одређеном систему гајења постоје бројни фактори који делују на ову особину и могу постићи да се разлике јаве или не. Резултате сагласне овим су објавили и Rizzi i Chiericato (2005a) који ни на једном од четири испитивана генотипа (Hy Line Brown, Hy Line White, Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo) у органском систему гајења нису утврдили значајну разлику у обојености жуманца ни у 30. ни у 42. недељи старости.

Ако се посматра само Isa Brown генотип, у прве четири контроле органски гајене јединке су имале значајно веће (у 24, 32. и 40. недељи на нивоу значајности $p \leq 0,01$, а у 48. недељи $p \leq 0,05$) оцене боје жуманца од носиља гајених на поду. Приступ испусту, на коме су могле да уносе биљне материје богате каротеноидима, је резултовао интензивније обојеним жуманцем органски гајених носиља, што је у сагласности са резултатима бројних аутора који су такође утврдили да јаја из система гајења са испустом имају тамнију боју жуманца у односу на јаја произведена у затвореном објекту. Тако су Castellini *et al.* (2006) на White Leghorn хибриду, закључили да је обојеност жуманца позитивно условљена конзумацијом хране са испуста. Интензивније обојено жуманце су имала јаја из органског плус система (10,6 Роша) у односу на конвенционално произведена (9,6 Роша), док су Mugnai *et al.* (2009) у сличном огледу са Ancona носиљама такође утврдили већи интензитет обојености жуманца органских плус јаја (11,2 Роша) у односу на контролну и органски групу (9,7 Роша). Резултате сличне овим објавили су и Van den Brand *et al.*

(2004), Horsted *et al.* (2006), Senčić i Butko (2007), Anderson (2010), Dvorak *et al.* (2010), Ruth *et al.* (2011) и Kralik *et al.* (2013). Међутим, у последње три контроле, подно гајене јединке овог генотипа су имале интензивније обојено жуманце у односу на оне органски гајене (56. и 72. недеље на нивоу значајности $p \leq 0,01$, а 64. недеље $p \leq 0,05$). Објашњења за овакве резултате су дата кроз објашњење интеракције присуства или одсуства додатне биљне хране на испусту и старости носиља на садржај каротеноида у жуманцу јаја и додатном садржају пигмената у хранљивој смеси подне групе.

Са друге стране, код New Hampshire генотипа само у 32. недељи органска јаја су имала значајно интензивнију боју жуманца ($p \leq 0,05$) у односу на она подно произведена, док су јаја са пода у 56, 64. и 72. недељи била са веома значајно интензивније обојеним жуманцем ($p \leq 0,01$) у односу на органска, пре свега због додатних синтетичких пигмената у потпуној хранљивој смеси подне огледне групе.

6.2.2.4. Удео беланца и жуманца

Однос беланце-жуманце је битан са аспекта нутритивног квалитета јаја, а варијације у овом односу могу бити узроковане различитим факторима, између осталог и генотипом и системом гајења.

У табели 11 су приказане вредности удела беланца по испитиваним факторима и огледним групама, а на графикону 10 динамика промене овог параметара по огледним групама током трајања огледа.

Систем гајења је показао сигнификантан утицај на удео беланца у два, а генотип у шест контролна периода. У једном контролном периоду се јавила значајна интеракција између испитиваних фактора.

Јаја 40-недељних подно гајених носиља (60,33%) су имала значајно већи ($p \leq 0,05$) удео беланца у односу на јаја произведена у органском систему (59,17%), док су резултати супротни овима забележени у 48. недељи - подно произведена јаја (57,42%) су имала веома значајно мањи проценат беланца ($p \leq 0,01$) у односу на органски произведена јаја (59,33%). У осталим контролама, није забележен сигнификантан утицај система гајења на ову особину ($p \geq 0,05$).

Табела 11. Просечан удео беланца у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Удео беланца (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	61,48	59,86	60,33 ^{Aa}	57,42 ^{Bb}	58,24	58,20	57,42	
	Sd	3,41	2,83	2,66	2,90	2,90	3,03	2,88	
Органски	\bar{x}	63,10	60,30	59,17 ^{Ab}	59,33 ^{Aa}	57,72	58,64	58,12	
	Sd	3,32	2,77	2,19	2,34	2,16	2,55	2,68	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	63,06	61,24 ^{Aa}	60,76 ^{Aa}	59,41 ^{Aa}	59,30 ^{Aa}	59,56 ^{Aa}	58,92 ^{Aa}	
	Sd	3,28	2,44	2,27	2,21	2,15	2,08	2,24	
New Hampshire	\bar{x}	61,51	58,92 ^{Bb}	58,74 ^{Bb}	57,33 ^{Bb}	56,66 ^{Bb}	57,28 ^{Bb}	56,62 ^{Bb}	
	Sd	3,47	2,65	2,30	2,94	2,24	2,96	2,82	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	62,27	60,62 ^{ABab}	61,18 ^{Aa}	58,77 ^{Aa}	60,08 ^{Aa}	60,27 ^{Aa}	59,14 ^{Aa}
		Sd	4,20	2,18	2,65	2,04	2,33	2,23	2,61
	New Hampshire	\bar{x}	60,69	59,10 ^{Bbc}	59,48 ^{ABbc}	56,06 ^{Bb}	56,41 ^{Cb}	56,14 ^{Bc}	55,69 ^{Bb}
		Sd	2,27	3,26	2,47	3,04	2,20	2,21	2,00
Органски	Isa Brown	\bar{x}	63,86	61,87 ^{Ba}	60,33 ^{Ab}	60,04 ^{Aa}	58,51 ^{ABa}	58,86 ^{Ab}	58,70 ^{Aa}
		Sd	1,82	2,60	1,81	2,25	1,68	1,70	1,88
	New Hampshire	\bar{x}	62,34	58,74 ^{Bc}	58,01 ^{Bc}	58,61 ^{Aa}	56,92 ^{BCb}	58,42 ^{ABb}	57,55 ^{ABa}
		Sd	4,28	1,97	1,93	2,26	2,33	3,24	3,26
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	*	**	нз	нз	нз	
Генотип		нз	**	**	**	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	**	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.
нз: није значајно.

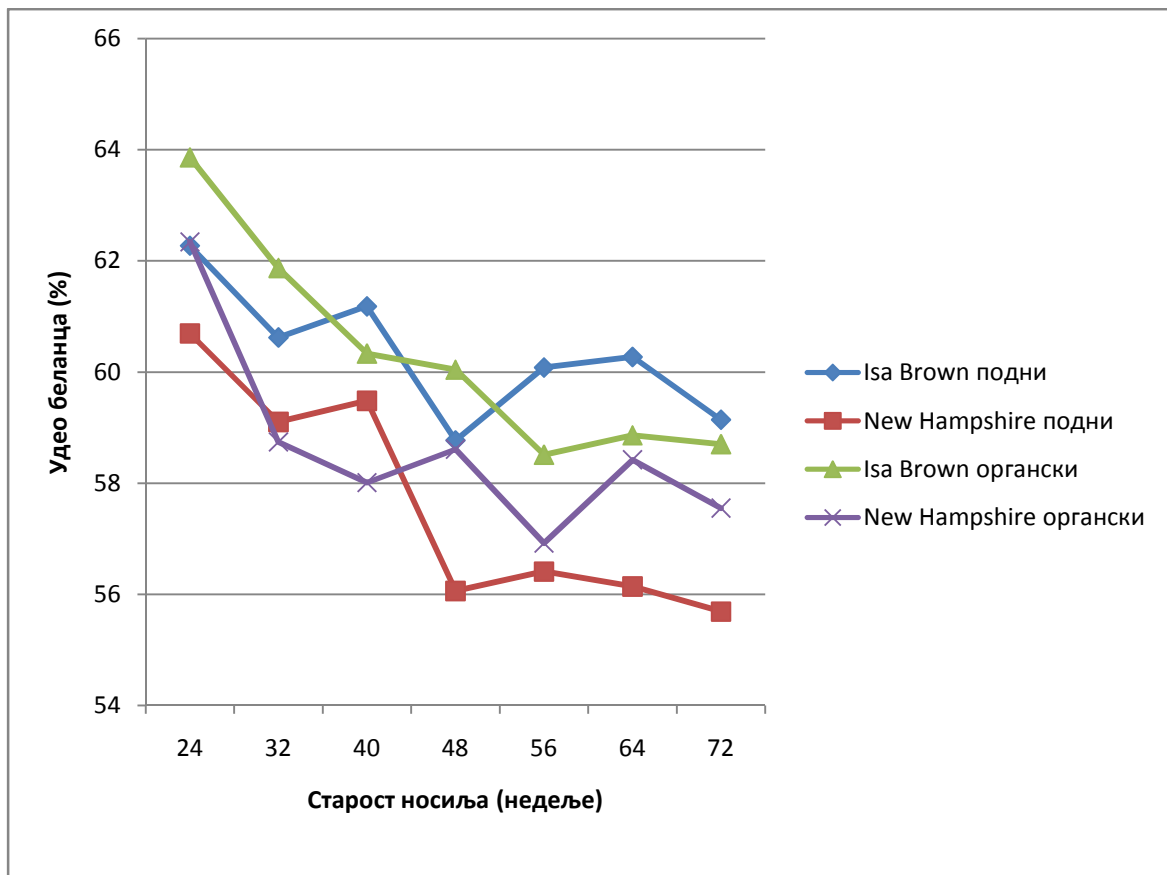
Осим прве контроле, извршене у 24. недељи старости, све остале су показале врло значајну разлику ($p \leq 0,01$) у уделу беланца између испитиваних генотипова, јер су Isa Brown јединке имале већи удео беланца у јајима (61,24% у 32; 60,76% у 40; 59,41% у 48; 59,30% у 56; 59,56% у 64. и 58,92% у 72. недељи) од New Hampshire носиља (58,92% у 32; 58,74% у 40; 57,33% у 48; 56,66% у 56; 57,28% у 64. и 56,62% у 72. недељи).

Веома јака интеракција ($p \leq 0,01$) између испитиваних фактора се јавила у 64. недељи, када су јаја подно гајених New Hampshire кокоши имала веома значајно

мањи ($p \leq 0,01$) удео беланца (56,14%) у односу на подне Isa Brown јединке (60,27%), док разлике између испитиваних генотипова у органском начину држања није било (58,42% : 58,86%, $p \geq 0,05$). Такође, подне New Hampshire носиље су имале и мањи удео беланца у односу на органски гајене јединке истог генотипа ($p \leq 0,05$), док између Isa Brown огледних група разлике није било ($p \geq 0,05$).

Мада анализа варијансе није указала на значајну интеракцију, појединачна поређења LSD тестом су сличне резултате показале и у 48. и 72. недељи, када су подне New Hampshire носиље имале сигнификантно мањи ($p \leq 0,01$) удео беланца (56,06% и 55,68%) у односу на све три остале експерименталне групе (Isa Brown подни 58,77% и 59,14%, Isa Brown органски 60,04% и 58,70%, New Hampshire органски 58,61% и 57,55%), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Као што се може видети са графикана 10, вредност овог параметра се са старењем носиља смањивала.

Графикон 10. Динамика промене удела беланца у јајима кокоши носиља по огледним групама



У табели 12 су приказане вредности удела жуманца по испитиваним факторима и огледним групама, а на графикону 11 динамика промене овог параметара по огледним групама током трајања огледа.

Табела 12. Просечан удео жуманца у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Удео жуманца (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	25,41	27,92	27,77	30,25 ^{Aa}	29,68	29,38	30,22	
	Sd	2,67	2,04	2,30	3,00	2,93	2,68	2,73	
Органски	\bar{x}	24,36	27,13	28,49	28,76 ^{Ab}	29,73	28,77	29,47	
	Sd	3,41	2,43	2,30	2,22	2,13	2,64	3,10	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	23,43 ^{Bb}	26,29 ^{Bb}	26,88 ^{Bb}	28,15 ^{Bb}	27,93 ^{Bb}	27,49 ^{Bb}	28,26 ^{Bb}	
	Sd	1,68	2,11	1,90	1,96	1,49	1,57	2,02	
New Hampshire	\bar{x}	26,34 ^{Aa}	28,76 ^{Aa}	29,38 ^{Aa}	30,87 ^{Aa}	31,48 ^{Aa}	30,66 ^{Aa}	31,42 ^{Aa}	
	Sd	3,48	1,66	2,00	2,73	2,09	2,58	2,84	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	23,84 ^{BCbc}	27,02 ^{ABb}	26,68 ^{Cb}	28,30 ^{Bb}	27,45 ^{Bb}	27,30 ^{Bc}	28,63 ^{BCb}
		Sd	1,86	1,84	1,97	1,76	1,75	1,54	2,42
	New Hampshire	\bar{x}	26,98 ^{Aa}	28,82 ^{Aa}	28,85 ^{ABa}	32,21 ^{Aa}	31,92 ^{Aa}	31,45 ^{Aa}	31,80 ^{Aa}
		Sd	2,44	1,87	2,13	2,72	2,00	1,82	2,05
Органски	Isa Brown	\bar{x}	23,03 ^{Cc}	25,56 ^{Bc}	27,07 ^{BCb}	28,00 ^{Bb}	28,42 ^{Bb}	27,67 ^{Bc}	27,89 ^{Cb}
		Sd	1,42	2,17	1,86	2,19	1,02	1,63	1,52
	New Hampshire	\bar{x}	25,70 ^{ABab}	28,71 ^{Aa}	29,90 ^{Aa}	29,53 ^{Bb}	31,05 ^{Aa}	29,87 ^{Ab}	31,04 ^{ABa}
		Sd	4,27	1,48	1,78	2,04	2,16	3,03	3,49
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	
Генотип		**	**	**	**	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

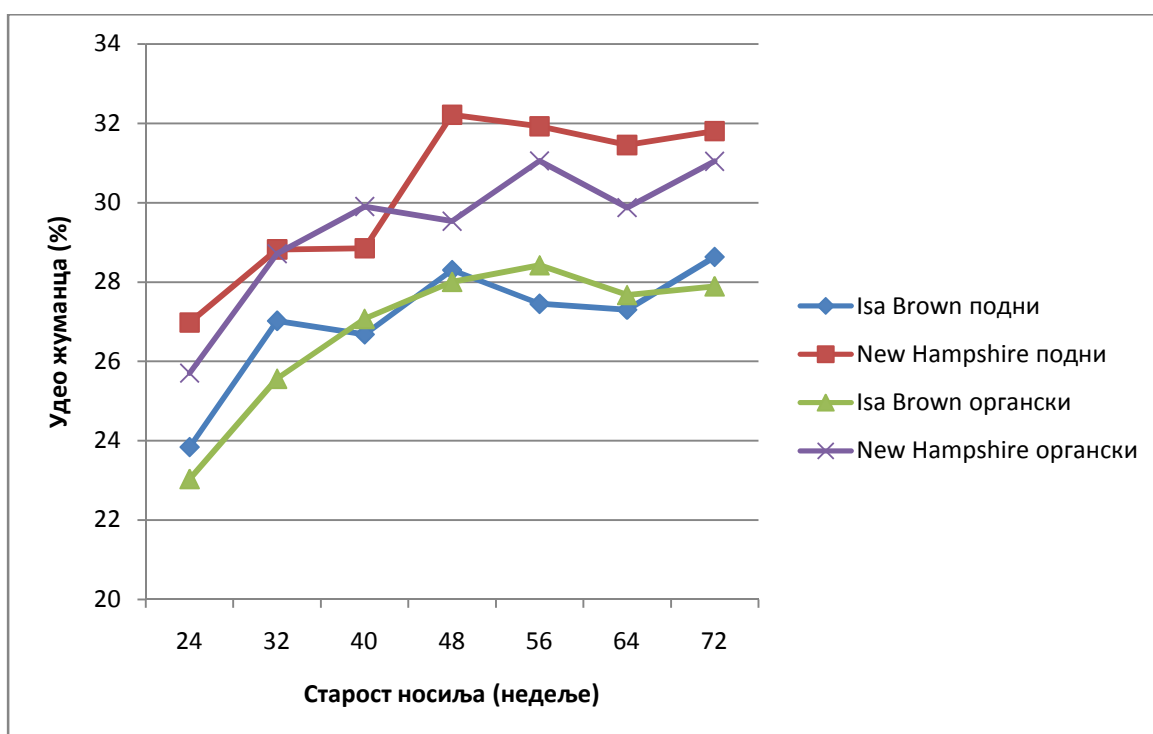
нз: није значајно.

Из табеле 12 се види да је у свих седам контрола генотип имао веома значајан утицај ($p \leq 0,01$) на удео жуманца, док је само контрола у 48. недељи

показала сигнификантан утицај ($p \leq 0,05$) система гајења и интеракције испитиваних фактора на ову особину.

Свих седам контрола су показале врло значајно већи удео жуманца ($p \leq 0,01$) у јајима расе New Hampshire (26,34% у 24; 28,76% у 32; 29,38% у 40; 30,87% у 48; 31,48% у 56; 30,66% у 64. и 31,42% у 72. недељи) у односу на Isa Brown хибрид (23,43% у 24; 26,29% у 32; 26,88% у 40; 28,15% у 48; 27,93% у 56; 27,49% у 64. и 28,26% у 72. недељи).

Графикон 11. Динамика промене удела жуманца у јајима кокоши носиља по огледним групама



Контрола извршена на јајима 48-недељних кокоши носиља је, осим значајног утицаја генотипа ($p \leq 0,05$), показала и значајну интеракцију испитиваних фактора ($p \leq 0,05$), па су подно гајене New Hampshire кокоши имале врло значајно већи ($p \leq 0,01$) удео жуманца (32,21%) у односу на остале три огледне групе (Isa Brown подни 28,30%, Isa Brown органски 28,00% и New Hampshire органски 29,53%), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). У још две контроле је LSD тест показао значајну разлику ($p \leq 0,05$) између јединки истог генотипа у подном и органском систему гајења, док се код другог испитиваног генотипа та разлика није јавила ($p \geq 0,05$). Наиме, у 32. недељи, подно гајене Isa Brown кокоши носиле су имале значајно већи удео жуманца у јајима (27,02%) у односу на оне органски гајене

(25,56%), док су слични резултати забележени код New Hampshire јединки у 64. недељи - 31,45% : 29,87% у корист подно гајених носиља. Током целог огледног периода вредност овог параметра се повећавала, што се јасно може видети на графикону 11.

Удео жуманца и беланца су у врло високо значајној корелацији ($p \leq 0,001$) (Suk i Park (2001), па је најбоље и најисправније ове две особине посматрати и дискутовати о њима заједно.

Једини појединачно значајан утицај система гајења, без интеракције са генотипом, јавио се у 40. недељи код удела беланца, када су подно гајене јединке имале значајно већи ($p \leq 0,05$) удео беланца у односу на органски гајене јединке. Мада је напоменуто да су ове две особине у високовредној негативној корелацији, разлике у уделу жуманца код 40-недељних носиља између испитиваних система гајења нису биле статистички значајне ($p \geq 0,05$). У 24, 32, 56. и 72. недељи није било значајног утицаја ($p \leq 0,05$) система гајења на удео беланца и жуманца, што је у складу са резултатима Rizzi *et al.* (2006), Senčić i Butko (2007), Krawczyk (2009), Krawczyk i Gornowicz (2010) и Lewko i Gornowicz (2011) који нису утврдили значајне разлике у уделу основних делова јаја кокоши гајених на испусту и без њега.

Ако се посматра утицај генотипа на удео беланца и жуманца, јаја New Hampshire расе су имала већи садржај жуманца, а мањи садржај беланца од јаја Isa Brown хибрида. Такође, са старењем носиља, однос жуманце:беланце се повећавао, што је у сагласности са резултатима које су објавили Rizzi i Chiericato (2005a), који су у органском систему производње утврдили да су јединке чистих раса Robusta Maculata – RM и Ermellinata of Rovigo – ER имале већи садржај жуманца и мањи садржај беланца у јајима у односу на комерцијалне линијске хибриде Ну Line Brown - HLB и Ну Line White – HLW, а да се од 30. до 42. недеље носивости значајно повећавао удео жуманца, а смањивао удео беланца код свих испитиваних генотипова.

Жуманце (%) HLB 30. нед. : 42. нед. = 23,26 : 25,23; HLW 30. нед. : 42. нед. = 24,47 : 27,13;

RM 30. нед. : 42. нед. = 26,33 : 29,77; ER 30. нед. : 42. нед. = 27,91 : 31,40.

Беланце (%) HLB 30. нед. : 42. нед. = 65,22 : 64,30; HLW 30. нед. : 42. нед. = 65,22 : 62,55;

RM 30. нед. : 42. нед. = 62,85 : 58,90; ER 30. нед. : 42. нед. = 62,00 : 59,10.

Значајан утицај генотипа и старости носиља, као и њихове интеракције, на однос жуманце:беланце утврдили су и Ledvinka *et al.* (2012).

И Suk i Park (2001) су утврдили врло значајно већи ($p \leq 0,01$) садржај жуманца (30,99%) ,а мањи садржај беланца (59,89%) код KNC корејске аутохтоне расе у поређењу са Isa Brown хибридом (24,92% жуманца и 65,27% беланца) у конвенционалном начину држања, што је у складу са нашим резултатима, да јаја јединки које припадају чистим расама имају већи садржај жуманца а мањи садржај беланца од јаја добијених од хибридних носиља.

Код 48-недељних носиља утврђена је значајна интеракција ($p \leq 0,05$) испитиваних фактора на удео жуманца, а код 64-недељних јединки врло високо значајна интеракција ($p \leq 0,01$) на удео беланца. Заједно посматрано, у оба ова контролна периода, органске New Hampshire носиље су имале значајно већи ($p \leq 0,01$ и $p \leq 0,05$) садржај жуманца, а значајно мањи удео беланца у односу на остале три огледне групе, које се међусобно нису значајно разликовале у овим особинама ($p \geq 0,05$). И резултати удела беланца из 72. недеље потврђују овај тренд, па је LSD тест показао значајно мањи удео беланца ($p \leq 0,05$) код јаја произведених у подном систему држања код New Hampshire генотипа, у односу на органски гајене јединке, а врло значајно мањи ($p \leq 0,05$) у односу на обе Isa Brown огледне групе.

Разлике у уделу жуманца и беланца између подно гајених New Hampshire носиља и обе огледне Isa Brown групе се могу лако објаснити позивајући се напред наведене резултате, где су разлике у садржају жуманца и беланца објашњене генетским факторима. Међутим, у оба ова контролна периода, јавио се знатно мањи удео жуманца, а већи удео беланца од очекиваног код органских New Hampshire носиља, које су се у вредности ових параметара изједначиле са Isa Brown генотипом. И са графикана 10 и 11 се јасно уочава да је код подно гајених јединки New Hampshire расе у другој половини огледног периода удео беланца констатно мањи, а удео жуманца константно већи у поређењу са органски гајеним носиљама. Са друге стране, те разлике се не примећују код Isa Brown генотипа.

Разлог за овакве резултате се може тражити у смањеном садржају метионина у органској смеси, јер дефицит у метионину може резултовати смањеним уделом жуманца у јајима (Shafer *et al.*, 1996, Elwinger *et al.*, 2002). Код Isa Brown органских носиља, дефицити у садржају лимитирајућих аминокиселина у хранљивој смеси су се одразили на смањење просечне масе јаја у другом делу производног периода, док је New Hampshire генотип у овим контролним периодима на ове дефиците одреаговао смањењем удела жуманца у јајима. Једино су у 32. недељи јаја подно

гајених Isa Brown јединки имала значајно већи ($p \leq 0,05$) удео жуманца у односу на јаја истог генотипа гајеног у органском систему.

Да различити генотипови могу различито реаговати у различитим системима гајења потврђују и резултати Kucukyilmaz *et al.* (2012). Ови истраживачи су утврдили значајно већи удео жуманца, а мањи удео беланца ($p \leq 0,05$) код LSL Lohmann органских јаја (жуманце 27,29%, беланце 62,56%), у поређењу са јајима једники гајених у кавезу (жуманце 26,73%, беланце 63,39%). Исти експеримент је показао да није било значајне разлике у односу беланце : жуманце између органски и кавезно гајених јединки хибрида АТАК-S, што показује да интеракција система гајења и генотипа може имати снажан утицај на ову особину. Веома значајан утицај генотипа ($p \leq 0,01$) и значајан утицај интеракције ($p \leq 0,05$) система гајења (кавезни и подни) и генотипа (Czech hen and Lohmann white) на удео жуманца и беланца су утврдили и Svobodova *et al.* (2014).

6.2.3. Квалитет љуске јаја

Од параметара квалитета љуске испитивани су:

- удео љуске,
- дебљина љуске,
- деформација љуске,
- сила лома љуске,
- боја љуске и
- чистоћа љуске.

6.2.3.1. Удео љуске

Маса љуске, од које превасходно зависи удео љуске, је битна особина квалитета јаја и зависи од већег броја фактора, а пре свега од генотипа, масе јаја, старости носиља, а неки истраживачи су утврдили и утицај система гајења на масу и удео љуске јаја (Pištekova *et al.*, 2006; Hidalgo *et al.*, 2007). У табели 13 су приказане вредности удела љуске по испитиваним факторима и огледним групама.

Систем гајења сам по себи није условио ни у једном од седам контролних периода статистички значајну разлику у уделу љуске. Са друге стране, утицај генотипа на овај параметар је био значајан у пет контролних периода. Оно што је

битно напоменути, у три од седам контролна периода, интеракција испитиваних фактора је сигнификантно утицала на вредности удела љуске у јајима.

Из табеле 13 се види да систем гајења, појединачно посматран, ни у једном од контролних периода није имао значајан утицај на удео љуске у јајима ($p \geq 0,05$).

Табела 13. Просечан удео љуске јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман	Узраст носиља								
	24	32	40	48	56	64	72		
	Удео љуске (%)								
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	12,59	12,47	11,92	12,27	12,07	12,43	12,37	
	Sd	1,07	1,20	1,16	1,17	1,08	1,00	0,92	
Органски	\bar{x}	12,54	12,56	12,29	11,91	12,55	12,59	11,94	
	Sd	1,24	0,92	0,71	0,79	1,07	1,12	1,06	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	12,93 ^{Aa}	12,47	12,38 ^{Aa}	12,44 ^{Aa}	12,77 ^{Aa}	12,96 ^{Aa}	12,35	
	Sd	0,96	0,93	0,82	1,13	1,19	1,02	0,81	
New Hampshire	\bar{x}	12,20 ^{Ab}	12,57	11,83 ^{Bb}	11,73 ^{Bb}	11,85 ^{Bb}	12,06 ^{Bb}	11,96	
	Sd	1,22	1,19	1,04	0,73	0,76	0,90	1,15	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	12,76 ^{ABab}	12,36	12,17 ^{ABab}	12,93 ^{Aa}	12,47 ^{ABa}	12,44 ^{Bb}	12,23 ^{ABa}
		Sd	0,82	0,85	0,91	1,13	1,25	1,02	0,81
	New Hampshire	\bar{x}	12,43 ^{ABab}	12,59	11,66 ^{Bb}	11,61 ^{Bb}	11,67 ^{Bb}	12,41 ^{Bb}	12,51 ^{Aa}
		Sd	1,29	1,49	1,35	0,79	0,70	1,01	1,02
Органски	Isa Brown	\bar{x}	13,11 ^{Aa}	12,57	12,59 ^{Aa}	11,96 ^{Bb}	13,07 ^{Aa}	13,47 ^{Aa}	12,48 ^{Aa}
		Sd	1,08	1,02	0,69	0,92	1,08	0,73	0,81
	New Hampshire	\bar{x}	11,96 ^{Bb}	12,56	11,99 ^{ABab}	11,86 ^{Bb}	12,03 ^{Bab}	11,71 ^{Bc}	11,41 ^{Bb}
		Sd	1,15	0,84	0,60	0,67	0,80	0,62	1,03
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип		*	нз	*	**	**	**	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	*	нз	**	**	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Утицај генотипа је на вредност овог параметра током већег дела огледног периода био значајан, и генерало посматрано, Isa Brown хибрид је има већи удео

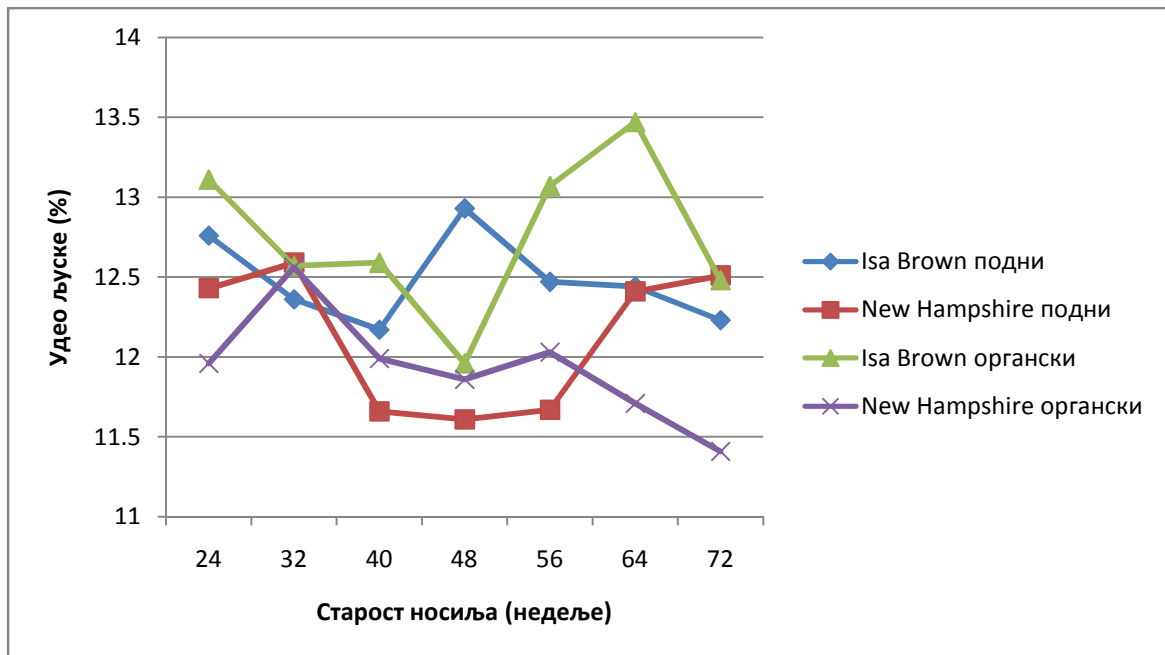
љуске у односу на New Hampshire расу. У 24. и 40. недељи старости, јаја Isa Brown генотипа (12,93% и 12,38%) су имала значајно већи удео љуске ($p \leq 0,05$) у односу на јаја New Hampshire јединки (12,20% и 11,83%), а у 56. недељи веома значајно већи ($p \leq 0,01$) - 12,77% : 11,85%. Већи удео љуске на нивоу значајности од $p \leq 0,01$ код Isa Brown носиља је забележен и у 48. и 64. недељи (12,44% : 11,73% у 48. и 12,96 : 12,06% у 64. недељи) али се ти резултати морају посматрати и тумачити на другачији начин, јер се у 48. недељи јавила јака ($p \leq 0,05$), а у 64. недељи веома јака ($p \leq 0,01$) интеракција између система гајења и генотипа.

Интеракција систем гајења x генотип је била веома јака ($p \leq 0,01$) и у 72. недељи, када испитивани фактори, појединачно посматрано нису условили значајне разлике на вредност удела љуске у јајету ($p \geq 0,05$).

У 48. недељи, јаја Isa Brown подно гајених јединки су имала веома значајно већи ($p \leq 0,01$) удео љуске (12,93%) у односу на јаја остале три експерименталне групе (Isa Brown органски 11,96%, New Hampshire подни 11,61%, New Hampshire органски 11,86%), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Органске Isa Brown носиље су у 64. недељи имале највећи удео љуске (13,47%), а органске New Hampshire јединке најмањи (11,71%). Обе подне експерименталне групе (Isa Brown 12,44%, New Hampshire 12,41%) су по вредности овог параметра биле између органских експерименталних група, од којих су се сигнификантно разликовале ($p \leq 0,05$), а међу испитиваним генотиповима у подном систему није било значајне разлике ($p \geq 0,05$). Најмањи удео љуске у јајима ($p \leq 0,05$) код органских New Hampshire носиља утврђен је и у 72. недељи (11,41%), док су јаја остале три огледне групе имале приближно исти ($p \geq 0,05$) удео љуске (Isa Brown органски 12,48%, Isa Brown подни 12,23%, New Hampshire подни 12,51%). И на графикону 11, који показује промену удела љуске током времена, јасно се уочава да је органска New Hampshire група у последње две контроле имала значајно мањи удео љуске у односу на остале огледне групе. Такође, подаци са овог графикана показују да не постоји неки општи тренд промене вредности овог параметра са старењем носиља, као што је био случај са уделом беланца и жуманца.

Једино у контроли извршеној на 32-недељним носиљама није било значајног утицаја ($p \geq 0,05$) испитиваних фактора, као ни њихове интеракције, на вредност удела љуске у јајету.

Графикон 12. Динамика промене удела љуске јаја кокоши носиља по огледним групама



Систем гајења сам по себи (без интеракције са генотипом) није сигнификантно утицао на удео љуске у јајету ни у једном од седам контролних периода, што је у сагласности са резултатима које је објавило Kouba (2003), који наводи идентичне проценте љуске у јајима јединки гајених у конвенционалним кавезима и органски гајених носиља - 10,4%. И Krawczyk (2009) није утврдио значајну разлику ($p \geq 0,05$) у уделу љуске између јединки гајених у органском, "дворишном" и конвенционалном-кавезном систему гајења. Са друге стране, Basmacioglu i Ergul (2005), Pišteková *et al.* (2006) и Hidalgo *et al.* (2007) и Lewko i Gornowicz (2011) су утврдили супротно, да систем гајења може имати значајан утицај на удео љуске у јајету.

Веће вредности удела љуске јаја Isa Brown хибрида у односу на New Hampshire расу су мање-више очекивани, јер је ова особина под значајним утицајем генетских фактора. Резултате сагласне нашим, објавили су и Rizzi i Chiericato (2005a) који су утврдили значајне разлике у уделу љуске код четири испитивана генотипа у органском систему производње. Контроле су вршене у два наврата - у 30. и 42. недељи старости, а резултати су били следећи: Ну Line Brown 11,42% у 30, 10,47% у 42. недељи, Ну Line White 10,31% у 30, 10,32% у 42. недељи, Robusta Maculata 10,82% у 30, 11,30% у 42. недељи и Ermellinata of Rovigo 10,08% у 30, 9,50% у 42. недељи. Осим значајних разлика у величини овог параметра између испитиваних

генотипова, мора се напоменути да се његова вредност са старењем носиља није мењала код свих генотипова на исти начин. Тако је код Ну Line Brown и Ermellinata of Rovigo јединки са старењем удео љуске опадао, код Ну Line White био на константном нивоу, а код Robusta Maculata расе се чак повећавао. Ови резултати објашњавају неконзистентне промене у вредности удела љуске са старењем носиља у нашем истраживању приказане на графикаону 12.

Резултати наших истраживања у 48, 64. и 72. недељи су утврдили значајну интеракцију систем гајења \times генотип ($p \leq 0,05$ у 48, а $p \leq 0,01$ у 64. и 72. недељи). У 48. подна, а у 64. недељи органски гајена Isa Brown огледна група је имала значајно веће уделе љуске у односу на остале експерименталне групе. Такође, New Hampshire органске носиље су у последње две контроле имале значајно најмање ($p \leq 0,05$) вредности удела љуске. На формирање и квалитет љуске јаја, осим система гајења и генотипа, може утицати велики број чинилаца (старост носиља, митарење, исхрана, температура, стрес) (Roberts, 2004), што може допринети да различити генотипови другачије реагују на производне услове у неком од система гајења. Сигнификантну интеракцију ($p \leq 0,05$) између система гајења и генотипа, додуше на масу љуске (која најдиректније утиче на удео љуске), утврдили су и Svobodova *et al.* (2014), на Lohmann white и Czech hen генотиповима, у кавезном и подном систему гајења. Наиме, просечна маса љуске код Lohmann white носиља је износила 6,02 g у кавезном, а 6,01 g у подном начину држања ($p \geq 0,05$), док се код Czech hen јединки јавила значајна разлика ($p \leq 0,05$) између испитиваних система гајења (4,59 g у кавезном, 4,79 g у подном начину држања). Битно је напоменути да је разлика између испитиваних генотипова била на нивоу значајности $p \leq 0,01$. Сличне резултате су објавили и Kucukyilmaz *et al.* (2012), који су утврдили значајно већи ($p \leq 0,05$) удео љуске код LSL Lohmann органских јаја (10,58%) у поређењу са јајима једники гајених у кавезу (10,36%), док код јединки хибрида АТАК-S хибрида значајне разлике између посматраних система гајења није било (9,77% : 9,63%, $p \geq 0,05$). Иако анализа варијансе у овом случају није показала сигнификантну интеракцију ($p \geq 0,05$) систем гајења \times генотип (разлика између испитиваних генотипова је потврђена на нивоу $p \leq 0,05$), јасно је да су испитивани генотипови различито реаговали у различитим производним условима, какав је случај био и у контролама извршеним у 48, 64. и 72. недељи у нашем истраживању.

6.2.3.2. Дебљина љуске

Дебљина љуске је једна од најважнијих карактеристика квалитета љуске и квалитета јаја уопште. Из табеле 14 се уочава да систем гајења, појединачно, није утицао ни у једној од контрола на вредност овог параметра. У шест од седам контрола, генотип је показао значајан утицај на дебљину љуске. У три контроле се јавила сигнификантна интеракција испитиваних фактора.

Ни у једној од седам извршених контрола, систем гајења сам по себи није имао значајан утицај ($p \geq 0,05$) на дебљину љуске јаја.

Са друге стране, Isa Brown хибрид је током целог огледног периода имао већу дељину љуске у односу на New Hampshire расу, што је у шест од седам контрола статистичком анализом потврђено. У 24. и 40. недељи, те разлике су биле на нивоу значајности од $p \leq 0,01$ (0,3277 mm : 0,2970 mm у 24. и 0,3287 mm : 0,3027 mm у 40), а у 32. недељи на нивоу $p \leq 0,05$ - 0,3267 mm : 0,3070 mm. Једино контрола на 48-недељним носиљама није показала поједначано значајан утицај генотипа на дебљину љуске јаја ($p \geq 0,05$). Даље контроле до краја производног циклуса су такође показале веома значајно већу дебљину љуске јаја ($p \leq 0,01$) Isa Brown генотипа у односу на New Hampshire кокоши у 56. (0,3160 mm : 0,2960 mm) и 64. недељи (0,3313 mm : 0,2917 mm), а значајно већу ($p \leq 0,05$) у 72. недељи (0,3117 mm : 0,2933 mm).

Међутим, битно је напоменути да су се у 56. и 64. недељи јавила значајна интеракција ($p \leq 0,05$) систем гајења \times генотип, а веома јака ($p \leq 0,01$) у 48. недељи, када испитивани фактори појединачно нису показали статистички значајан утицај на вредност овог параметра ($p \geq 0,05$). Подно гајене Isa Brown носиље су у 48. недељи имале веома значајно већу ($p \leq 0,01$) дебљину љуске јаја (0,3347 mm) и од органски гајених јединки истог генотипа (0,3100 mm), и од подно гајених New Hampshire носиља (0,3060 mm). Дебљина љуске органских јаја New Hampshire генотипа је била између горе наведених вредности (0,3173 mm), и није се значајно разликовала ни од једне од остале три експерименталне групе ($p \geq 0,05$). Код 56-недељних подно гајених Isa Brown носиља утврђена је веома значајно већа ($p \leq 0,01$) дебљина љуске јаја (0,3240 mm) у односу на New Hampshire кокоши (0,2887 mm), док ове разлике није било у органском систему гајења (0,3080 mm : 0,3033 mm, $p \geq 0,05$). У 64. недељи, подно гајене New Hampshire кокоши су имале значајно већу ($p \leq 0,05$) дебљину љуске јаја (0,3033 mm) у односу на органски гајене јединке истог генотипа (0,2800 mm), док су обе огледне Isa Brown групе (подна - 0,3300 mm, органска - 0,3327 mm) имале

веома значајно већу ($p \leq 0,01$) вредност овог параметра у поређењу са New Hampshire генотипом.

Табела 14. Просечна дебљина љуске јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Дебљина љуске (0,01 mm)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	31,00	31,37	30,87	32,03	30,63	31,67	30,33	
	Sd	2,69	2,55	3,85	2,67	2,83	3,00	3,58	
Органски	\bar{x}	31,47	32,00	32,27	31,37	30,57	30,63	30,17	
	Sd	3,73	3,55	2,86	2,63	3,34	3,44	3,17	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	32,77 ^{Aa}	32,67 ^{Aa}	32,87 ^{Aa}	32,23	31,60 ^{Aa}	33,13 ^{Aa}	31,17 ^{Aa}	
	Sd	2,64	2,35	2,05	2,78	2,71	1,89	2,67	
New Hampshire	\bar{x}	29,70 ^{Bb}	30,70 ^{Ab}	30,27 ^{Bb}	31,17	29,60 ^{Bb}	29,17 ^{Bb}	29,33 ^{Ab}	
	Sd	3,08	3,44	4,04	2,45	3,12	3,11	3,74	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	32,27 ^{ABa}	31,87 ^{ABab}	32,27 ^{ABab}	33,47 ^{Aa}	32,40 ^{Aa}	33,00 ^{Aa}	31,00 ^{Aa}
		Sd	2,31	1,68	1,58	2,10	2,10	2,39	3,14
	New Hampshire	\bar{x}	29,73 ^{Bb}	30,87 ^{ABb}	29,47 ^{Bc}	30,60 ^{Bb}	28,87 ^{Bb}	30,33 ^{Bb}	29,67 ^{Aa}
		Sd	2,49	3,18	4,90	2,44	2,36	3,02	3,96
Органски	Isa Brown	\bar{x}	33,27 ^{Aa}	33,47 ^{Aa}	33,47 ^{Aa}	31,00 ^{Bb}	30,80 ^{ABab}	33,27 ^{Aa}	31,33 ^{Aa}
		Sd	2,91	2,70	2,33	2,88	3,08	1,28	2,19
	New Hampshire	\bar{x}	29,67 ^{Bb}	30,53 ^{Bb}	31,07 ^{ABbc}	31,73 ^{ABab}	30,33 ^{ABab}	28,00 ^{Bc}	29,00 ^{Aa}
		Sd	3,66	3,78	2,91	2,40	3,68	2,83	3,63
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип		**	*	**	нз	**	**	*	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	**	*	*	нз	

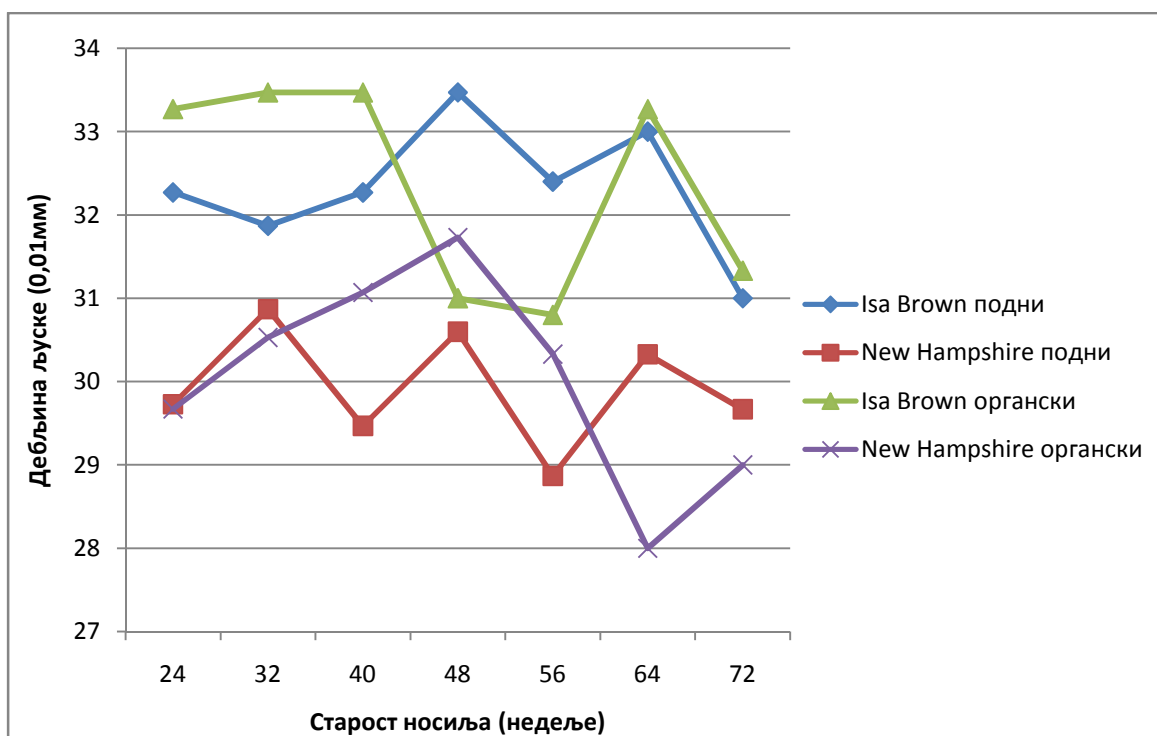
Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

На графикону 13 се уочава да се није постојала нека правилност у промени вредности овог параметра са старењем носиља.

Графикон 13. Динамика промене дебљине љуске јаја кокоши носиља по огледним групама



Генерални недостатак значајних разлика ($p \geq 0,05$) у дебљини љуске између подно и органски гајених јединки је у складу са резултатима већег броја аутора који нису утврдили сигнификантан утицај система гајења на вредност ове особине. Тако Mignai *et al.* (2009) нису утврдили значајну разлику у дебљини љуске јаја Ancona расе гајене у кавезном, органском и органском плус систему, као ни Đukić-Stojčić *et al.* (2009) на Isa Brown хибриду у кавезном и подном са испустом; Krawczyk i Gornowicz (2010) на хибриду Messa 45 између подно и јединки гајених на испусту ни у једном од два испитивана периода: од 32-36. и 52-56. недеље старости, а Terčić *et al.* (2012) код Prelux-G јединки гајених у кавезном и органском систему производње. Насупрот нашим, и резултатима напред побројаних аутора, Leyendecker *et al.* (2005), Rizzi *et al.* (2006), Lolli *et al.* (2013) су утврдили да систем гајења значајно може утицати на дебљину љуске јаја.

Мања дебљина љуске јаја New Hampshire расе у односу на Isa Brown хибрид у нашем истраживању је потпуно у складу са резултатима које су објавили Mostert *et al.* (1995), који су такође утврдили значајно мању ($p \leq 0,05$) дебљину љуске јаја код расе New Hampshire (0,3112 mm) у односу на јаја три комерцијална хибрида (0,3317 mm; 0,3288 mm и 0,3325 mm) гајених у конвенционалном, подном и систему држања са испустом. Као ни у нашем огледу, и у овом случају систем гајења није имао

утицај на вредност овог параметра. Резултате сагласне овима, да генотип пресудно утиче на дебљину љуске јаја, наводе и Kucukyilmaz *et al.* (2012), који такође нису утврдили значајну разлику у дебљини љуске јаја јединки гајених у конвенционалном и органском систему производње код два посматрана хибрида: Lohmann LSL и АТАК- S. Са друге стране, ова особина се значајно разликовала међу посматраним генотиповима - Lohmann LSL је за око 0,02 mm имао дебљу љуску од АТАК-S хибрида у оба посматрана система гајења.

Интеракције систем гајења x генотип која се јавила између 48. и 64. недеље се манифестовала на тај начин да су испитивани генотипови различито реаговали на примењени систем гајења. У 48. недељи подно гајени Isa Brown хибрид је имао већу дебљину љуске ($p \leq 0,01$) од органски гајених јединки истог генотипа, док разлика између експерименталних група New Hampshire расе није било. Супротно овом, у 64. недељи значајна разлика ($p \leq 0,05$) се јавила код New Hampshire огледних група, док разлика није било ($p \geq 0,05$) између јединки Isa Brown хибрида. Сигнификантну интеракцију између система гајења, генотипа и старости носиља су утврдили и Ledvinka *al.* (2012) на Isa Brown, Hisex Brown и Moravia BSL генотипу, у подном и кавезном систему држања, на јајима снешеним у периоду 20-24, 38-42. и 56-60. недеље.

Недостатак јасне тенденције промене дебљине љуске са старењем носиља, који се уочава на графикону 12, у складу је са резултатима Rizzi i Cassandro (2009), који су упоређивали два хибрида (Hy Line Brown и Hy Line White) и две аутохтоне италијанске расе (Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo) у органском систему производње. Ови аутори су утврдили да је само Hy Line Brown хибрид показао константну дебљину љуске током испитиваног периода од 30. до 42. недеље живота, док остали генотипови нису показали јасну тенденцију промене дебљине љуске током времена, тј, дебљина љуске се периодично (без неке правилности) смањивала и повећавала.

6.2.3.3. Деформација љуске

Деформација љуске је параметар који на индиректан начин указује на чврстоћу љуске јаја. Представља вредност која изражава угибање љуске јајета под притиском од 500 g на екваторијалном делу јајета, изражено у микрометрима. Мање вредности овог параметра квалитета љуске указују на њену већу отпорност на притисак, односно на потенцијално чвршћу љуску. Просечне вредности овог параметра по испитиваним факторима и огледним групама приказане су у табели 15.

Систем гајења и интеракција систем гајења x генотип су показали сигнификантан утицај на вредности деформације љуске само у по једном испитиваном периоду. Са друге стране, у шест од седам контролних периода, генотип је значајно утицао на вредност овог параметра.

Само код јаја 72-недељних кокоши носиља, систем гајења је показао веома значајан ($p \leq 0,01$) утицај на вредност деформације љуске јаја, па су јаја органски гајених јединки имала вредност деформације љуске 25,33 μm , а јаја произведена у подном систему 22,43 μm . У свим осталим контролама, није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у вредности овог параметра између испитиваних система гајења.

У 24. недељи, Isa Brown генотип је имао веома значајно мању ($p \leq 0,01$) вредност деформације (19,97 μm) од New Hampshire генотипа (26,13 μm), док су у 32. и 40. недељи те разлике биле на нивоу значајности $p \leq 0,05$, па су деформације љуске јаја код Isa Brown хибрида биле 21,23 μm и 21,87 μm , док су те вредности код New Hampshire расе износиле 23,70 μm и 24,47 μm . Једино контрола јаја 48-недељних носиља није показала сигнификантан утицај генотипа на деформацију љуске, али се у тој контроли јавила једина значајна интеракција ($p \leq 0,05$) испитиваних фактора. Даље, до краја огледног периода, наставила се тенденција веома значајно мање ($p \leq 0,05$) вредности овог параметра квалитета љуске Isa Brown носиља (21,50 μm у 56, 21,00 μm у 64. и 22,03 μm у 72. недељи) у односу на New Hampshire генотип (25,07 μm у 56, 26,91 μm у 64. и 25,73 μm у 72. недељи).

Табела 15. Просечна вредност деформације љуске јаја кокоши носилца по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носилца							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Деформација љуске (μm)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	22,80	22,23	24,10	22,50	22,53	23,63	22,43 ^{Bb}	
	Sd	4,04	2,96	4,54	3,31	3,66	4,24	4,31	
Органски	\bar{x}	23,30	22,70	22,23	24,13	24,03	24,33	25,33 ^{Aa}	
	Sd	7,41	4,67	3,58	4,08	4,50	5,54	4,90	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	19,97 ^{Bb}	21,23 ^{Bb}	21,87 ^{Ab}	23,00	21,50 ^{Bb}	21,00 ^{Bb}	22,03 ^{Bb}	
	Sd	3,22	3,14	3,57	4,49	3,27	2,57	2,61	
New Hampshire	\bar{x}	26,13 ^{Aa}	23,70 ^{Aa}	24,47 ^{Aa}	23,63	25,07 ^{Aa}	26,97 ^{Aa}	25,73 ^{Aa}	
	Sd	6,43	4,20	4,36	2,94	4,19	4,89	5,75	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	20,47 ^{BCb}	21,53 ^{Ab}	23,20 ^{ABab}	21,13 ^{Bb}	20,87 ^{Bc}	21,53 ^{Bb}	21,40 ^{Bb}
		Sd	2,97	2,45	3,80	3,11	2,83	2,13	2,56
	New Hampshire	\bar{x}	25,13 ^{ABa}	22,93 ^{Aab}	25,00 ^{Aa}	23,87 ^{ABa}	24,20 ^{ABab}	25,73 ^{Aa}	23,47 ^{Bb}
		Sd	3,64	3,33	5,15	3,00	3,73	4,82	5,45
Органски	Isa Brown	\bar{x}	19,47 ^{Cb}	20,93 ^{Ab}	20,53 ^{ABb}	24,87 ^{Aa}	22,13 ^{Bbc}	20,47 ^{Bb}	22,67 ^{Bb}
		Sd	3,48	3,77	2,85	4,96	3,64	2,92	2,58
	New Hampshire	\bar{x}	27,13 ^{Aa}	24,47 ^{Aa}	23,93 ^{Ba}	23,40 ^{ABab}	25,93 ^{Aa}	28,20 ^{Aa}	28,00 ^{Aa}
		Sd	8,38	4,93	3,49	2,97	4,57	4,80	5,28
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	**	
Генотип		**	*	*	нз	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

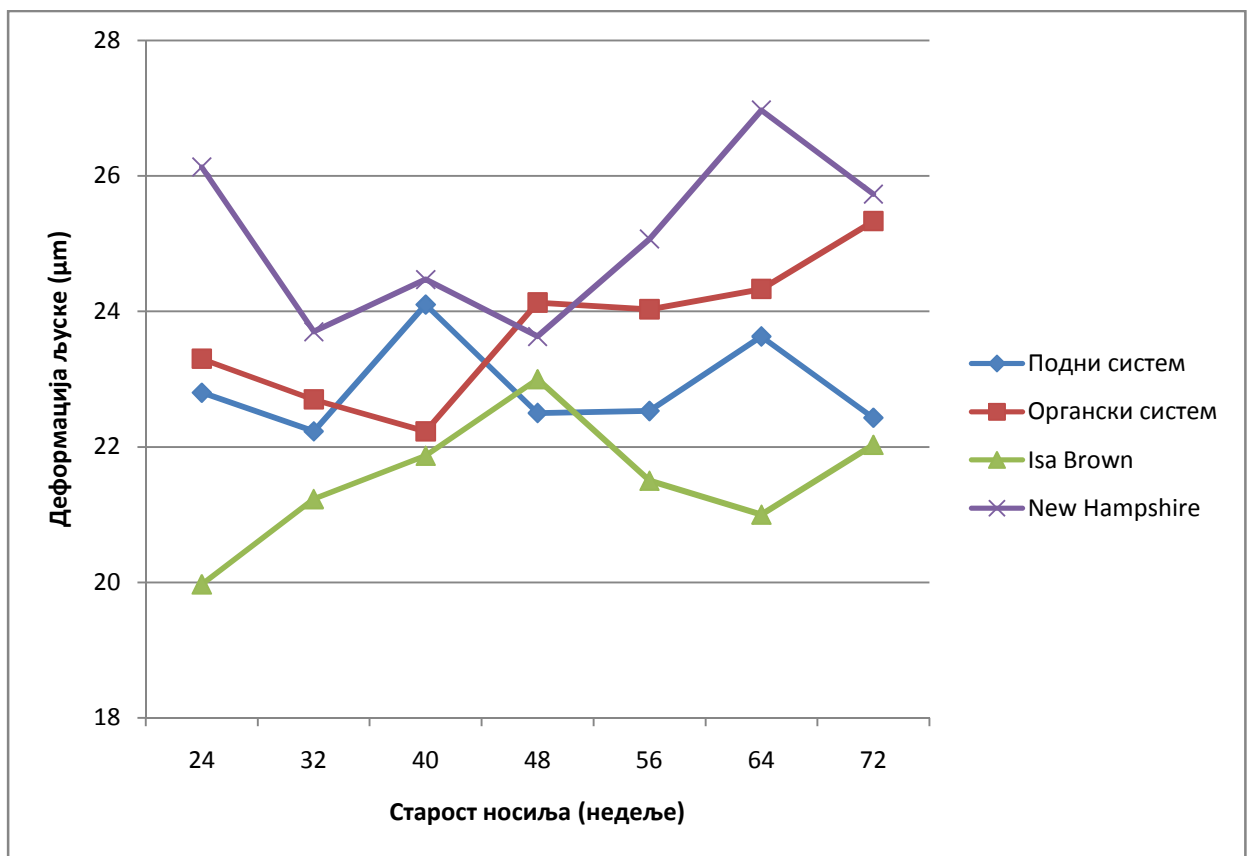
Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Горе поменута, сигнификантна интеракција ($p \leq 0,05$) између система гајења и генотипа у 48. недељи је условила да јаја подно гајених Isa Brown носилца имају значајно мање ($p \leq 0,05$) вредности овог параметра ($21,13 \mu\text{m}$) у поређењу са јајима органски гајених јединки истог генотипа ($24,87 \mu\text{m}$), и јајима подно гајених New Hampshire кокоши носилца. Органски произведена јаја New Hampshire расе имала су интермедијарну вредност овог параметра ($23,40 \mu\text{m}$) и нису се значајно разликовала ни од једне од три остале огледне групе ($p \geq 0,05$).

Графикон 14 показује да није постојала нека општа тенденција промене овог фактора са старењем носиља. Систем гајења није статистички значајно утицао на деформацију љуске током највећег дела огледног периода. Међутим, са графикона 14 се може уочити и да је од 40. недеље постојала стална тенденција повећања овог параметра код органски гајених јединки (док код подно гајених носиља то није био случај), која је довела до веома значајних разлика ($p \leq 0,01$) у вредности деформације љуске у 72. недељи.

Графикон 14. Динамика промене деформације љуске јаја кокоши носиља по испитиваним факторима



Генерални недостатак значајних разлика у деформацији љуске између испитиваних система гајења је у потпуној сагласности са резултатима Lolli *et al.* (2013), који су на Ну-Line Brown носиљама гајеним у органском, подном и кавезном систему држања утврдили идентичне вредности деформације љуске - 0,27 mm. Идентичне вредности деформације љуске јаја (0,27 mm) из подног, система са испустом и органског система утврдили су и Hidalgo *et al.* (2008).

Резултате сагласне нашим, да на вредност деформације љуске већи утицај има генотип него систем гајења објавили су и Svobodova *et al.* (2014) који су

испитивали Lohmann white и Czech hen генотипове у кавезном и подном систему гајења. У оба испитивана система, оба генотипа су имала идентичне вредности деформације љуске - Lohmann white 0,29 mm а Czech hen 0,31 mm.

6.2.3.4. Сила лома љуске

Јачина љуске има велику важност са економске тачке гледишта, јер одбачена сломљена јаја (6-8%) изазивају значајан финансијски губитак (Coucke *et al.*, 1999). Механичке особине љуске су такође битне за рок трајања јаја и сигурност јаја и производа од јаја (Rodriguez-Navarro *et al.*, 2002). Силом лома показује се најмање неопходно оптерећење (изражено у N) које доводи до ломљења љуске јаја.

У табели 16 су приказане вредности силе лома љуске јаја, а на графикону 15 динамика промене овог параметра током времена по огледним групама.

Систем гајења је у једној, генотип у три, а интеракција испитиваних фактора је у два контролна периода сигнификантно утицала на вредност сила лома љуске јаја.

Једино у контроли извршеној на крају огледног периода, у 72. недељи, систем гајења је показао веома значајан ($p \leq 0,01$) утицај на силу лома јаја, па су јаја из подног система имала већу вредност овог параметра (40,73 N), у односу на органска јаја (35,33 N). Битно је напоменути да се у истој контроли јавила и значајна интеракција ($p \leq 0,05$) испитиваних фактора.

Утицај генотипа је био веома значајан ($p \leq 0,01$) у прва два контролна периода, када су Isa Brown јединке носиле јаја са већом силом лома (47,51 N у 24, а 42,44 N у 32. недељи), у односу на New Hampshire расу (36,88 N у 24, а 36,39 N у 32. недељи). У наредне три контроле (у 40, 48. и 56. недељи стрости), није било значајог утицаја ($p \geq 0,05$) испитиваних фактора и њихове интеракције на силу лома љуске, да би у 64. недељи поново јаја Isa Brown носиља забележиле значајно већу ($p \leq 0,05$) силу лома (40,32 N) од јаја New Hampshire генотипа (36,15 N). Међутим као и у 72. недељи, и у овом наврату се јавила веома значајна интеракција ($p \leq 0,01$) између испитиваних фактора.

Табела 16. Просечна сила лома љуске јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Сила лома љуске (N)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	41,38	39,58	38,19	38,84	39,17	38,93	40,73 ^{Aa}	
	Sd	10,08	6,31	6,84	6,74	7,63	8,67	5,53	
Органски	\bar{x}	43,02	39,25	40,56	38,76	37,29	37,53	35,33 ^{Bb}	
	Sd	8,12	8,22	7,37	7,15	6,55	5,79	7,42	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	47,51 ^{Aa}	42,44 ^{Aa}	40,89	39,34	39,74	40,32 ^{Aa}	37,78	
	Sd	6,46	6,54	7,42	6,40	7,90	8,02	8,59	
New Hampshire	\bar{x}	36,88 ^{Bb}	36,39 ^{Bb}	37,86	38,27	36,72	36,15 ^{Bb}	38,27	
	Sd	8,29	6,76	6,64	7,42	5,99	6,03	5,18	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	45,80 ^{Aa}	43,35 ^{Aa}	39,08	40,07	37,24	38,26 ^{ABa}	38,43 ^{ABbc}
		Sd	9,19	7,09	7,41	6,66	7,66	8,04	7,66
	New Hampshire	\bar{x}	36,97 ^{Bb}	35,82 ^{Bc}	37,28	37,62	37,13	39,58 ^{Aa}	43,02 ^{Aa}
		Sd	9,47	6,61	6,70	6,99	6,87	7,57	5,47
Органски	Isa Brown	\bar{x}	49,23 ^{Aa}	41,55 ^{ABab}	42,79	38,61	38,27	42,38 ^{Aa}	37,14 ^{ABbc}
		Sd	8,16	7,26	7,08	6,80	7,14	7,14	7,49
	New Hampshire	\bar{x}	36,81 ^{Bb}	36,97 ^{ABbc}	38,44	38,94	36,23	32,72 ^{Bb}	33,54 ^{Bc}
		Sd	8,93	7,84	7,33	7,14	6,74	6,19	7,00
ANOVA									
Систем гајења			нз	нз	нз	нз	нз	**	
Генотип			**	**	нз	нз	нз	*	
Систем гајења x Генотип			нз	нз	нз	нз	нз	**	

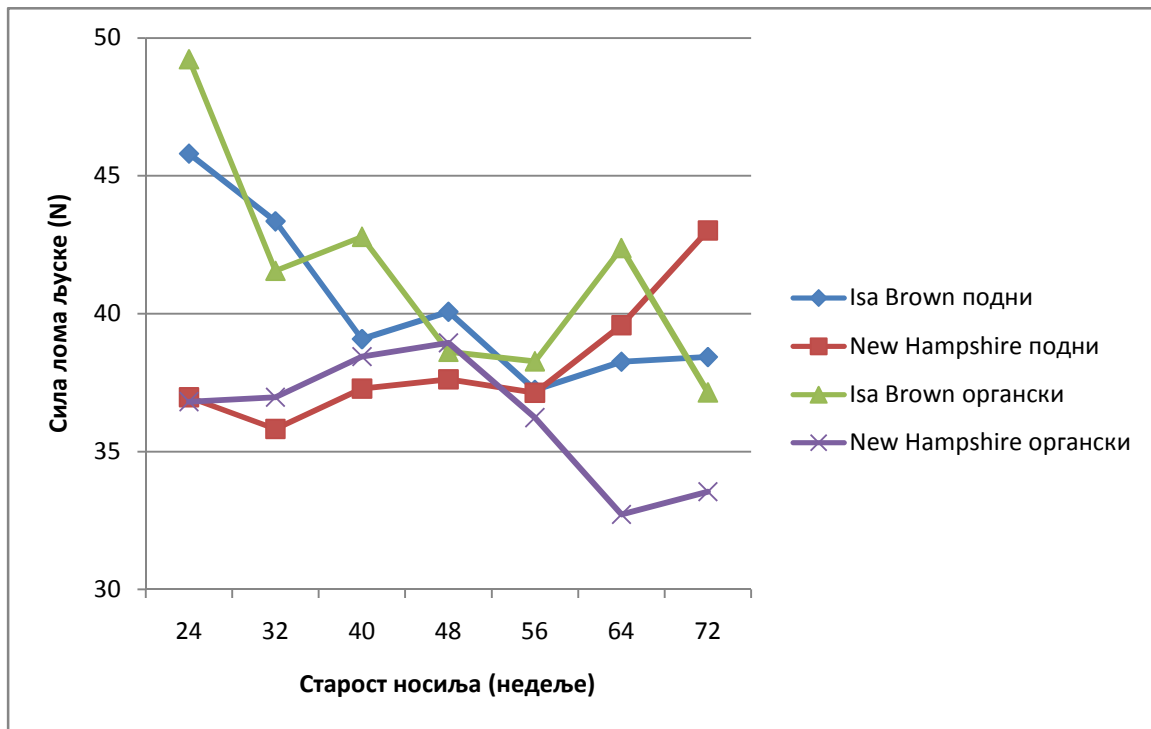
Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

У 64. и 72. недељи, јаја органски гајених New Hampshire носиља су имала значајно мању ($p \leq 0,05$) силу лома љуске (32,72 N у 64. а 33,54 N) у односу на јаја остале три огледне групе (Isa Brown под - 38,26 N и 38,43 N, Isa Brown органски - 42,38 N и 37,14 N, New Hampshire подни - 39,58 N и 43,02 N).

Графикон 15. Динамика промене силе лома љуске јаја кокоши носиља по огледним групама



Недостатак самосталног значајног утицаја ($p \geq 0,05$) система гајења на силу лома љуске у нашим истраживањима је у сагласности са резултатима бројних аутора који нису утврдили пресудно значајан утицај система гајења на силу лома љуске. Pistekova *et al.* (2006) нису пронашли разлике у сили лома љуске јаја између подно и кавезно гајених јединки Isa Brown хибрида, а Đukić-Stojčić *et al.* (2009) на Isa Brown хибриду у кавезном, подном са испустом и класичном систему са испустом. И Clerici *et al.* (2006), који су упоређивали квалитет љуске јаја три различита хибрида (Isa Brown, Lohmann Brown, Ну-Line Brown) који носе јаја обојене љуске у четири различита система гајења (кавезни, подни, са испустом и органски) нису утврдили значајну разлику у сили лома између посматраних система гајења. И Holt *et al.* (2011) наводе да систем гајења има варијабилан утицај на квалитет љуске јаја и да нема јасних показатеља који систем гајења обезбеђује најбољи квалитет љуске.

Isa Brown генотип је у прве две контроле (24. и 30. недеља) имао значајно већу ($p \leq 0,01$) силу лома љуске јаја у односу на New Hampshire расу, док се ова разлика (осим у 64. недељи на нивоу значајности $p \leq 0,05$, али је била присутна и врло јака интеракција ($p \leq 0,01$) систем гајења x генотип) у даљем току трајања огледа није јавила. Наиме, са старењем носиља, сила лома јаја се код Isa Brown хибрида

смањивала, док то није био случај код New Hampshire расе. Динамика ових промена се јасно види и на графикону 15, где се јасно уочава да се сила лома љуске код New Hampshire подне групе чак константно повећавала током трајања огледа, а код органске групе (са изузетком последње две контроле када је забележен драстичан пад) одржавала на константном нивоу. Резултате сагласне нашим, објавили су Škrbić *et al.* (2011), који су утврдили смањење квалитета љуске са старењем носиља Lohmann Brown хибрида, док код Банатског голошијана то није био случај. Вредности силе лома љуске код хибридних Lohmann Brown јединки у контролама извршеним 24, 32, 40. недеље старости је износила 2,93 kg; 2,84 kg и 2,66 kg, и константно се смањивала, док се вредност овог параметра код Банатског голошијана чак и повећавала у овом периоду - 2,33 kg; 2,36 kg и 2,44 kg. Ови аутори су у овом временском интервалу чак и утврдили повећање масе и дебљине љуске, док у нашим истраживањима није било јасне тенденције повећања ових параметара. Међутим, у оба случаја је забележено смањење силе лома, што Rodriguez-Navaro *et al.* (2002) објашњавају тиме да се љуска јаја старијих носиља састоји од већих кристала у односу на љуску млађих носиља, као и да су ови кристали у љусци старијих носиља неправилно орјентисани и са неправилним облицима, па све то заједно узрокује да старије носиље носе јаја слабијег квалитета љуске. И Bell *et al.* (2002) сматрају да се квалитет љуске смањује са старашћу носиља.

У нашем истраживању је утврђено да су органске New Hampshire носиље у последње две контроле (у 64. и 72. недељи) имале знатно слабији квалитет љуске у односу на остале огледне групе. Ови резултати се могу објаснити чињеницом да, осим генотипа, велики број фактора утиче на квалитет љуске: старост носиља, митарење, исхрана, стрес, нека обољења, климатски чиниоци, начин гајења (Roberts, 2004), па је интеракција неких од ових чинилаца условила да New Hampshire генотип у органском систему гајења одрагује смањењем квалитета љуске. Значајну интеракцију систем гајења x генотип x старост носиља утврдили су и Ledvinka *al.* (2012). Они су у подном и кавезном систему држања, на Isa Brown, Hisex Brown и Moravia BSL генотипу, на јајима снешеним у периоду 20-24, 38-42. и 56-60. недеље, утврдили сигнификантан утицај система гајења, генотипа, старости носиља и интеракције поменутих фактора на силу лома љуске.

6.2.3.5. Боја љуске

Боја љуске је битна пре свега због навике купаца у појединим државама да купују јаја одређене боје љуске, а боја љуске сама по себи не узрокује разлике у укусу и нутритивним својствима јаја (Наyirli *et al.*, 2015).

У табели 17 су приказане вредности медијане за оцену боје љуске по испитиваним факторима и огледним групама.

Табела 17. Просечна оцена боје љуске јаја кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
Боја љуске (поени)									
Систем гајења									
Подни	med	3	3	3	3	3 ^{Aa}	3	3	
Органски	med	3	3	3	3	2,5 ^{Ab}	3	3	
Генотип									
Isa Brown	med	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3,5 ^{Aa}	3 ^{Aa}	
New Hampshire	med	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	3 ^{Bb}	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	med	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}
	New Hampshire	med	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	3 ^{BCb}	2 ^{Bb}	3 ^{ABbc}
Органски	Isa Brown	med	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{ABab}	4 ^{Aa}	3 ^{Aab}
	New Hampshire	med	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Bb}	2 ^{Cc}	2 ^{Bb}	3 ^{Bc}

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом Mann Whitney (U) теста

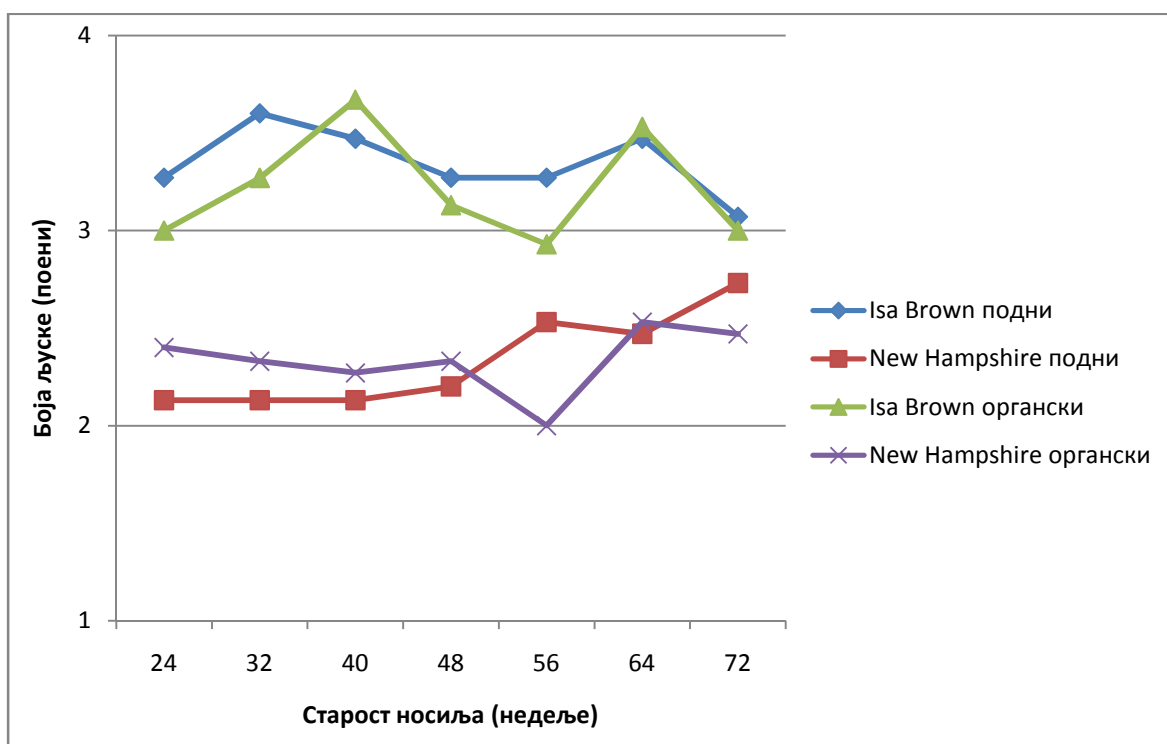
Из табеле 17 се уочава да је систем гајења само у једној контроли узроковао статистички значајну разлику у боји љуске, док је у свих седам контролних периода боја љуске била под значајним утицајем генотипа. Овде се мора напоменути да је због начина изражавања ове особине (ординарна мерна скала) коришћена медијана као позициона средња вредност, а тестирање значајности разлика између испитиваних огледних група вршено је непараметарским Mann Whitney (U) тестом. Због оваквог начина представљања резултата, у неким случајевима, иако су огледне групе имале исту вредност медијане оцене, оне су се разликовале на нивоима значајности $p \leq 0,05$ или чак $p \leq 0,01$.

Само у контроли извршеној на јајима 56-недељних носиља, јаја из подног система гајења су имала значајно ($p \leq 0,05$) тамнију љуску (3) у односу на органски произведена јаја (2,5). У свим осталим контролама, није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у боји љуске узроковане системом гајења - 3 : 3.

У свим извршеним контролама, јаја Isa Brown хибрида су имала веома значајно ($p \leq 0,01$) тамнију љуску (медијана оцене у 24, 32, 48, 56. и 72. недељи 3, у 64. 3,5 а у 40. недељи - 4), у односу на јаја New Hampshire расе (медијана оцене 2, осим у 72. недељи, када је износила 3).

У 56. и 72. недељи, јаја подне New Hampshire и органске Isa Brown огледне групе нису се међусобно значајно разликовала ($p \geq 0,05$) у боји љуске (3 : 3), док су се остале две експерименталне групе - органске New Hampshire и подне Isa Brown, значајно разликовале, како међусобно ($p \leq 0,01$), тако и у односу на јединке другог генотипа у истом систему гајења ($p \leq 0,05$).

Графикон 16. Динамика промене оцене боје љуске по огледним групама



Генерални недостатак утицаја система гајења на обојеност љуске јаја је у сагласности са резултатима Terčić *et al.* (2012), који нису утврдили разлику у боји љуске код Prelux-G јединки гајених у кавезном и органском систему производње, као и Ahammed *et al.* (2014) код Lohmann Brown кокоши носиља гајених у кавезном, авијарном и подном систему гајења. И Đukić-Stojčić *et al.* (2009) су испитујући Isa

Brown хибрид у три различита система гајења: кавезном, подном са испустом и класичном систему са испустом закључили да боја љуске јаја није била под утицајем система гајења.

Интензивнија обојеност јаја Isa Brown хибрида у односу на New Hampshire расу је у складу са наводима бројних истраживача који генетске факторе наводе као главне факторе који утичу на боју љуске јаја (Gerber, 2006; Rizzi *et al.*, 2006; Hayirli *et al.*, 2015).

На графикону 16 се уочава да су у 56. и 72. недељи јаја органски гајених Isa Brown јединки су имала нешто блеђу, а јаја подно гајених New Hampshire носиља нешто интензивнију обојеност љуске, па се и поред напред наведеног, веома значајног утицаја генотипа на ову особину ($p \leq 0,01$), боја љуске између ове две огледне групе није значајно разликовала ($p \geq 0,05$). Овакви резултати се једино могу објаснити постојањем јаке интеракције: систем гајења x генотип x строст носиља на боју љуске јаја, коју су утврдили и Ledvinka *al.* (2012) на Isa Brown, Hisex Brown и Moravia BSL генотипу, у подном и кавезном систему држања, у периоду 20-24, 38-42. и 56-60. недеља старости.

Такође, на графикону 15 се не примећује општа тенденција смањења интензитета обојености љуске са старењем носиља, што је у супротности са резултатима неколицине аутора који су утврдили смањење обојености љуске са старењем носиља (Odabasi *et al.*, 2007; Zita *et al.*, 2009; Škrbić *et al.*, 2011).

6.2.3.6. Чистоћа љуске

Чистоћа јаја је битна тржишна особина, и представља један од критеријума на основу којих се јаја разврставају у одговарајуће класе. Већина јаја када се снесе је чисто, а њихово прљање се дешава касније, најчешће фецесом или прљавом простирком из гнезда. На чистоћу љуске могу утицати и болести које изазивају дијареју, као и крвави трагови изазвани неадекватним одгојем и прераним проношењем кокоши носиља (Gerber, 2006).

У табели 18 су приказане медијане оцене чистоће љуске по испитиваним факторима и огледним групама. У по две контроле, систем гајења и генотип су условили разлике у чистоћи љуске, а такође у два наврата су резултати појединачних поређења огледних група указала на могућу интеракцију систем гајења x генотип на ову особину.

Табела 18. Просечна оцена чистоће љуске јаја кокоши носилца по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носилца							
		24	32	40	48	56	64	72	
Чистоћа љуске (поени)									
Систем гајења									
Подни	med	5	4	3 ^{Ab}	4	4	4	3 ^{Bb}	
Органски	med	5	5	4 ^{Aa}	4	4	4	5 ^{Aa}	
Генотип									
Isa Brown	med	5 ^{Aa}	5	4 ^{Aa}	4	4	4	5	
New Hampshire	med	5 ^{Ab}	4,5	3 ^{Ab}	4	4	4	4	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	med	5	5 ^{Aa}	4 ^{ABb}	4	4	5	4 ^{BCb}
	New Hampshire	med	5	3 ^{Bb}	3 ^{Bb}	3	3	4	3 ^{Cb}
Органски	Isa Brown	med	5	5 ^{Aa}	5 ^{Aa}	4	4	4	5 ^{Aa}
	New Hampshire	med	5	5 ^{Aa}	3 ^{ABb}	4	4	4	5 ^{ABa}

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом Mann Whitney (U) теста

Јаја из органског система имала су чистију љуску у 40. (медијана оцене 4, $p \leq 0,05$) и 72. недељи (5, ($p \leq 0,01$), у односу на јаја из подног система држања (3 у 40. и 72. недељи). У осталим контролним периодима, није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у чистоћи љуске јаја између посматраних система гајења.

Јаја Isa Brown кокоши су имала значајно чистију љуску ($p \leq 0,05$) у 24. (медијана оцене 5) и 40. недељи (4) у односу на јаја New Hampshire носилца (5 у 40, 3 и 72. недељи).

Резултати поређења испитиваних фактора из 40. недеље се морају узети са извесном резервом, јер су каснија поређења између огледних група показала да се једино јаја органски гајених Isa Brown носилца (5) сигнификантно разликују ($p \leq 0,05$) од јаја остале три групе (подни Isa Brown 4, обе New Hampshire групе 3), које се међусобно нису значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Сличан случај је забележен и у 32. недељи, када су се јаја подно гајених New Hampshire кокоши (3) веома значајно разликовала у вредности овог параметра ($p \leq 0,01$) од остале три групе (5).

Постојање разлика у 40. и 72. недељи старости носилца у чистоћи љуске између испитиваних система гајења је сагласно са закључцима Đukić-Stojčić *et al.*

(2009), који наводе да је чистоћа љуске код система гајења са испустом условљена спољашњим чиниоцима, процентом јаја која су снешена ван гнезда и организацијом посла на фарми (учесталост сакупљања јаја и чистоћом гнезда). Мора се напоменути да су резултати ових аутора супротни нашим, јер су они утврдили да су јаја из подног система гајења са испустом (просечна оцена 3,89) и класичног система са испустом (4,04), имала прљавију љуску од јаја произведених у кавезу (4,75). Такође и Машић и Павловски (1994) су утврдили да су јаја из подног система гајења веома значајно чистија ($p \leq 0,01$) у односу на јаја јединки из екстензивног начина држања (4,61 : 4,23), као и Ferrante *et al.* (2009), који су у органском систему утврдили чак 78% јаја која се могу окарактерисати као прљава или врло прљава, док је тај проценат код подно гајених јединки износио мање од 45%.

У нашем истраживању, јединке гајене на поду су имале тенденцију да више носе јаја ван гнезда у односу на органске кокоши, па је ова чињеница и условила да се јаве статистички значајне разлике у два контролна периода, када је квалитет простирке (која се периодично мењала и додавала) на којима су кокоши носиле јаја био доста слабији у подном систему. Недостатак значајних разлика у чистоћи љуске у осталим контролним периодима је у сагласности са резултатима које су објавили Angeličova *et al.* (2014), који нису утврдили сигнификантну разлику ($p \geq 0,05$) у чистоћи љуске између јаја снешених у кавезном и систему гајења са испустом.

Значајно боља оцена ($p \leq 0,05$) за чистоћу љуске у 24. и 40. недељи код Isa Brown носиља у односу на New Hampshire генотип може се објаснити пре свега субјективним разлозима битним за оцењивање ове особине. Наиме јаја New Hampshire кокоши се одликују значајно светлијом бојом љуске у односу на Isa Brown генотип, па су се све евентуалне нечистоће на њиховим јајима боље уочавале, и оваква јаја добијала лошију оцену.

Значајан утицај интеракције систем гајења x генотип на чистоћу љуске у својим истраживањима су утврдили и Đukić-Stojčić *et al.* (2012).

6.3. Хемијски састав јаја

На узорцима меланжа испитивани су следећи параметри хемијског састава:

- садржај суве материје,
- садржај пепела,
- садржај протеина,
- садржај масти,
- маснокиселински састав и
- садржај холестерола.

6.3.1. Садржај суве материје

Саджај суве материје је битан параметар квалитета јаја. Што је вредност овог параметра већа, сматра се да су јаја квалитетнија, посебно ако се она посматрају као сировина у прехранбеној индустрији. У табели 19 су приказане просечне вредности садржаја суве материје у јајима по испитиваним факторима и огледним групама.

Укупно посматрано, систем гајења је у две, а генотип у четири контроле показао сигнификантан утицај на садржај суве материје у јајима. Ни у једном од седам контролних периода није забележена значајна интеракција испитиваних фактора.

Контроле извршене у 56. и 72. недељи старости носиља су показале да су јаја из подног система гајења имала значајно већи ($p \leq 0,05$) саджај суве материје (24,99% и 25,26%) у поређењу са јајима из органског система производње (24,34% и 24,33%). У осталим контролама, извршеним у 24, 32, 40, 48. и 64. недељи старости, јаја из испитиваних система гајења нису се значајно разликовала ($p \geq 0,05$) у вредности овог параметра.

Са друге стране, јаја New Hampshire јединки су у 40. недељи имала значајно већи ($p \leq 0,05$) (24,07% : 23,15%), а у 56, 64. и 72. недељи веома значајно већи ($p \leq 0,01$) садржај суве материје у односу на јаја Isa Brown кокоши - 25,53% : 23,80% у 56, 25,28% : 23,91% у 64. и 25,37% : 24,22% у 72. недељи. Остале контроле (у 24, 32. и 48. недељи) разлике у вредности овог параметра између испитиваних генотипова нису оцениле као сигнификантне ($p \geq 0,05$).

Ниједна од седам извршених хемијских анализа није показала значајну интеракцију испитиваних фактора на садржај суве материје ($p \geq 0,05$).

Табела 19. Просечан садржај суве материје у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Сува материја (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	23,21	23,82	23,43	24,13	24,99 ^{Aa}	24,54	25,26 ^{Aa}	
	Sd	0,91	0,98	1,33	2,47	1,36	1,33	1,41	
Органски	\bar{x}	22,26	23,89	23,78	23,90	24,34 ^{Ab}	24,65	24,33 ^{Ab}	
	Sd	1,80	0,83	0,79	1,37	1,20	1,33	1,21	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	22,54	23,58	23,15 ^{Ab}	23,85	23,80 ^{Bb}	23,91 ^{Bb}	24,22 ^{Bb}	
	Sd	0,89	0,88	1,15	1,24	0,75	0,58	1,27	
New Hampshire	\bar{x}	22,93	24,13	24,07 ^{Aa}	24,17	25,53 ^{Aa}	25,28 ^{Aa}	25,37 ^{Aa}	
	Sd	1,92	0,84	0,83	2,53	1,17	1,49	1,28	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	22,84	23,75	22,84 ^{Ab}	24,29	23,98 ^{BCc}	23,65 ^{Cc}	24,63 ^{ABb}
		Sd	0,77	1,11	1,41	1,21	0,99	0,53	1,62
	New Hampshire	\bar{x}	23,58	23,89	24,03 ^{Aa}	23,96	26,01 ^{Aa}	25,42 ^{Aa}	25,89 ^{Aa}
		Sd	0,96	0,89	0,98	3,38	0,78	1,31	0,85
Органски	Isa Brown	\bar{x}	22,23	23,40	23,47 ^{Ab}	23,41	23,62 ^{Cc}	24,16 ^{ABCbc}	23,82 ^{Bb}
		Sd	0,97	0,60	0,77	1,17	0,35	0,54	0,64
	New Hampshire	\bar{x}	22,29	24,38	24,10 ^{Aa}	24,38	25,06 ^{ABb}	25,13 ^{ABab}	24,85 ^{ABab}
		Sd	2,49	0,75	0,70	1,44	1,34	1,72	1,46
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	*	нз	*	
Генотип		нз	нз	*	нз	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

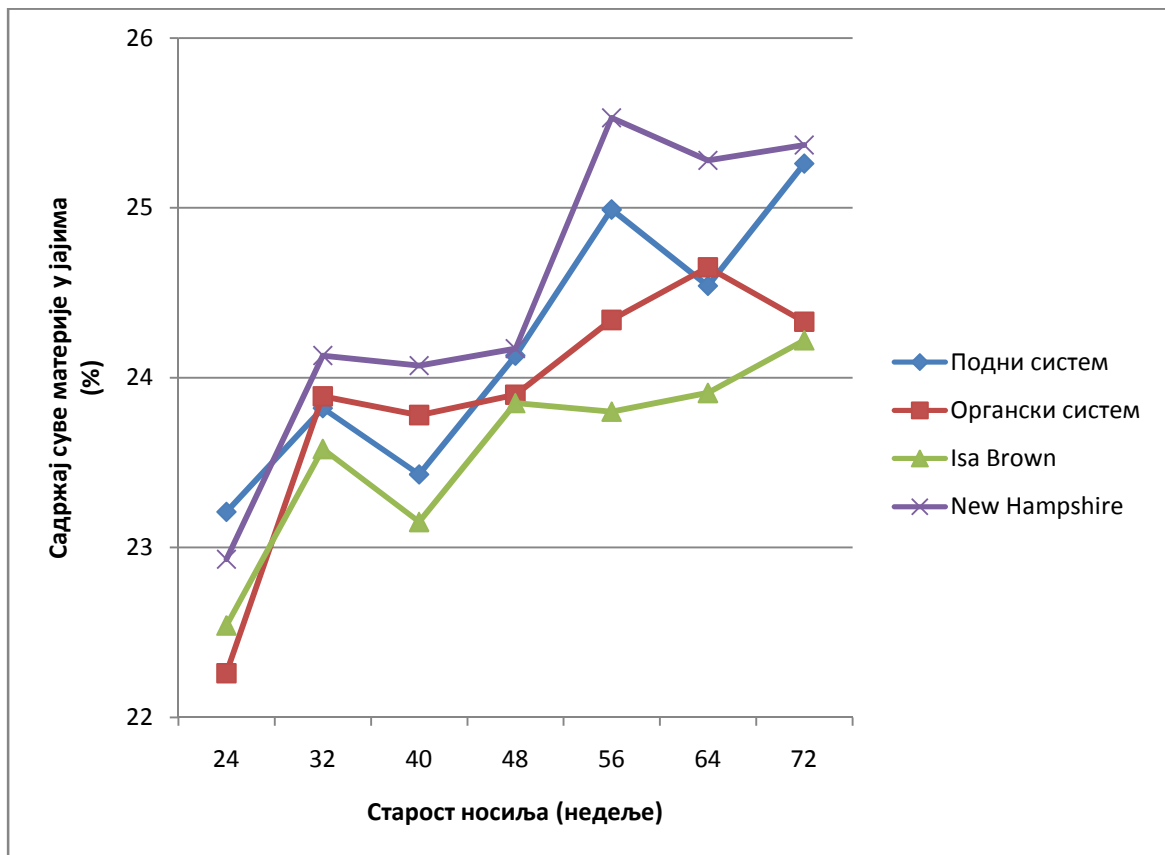
Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

У пет од седам извршених контрола, садржај суве материје није био под значајним утицајем ($p \geq 0,05$) система гајења. Да систем гајења не мора нужно да утиче на садржај суве материје утврдили су и Hidalgo *et al.* (2008), који нису пронашли значајну разлику у садржају суве материје јаја код четири испитивана система гајења: кавезни, подни, систем гајења са испустом и органски, као и Minelli *et al.* (2007), који нису утврдили разлику у вредности овог параметра између кавезно и органски гајених носиља Ну-Line Brown хибрида. Такође, ни Pavlovski *et al.* (2011a) нису утврдили разлику у садржају суве материје јаја Ну-Line носиља гајених

у кавезном (22,94%) и систему држања са испустом (23,04%). Са друге стране, већи садржај суве материје ($p \leq 0,05$) у јајима подно гајених јединки у односу на органске носиље утврђен у 56. и 72. недељи носивости у нашем истраживању је сагласан са резултатима које износе Matt *et al.* (2009), који су утврдили већи садржај суве материје у јајима конвенционално гајених јединки (23,15%) у односу на органски гајене носиље (22,60%).

Графикон 17. Динамика промене садржаја суве материје у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима



Да генотип има веома значајан утицај на ову особину може се приметити и на графикону 17, где се јасно уочава да су током целог огледног периода јаја New Hampshire расе имала већи садржај суве материје у односу на Isa Brown јединке, с тим што су те разлике потврђене у 40. ($p \leq 0,05$), 56, 64. и 72. недељи ($p \leq 0,01$), док у 24, 32. и 48. недељи су те разлике биле на нивоу значајности од $p \geq 0,05$. Већи садржај суве материје у јајима јединки чистих раса у односу на јаја хибридних носиља утврдили су и Pavlovski *et al.* (2011a) - 25,59% код Банатског голошијана, а само 23,04% код Ну-Line хибрида. Са графикона 17 се такође може уочити да се са старењем носиља вредност овог параметра повећавала, тј. да су јаја старијих носиља

имала већи садржај суве материје у себи. На почетку производног циклуса ова повећања су била посебно велика, док се касније вредност овог параметра или благо повећавала или остајала на релативно константном нивоу.

6.3.2. Садржај пепела

Кокошија јаја представљају важан извор минерала у исхрани људи (Nys i Sauveur, 2004). У табели 20 је приказан садржај минерала (пепела) у јајима по испитиваним факторима и огледним групама.

Ни у једном контролном периоду систем гајења није имао сигнификантан утицај на садржај пепела у јајима, утицај генотипа је у два наврата био сигнификантан на вредност овог параметра, док се у једном случају јавила значајна интеракција испитиваних фактора.

Из табеле 20 се јасно уочава да систем гајења ни у једном контролном периоду није условио значајне разлике ($p \geq 0,05$) у садржају пепела у јајима.

Са друге стране, контрола јаја 56-недељних New Hampshire носиља је показала веома значајно већи (0,94%, $p \leq 0,01$), а код 64-недељних значајно већи (0,92%, $p \leq 0,05$) садржај пепала у јајима у односу на на Isa Brown хибрид (0,89% у 56, 0,88% у 64. недељи). У свим осталим контролама, разлике које су се јавиле у садржају минералних елемената између испитиваних генотипова нису биле значајне ($p \geq 0,05$).

У 48. недељи, утврђен је сигнификантан ($p \leq 0,05$) утицај интеракције систем гајења x генотип на вредност овог параметра. Наиме, органски гајене Isa Brown носиље су имале значајно већи ($p \leq 0,05$) садржај пепела у јајима (0,91%) у односу на органски гајене New Hampshire јединке (0,86%), док су вредности овог параметра код обе подне групе биле између напред наведених (0,89% New Hampshire, 0,88% Isa Brown) и нису се разликовале како међу собом, тако и у поређењу са органским огледним групама ($p \geq 0,05$).

Табела 20. Просечан садржај пепела у јајима кокоши носилца по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носилца							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Пепео (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	0,88	0,86	0,87	0,88	0,92	0,91	0,88	
	Sd	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	
Органски	\bar{x}	0,85	0,87	0,83	0,88	0,90	0,89	0,90	
	Sd	0,02	0,02	0,08	0,04	0,06	0,05	0,04	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	0,85	0,85	0,85	0,89	0,89 ^{Bb}	0,88 ^{Ab}	0,90	
	Sd	0,02	0,04	0,09	0,03	0,05	0,04	0,03	
New Hampshire	\bar{x}	0,88	0,88	0,85	0,87	0,94 ^{Aa}	0,92 ^{Aa}	0,88	
	Sd	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	0,87	0,85	0,88	0,88 ^{Aab}	0,91 ^{Bab}	0,89 ^{Aab}	0,90
		Sd	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04
	New Hampshire	\bar{x}	0,89	0,87	0,86	0,89 ^{Aab}	0,94 ^{Aa}	0,93 ^{Aa}	0,86
		Sd	0,06	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05	0,07
Органски	Isa Brown	\bar{x}	0,83	0,85	0,82	0,91 ^{Aa}	0,87 ^{Bb}	0,87 ^{Ab}	0,89
		Sd	0,05	0,05	0,12	0,04	0,06	0,05	0,02
	New Hampshire	\bar{x}	0,86	0,88	0,83	0,86 ^{Ab}	0,93 ^{Aa}	0,91 ^{Aab}	0,90
		Sd	0,03	0,06	0,03	0,02	0,04	0,05	0,04
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип		нз	нз	нз	нз	**	*	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	*	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

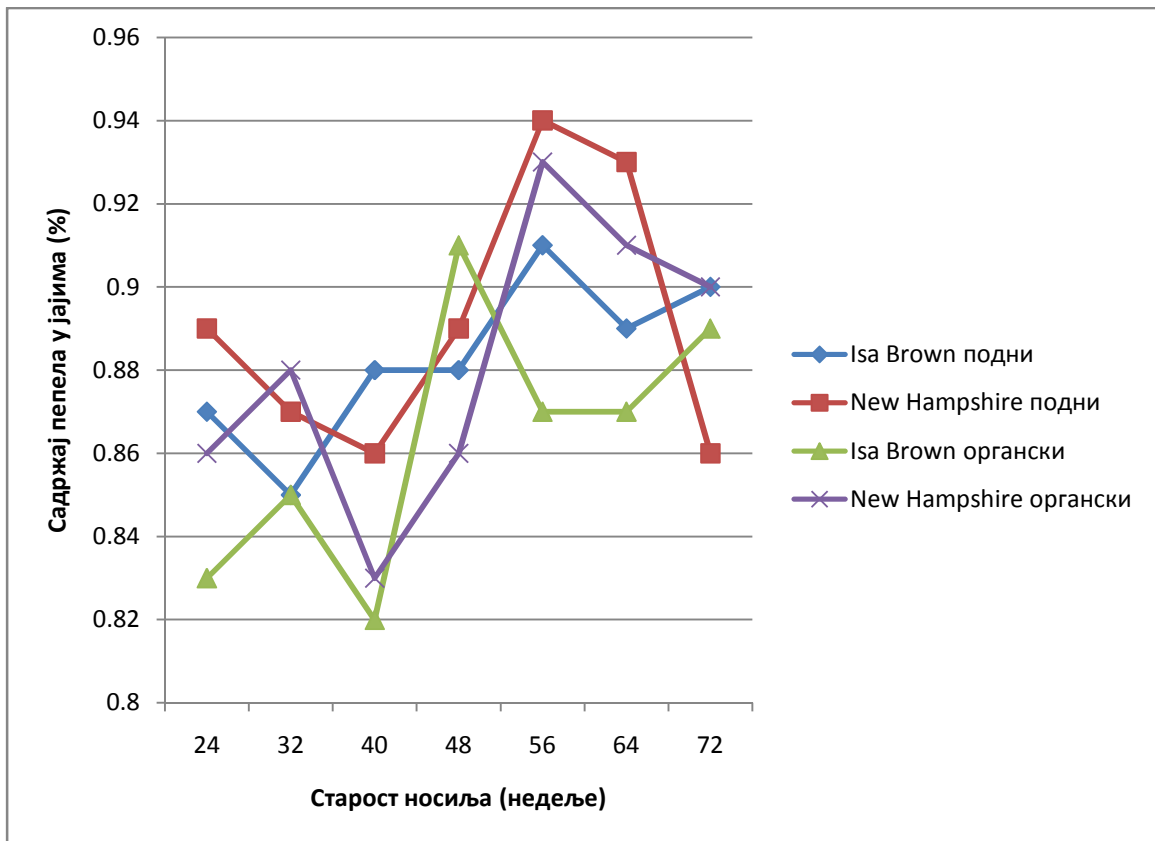
Непостојање сигнификантног утицаја система гајења на садржај пепела у јајима у нашим истраживањима је у сагласности са резултатима бројних аутора који такође нису утврдили значајан утицај система гајења на вредност овог параметра (Rizzi *et al.* (2006) између кавезно и јединки гајених на испусту, Minelli *et al.* (2007) између кавезно и органски гајених носилца, Bologna *et al.* (2013) између органски и кавезно гајених а Nistor *et al.* (2014) између кавезно и јединки гајених на испусту).

Са друге стране, контроле јаја 56. и 64-недељних носиља су показале значајну ($p \leq 0,05$) и веома значајну разлику ($p \leq 0,01$) у садржају пепела у јајима New Hampshire носиља у односу на Isa Brown хибрид, што се јасно уочава и на графикону 17, који показује да су обе огледне New Hampshire групе изнад Isa Brown група. У осталим контролама, извршеним на јајима 24, 32, 40, 48. и 72-недељних носиља, није било значајних разлика у овој особини између испитиваних генотипова ($p \geq 0,05$).

Значајан утицај генотипа на вредност овог параметра у својим истраживањима утврдили су и Rizzi i Chiericato (2010), који су у органском систему производње установили значајно већи садржај пепела ($p \leq 0,01$) у жуманцу јаја јединки Hy Line White хибрида, у односу на Hy Line Brown хибрид и две аутохтоне италијанске расе - Robusta Maculata и Ermellinata of Rovigo, који се међусобно нису разликовали у овој особини ($p \geq 0,05$). И Pavlovski *et al.* (2011a) су на јајима Банатског голошијана гајеног у систему са испустом утврдили веома значајно већи ($p \leq 0,01$) садржај пепела – 0,93%, у односу на Hy-Line хибрид гајен у кавезном систему (0,88%). Јаја Hy-Line хибрида гајеног на испусту су имала интермедијарну вредност овог параметра (0,90%) и нису се сигнификантно разликовала ($p \geq 0,05$) од горепоменуте две групе.

Значајна интеракција ($p \leq 0,05$) систем гајења x генотип у 48. недељи је условила да су органски гајене јединке Isa Brown хибрида имале значајно већи ($p \leq 0,05$) садржај пепела у јајима у односу на органски гајене јединке New Hampshire расе (што се јасно уочава и на графикону 18, који приказује и велики скок ове вредности код органске Isa Brown експерименталне групе у односу на претходну контролу), док се обе подне групе заузеле интермедијарну вредност и нису се разликовале, како у поређењу са органским огледним групама, тако и међу собом ($p \geq 0,05$). На графикону се такође може приметити да није постојало опште правило промене ове вредности са старењем носиља.

Графикон 18. Динамика промене садржаја пепела у јајима кокоши носиља по огледним групама



6.3.3. Садржај протеина

Кокошја јаја су најбогатији извор протеина од свих животних намирница (Nistor *et al.*, 2014), а о самом квалитету протина јаја најбоље говори чињеница да се јаје узима као репер при одређивању биолошке вредност протеина било којег хранива. Више протеина има у жуманцу (око 17%), у односу на беланце (око 10,5%) (Milošević i Perić, 2011).

У табели 21 су приказане просечне вредности садржаја протеина у меланжу према испитиваним факторима и огледним групама. Из ових података се јасно уочава да ни систем гајења ни генотип нису сигнификантно ($p \geq 0,05$) утицали на садржај протина у јајима ни у једном контролном периоду.

Једино се код 64-недељних носиља јавила веома јака интеракција ($p \leq 0,01$) између испитиваних фактора, па су подно гајене New Hampshire кокоши имале веома значајно већи садржај протеина у јајима ($p \leq 0,01$; 12,71%) у односу на органске јединке истог генотипа и подно гајене Isa Brown носиље (обе групе по 12,14%).

Органске Isa Brown кокоши су у јајима имале 12,38% протеина и нису се разликовале ни од једне од остале три огледне групе ($p \geq 0,05$).

Табела 21. Просечан садржај протеина у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Протеини (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	12,73	12,34	11,98	12,19	12,47	12,42	12,42	
	Sd	0,45	0,52	0,60	0,46	0,43	0,50	0,43	
Органски	\bar{x}	12,95	12,34	12,16	11,97	12,39	12,26	12,37	
	Sd	0,47	0,46	0,51	0,37	0,40	0,45	0,38	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	12,78	12,23	11,94	11,97	12,40	12,26	12,27	
	Sd	0,54	0,52	0,63	0,47	0,43	0,41	0,42	
New Hampshire	\bar{x}	12,90	12,45	12,19	12,19	12,46	12,42	12,52	
	Sd	0,40	0,43	0,46	0,36	0,41	0,54	0,35	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	12,61	12,33	11,70	12,11	12,43	12,14 ^{Bb}	12,23
		Sd	0,49	0,70	0,61	0,51	0,56	0,33	0,43
	New Hampshire	\bar{x}	12,86	12,35	12,25	12,27	12,50	12,71 ^{Aa}	12,60
		Sd	0,41	0,30	0,47	0,42	0,29	0,49	0,37
Органски	Isa Brown	\bar{x}	12,95	12,13	12,18	11,82	12,37	12,38 ^{ABab}	12,31
		Sd	0,56	0,26	0,57	0,39	0,28	0,46	0,44
	New Hampshire	\bar{x}	12,94	12,55	12,14	12,12	12,41	12,14 ^{Bb}	12,44
		Sd	0,42	0,52	0,47	0,30	0,51	0,43	0,33
ANOVA									
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	**	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

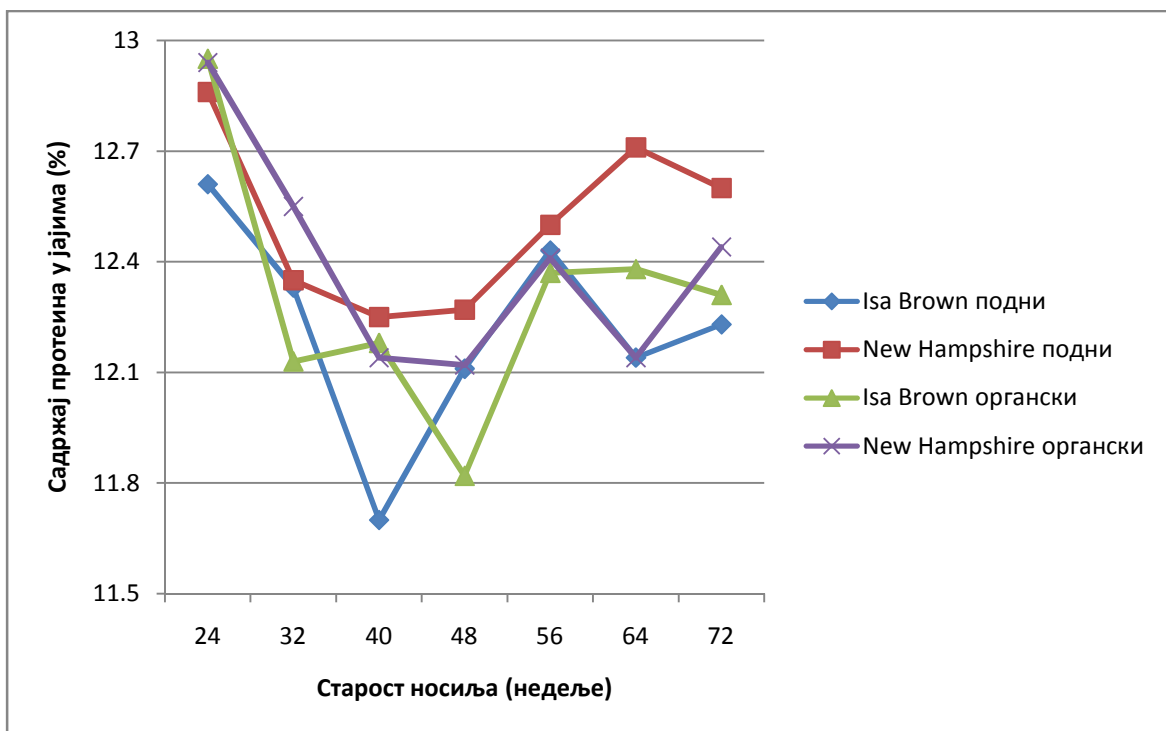
Звездике у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Резултати наших истраживања, који показују да није било значајног утицаја система гајења на садржај протеина у јајима, је у складу са резултатима бројних аутора који наводе да систем гајења сам по себи не мора условити разлике у вредности овог параметра. Тако Rizzi *et al.* (2006) нису утврдили разлику у садржају

протеина у јајима између кавезно и јединки гајених на испусту Isa Brown хибрида, Krawczyk i Gornowicz (2010) између Messa 45 кокоши у подном и систему гајења са испустом, као ни Radu-Rusu *et al.* (2014) код Lohmann Brown носиља гајених у конвенционалним кавезима и у систему гајења са коришћењем испуста. Са друге стране Minelli *et al.* (2007), Hidalgo *et al.* (2007), Mat *et al.* (2009), Pavlovski *et al.* (2011a) и Nistor *et al.* (2014) су утврдили супротно, да система гајења може имати значајан утицај на садржај протеина у јајима.

Графикон 19. Динамика промене садржаја протеина у јајима кокоши носиља по огледним групама



Непостојање генералних разлика у садржају протеина у јајима између New Hampshire и Isa Brown јединки у нашим истраживањима је у складу са налазима Rizzi i Chiericato (2010), да различити генотипови кокоши носиља не морају нужно носити јаја са различитим садржајем протеина. Наиме, ови аутори су у органском систему производње утврдили да се три од четири испитивана генотипа нису разликовала међусобно у садржају протеина у јајима (Hy Line White, Hy Line Brown и Robusta Maculata). Једино је раса Ermellinata of Rovigo у овом експерименту остварила значајно нижи ниво протеина у јајима од горепоменутих три генотипа. И Kucukyilmaz *et al.* (2012) нису утврдили значајну разлику у садржају протеина у јајима између јединки хибрида АТАК-S гајених у органском и конвенционалном

систему (обе групе 13,32%). Међутим, у истом експерименту органски гајене јединке хибрида Lohmann LSL су имале већи ($p \leq 0,05$) садржај протеина (13,19%) у односу на конвенционално-кавезно гајене јединке истог генотипа (12.85%), што показује да различити генотипови могу различито реаговати у различитим системима гајења и тако условити разлике у погледу садржаја протеина у јајима. Тиме се може објаснити и значајно већи садржај протеина у јајима код подне New Hampshire експерименталне групе у односу на остале три групе код 64-недељних носиља у нашем експерименту, што се јасно уочава и на графикону 19. На истом графикону се може уочити да су још од 40. недеље New Hampshire јединке гајене у подном систему гајења имале већи садржај протеина у јајима од јединки осталих експерименталних група, али су те разлике статистички потврђене само у већ поменутој 64. недељи. Такође, на графикону се може приметити да није постојала закономерност промене вредности овог параметра са старењем кокоши носиља.

6.3.4. Садржај масти

Ако се посматра садржај масти у јајима, може се рећи да се целокупна количина ове материје налази у жуманцу, и чини негде око трећине његове масе (Milošević i Perić, 2011). Липиди жуманца су веома битни јер представљају важан извор животињских масти у људској исхрани (Pintea *et al.*, 2012).

У табели 22 су приказане просечне вредности садржаја масти у меланжу према испитиваним факторима и огледним групама, а на графикону 20 динамика промене овог параметра током целог огледног периода према испитиваним факторима.

Уопштено посматрано, у три од седам контрола систем гајења је имао сигнификантан утицај на садржај масти у јајима, док је у пет контрола утицај генотипа показао значајан утицај на вредност овог параметра. Ни у једној контроли није било значајне интеракције испитиваних фактора.

У 24. и 56. недељи старости носиља, јаја из подног система гајења су имала значајно већи ($p \leq 0,05$), а у 72. недељи веома значајно већи ($p \leq 0,01$) садржај масти у меланжу у односу на јаја произведена у органском систему производње. У 24. недељи тај однос је износио 8,07% : 7,36%, у 56. 10,17% : 9,54% а у 72. недељи 10,35% : 9,42%. У осталим контролама, извршеним на јајима 32, 40, 48. и 64-

недељних носиља није било значајног ($p \geq 0,05$) утицаја система гајења на садржај масти у јајима.

Табела 22. Просечан садржај масти у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Узраст носиља							
		24	32	40	48	56	64	72	
		Масти (%)							
Систем гајења									
Подни	\bar{x}	8,07 ^{Aa}	8,88	9,00	9,85	10,17 ^{Aa}	9,81	10,35 ^{Aa}	
	Sd	0,54	0,87	0,90	1,23	1,24	0,85	1,35	
Органски	\bar{x}	7,36 ^{Ab}	9,10	9,14	9,41	9,54 ^{Ab}	9,71	9,42 ^{Bb}	
	Sd	0,88	0,90	0,95	1,20	1,20	1,28	1,01	
Генотип									
Isa Brown	\bar{x}	7,47	8,62 ^{Bb}	8,60 ^{Bb}	9,33	8,92 ^{Bb}	9,21 ^{Bb}	9,38 ^{Bb}	
	Sd	0,66	0,72	0,83	1,18	0,48	0,63	1,31	
New Hampshire	\bar{x}	7,96	9,37 ^{Aa}	9,54 ^{Aa}	9,92	10,78 ^{Aa}	10,31 ^{Aa}	10,39 ^{Aa}	
	Sd	0,88	0,88	0,75	1,21	1,06	1,15	1,03	
Систем гајења x Генотип									
Подни	Isa Brown	\bar{x}	7,91 ^{ABab}	8,61 ^{Ab}	8,54 ^{Bb}	9,54	9,14 ^{Cc}	9,29 ^{Ab}	9,83 ^{ABab}
		Sd	0,53	0,79	0,95	1,07	0,49	0,31	1,67
	New Hampshire	\bar{x}	8,24 ^{Aa}	9,16 ^{Aab}	9,47 ^{ABa}	10,15	11,20 ^{Aa}	10,33 ^{Aa}	10,87 ^{Aa}
		Sd	0,54	0,90	0,57	1,37	0,80	0,91	0,65
Органски	Isa Brown	\bar{x}	7,02 ^{Bb}	8,62 ^{Ab}	8,66 ^{ABb}	9,12	8,70 ^{Cc}	9,13 ^{Ab}	8,94 ^{Bb}
		Sd	0,47	0,68	0,74	1,32	0,38	0,86	0,59
	New Hampshire	\bar{x}	7,69 ^{ABab}	9,57 ^{Aa}	9,61 ^{Aa}	9,69	10,37 ^{Bb}	10,29 ^{Aa}	9,90 ^{ABab}
		Sd	1,11	0,86	0,93	1,06	1,16	1,41	1,14
ANOVA									
Систем гајења		*	нз	нз	нз	*	нз	**	
Генотип		нз	**	**	нз	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездике у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

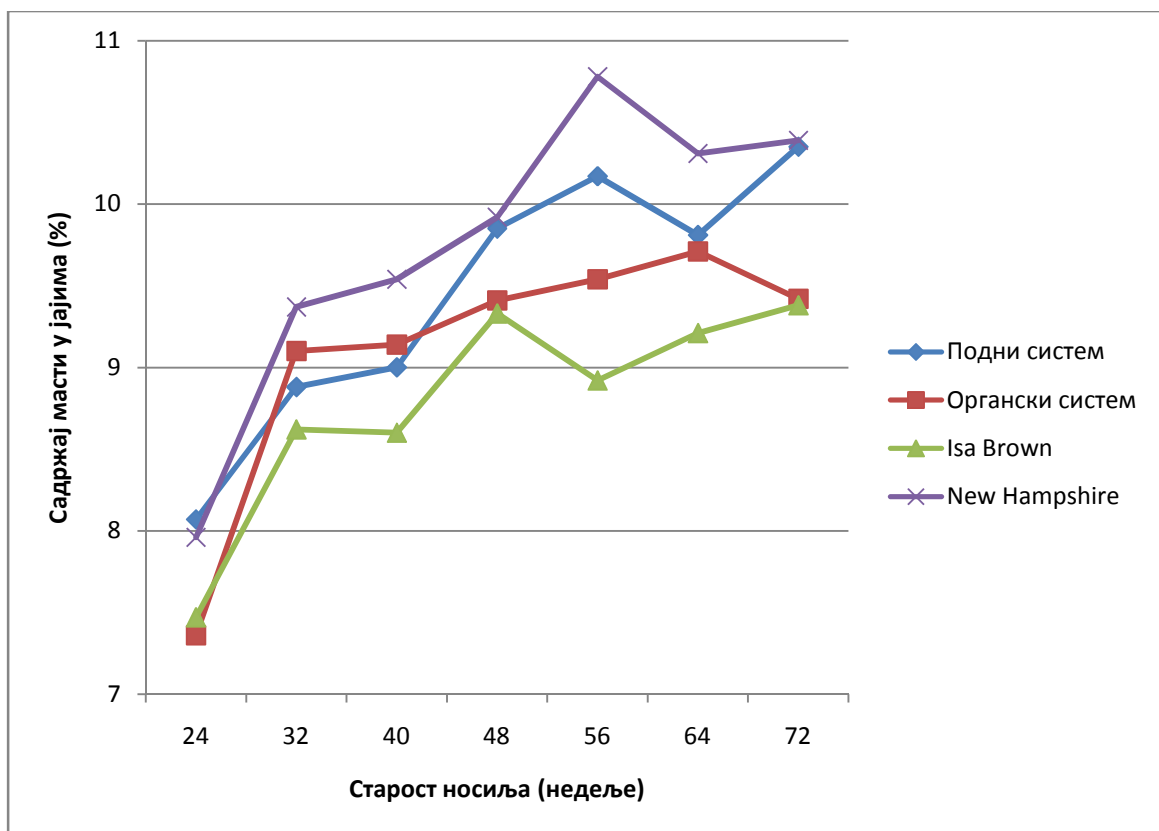
нз: није значајно.

Са друге стране, у пет од седам контрола јаја New Hampshire кокоши су имале веома значајно већи садржај масти у јајима ($p \leq 0,01$) у односу Isa Brown хибрид. У 32. недељи тај однос је износио 9,37% : 8,62%, а у 40. 9,54% : 8,60%. У 48. недељи није било значајне разлике ($p \geq 0,05$) у овом параметру (као и 24. недеље) између

испитиваних генотипова, да би се до краја огледног периода опет јавила веома значајна разлика у корист New Hampshire генотипа (10,78% : 8,92% у 56, 10,31% : 9,21% у 64. и 10,39% : 9,38% у 72. недељи). Ни у једној контроли анализа варијансе није показала значајну интеракцију испитиваних фактора ($p \geq 0,05$).

Ако се посматра графикон 20, уочава се да после 24. недеље, у којој се јавила значајна разлика у садржају масти у јајима између органски и подно гајених кокоши носиља, у наредне три контроле та разлика била незнатна, да би се пред крај огледног периода, у 56. и 72. недељи опет јавила. Ове разлике се могу објаснити различитом исхраном огледних јединки, јер су се јавиле на почетку и пред крај производног циклуса, који се поклапају са периодом добре обезбеђености испуста травом.

Графикон 20. Динамика промене садржаја масти у јајима кокоши носиља по испитиваним факторима



Мањи проценат масти у јајима код јединки које имају приступ испусту у својим истраживањима су утврдили и Matt *et al.* (2009), који су на јајима Ну-Line носиља гајеним на испусту утврдили значајно мањи садржај масти (7,94%) у односно на конвенционално-кавезно гајене јединке (8,88%). И Radu-Rusu *et al.* (2014)

су код Lohmann Brown носилца гајених у у систему са испустом утврдили мањи садржај масти у јајима (10,78%) у односу на јединке гајене у кавезу (11,40%). Међутим, многи аутори који су се бавили овом проблематиком, нису утврдили утицај система гајења на садржај масти у јајима (Cerolini *et al.* (2005), Minnelli *et al.* (2007), Hidalgo *et al.* (2008), Karsten *et al.*, (2010), Krawczyk i Gornowicz (2010), Pavlovski *et al.* (2011a)), што је сагласно нашим резултатима из 32, 40, 48. и 64. недеље. Све ово говори да већи број чинилаца преко система гајења може различито утицати на садржај масти у јајима, што потврђују и резултати Anderson (2010) и Nistor *et al.* (2014) који су утврдили већи садржај масти у јајима у систему гајења са испустом.

На графикону 20 се такође јасно уочава да је New Hampshire генотип током целог огледног периода имао већи садржај масти у јајима у односу Isa Brown хибрид, с тим да једино у 24. и и 48. недељи та разлика није и статистички потврђена ($p \geq 0,05$), док је у осталим контролама била на нивоу значајности $p \leq 0,01$. У табели 13 је већ приказано да су јаја New Hampshire генотипа имала већи удео жуманца у односу на Isa Brown носилце, па су овакви резултати и очекивани. Веома значајан утицај генотипа на ову особину су у својим истраживањима потврдили и Pinteа *et al.* (2012), који су испитивали два генотипа – расу Агауана и лаки линијски хибрид Isa Brown у систму држања са испустом. Жуманце јаја раса Агауана је имало знатно већи садржај липида (27%) у односу на жуманце јаја комерцијалног хибрида Isa Brown (20%). И Dziadek *et al.* (2003), су на девет различитих генотипова кокоши носилца утврдили статистички значајне разлике у садржају масти у јајима.

Са графикона 20 се такође може уочити да се садржај масти у јајима повећавао са старењем носилца, што је у својим истраживањима потврдила и Johansson (2010), која је, осим значајно различитог садржаја масти у жуманцу јаја Lohmann Selected Leghorn (29,98%) и Lohmann Brown (32,15%) генотипа, утврдила и различите садржаје масти у жуманцу јаја јединки старих 32 (27,36%) , 56 (30,46%) и 72 недеље (35,40%).

6.3.5. Маснокиселински састав

У последње време постоји велико интересовање потрошача у вези са маснокиселинским саставом животних намирница, јер су бројна научна истраживања показала да маснокиселински састав хране може имати битан утицај на здравствено стање конзумента. Посебна пажња се обраћа на садржај омега-3 и омега-6 полинезасићених масних киселина, као и њихов међусобни однос, за који се верује да има посебно важан утицај на развој многих обољења савременог човека: кардиоваскуларни проблеми, дијабетес, канцер, аутоимуне болести...

У табели 23 је приказан садржај најзначајнијих фракција масних киселина и њихов међусобни однос. Пошто су хемијске анализе рађене на збирном узорку, није било могуће извршити статистичку анализу значајности разлика у садржају појединих фракција масних киселина између огледних група, већ су приказане само средње вредности добијених података.

Највећи садржај засићених масних киселина (SFA) у јајима током огледног периода у чак пет контрола је забележен код органске New Hampshire огледне групе. Тако је у 32. недељи проценат SFA био 36,11%, у 40. 34,94%, у 48. 34,36%, у 64. 33,52% а у 72. недељи 34,08% од укупних масних киселина. У остале две контроле, у 24. и 56. недељи, друга органска огледна група - Isa Brown група, је имала у апсолутном износу највећи садржај SFA у јајима - у 24. недељи 34,97% а у 56. недељи 36,29%. Што се тиче минималних износа садржаја засићених масних киселина у јајима, у пет од седам контрола он се јавио у подним експерименталним групама, три код Isa Brown (у 24. недељи 32,64%, у 56. 32,45% а у 72. недељи 32,76%), а две код New Hampshire огледне групе (у 40. недељи 32,99% а у 64. недељи 32,77%). Остала два минимума у садржају SFA у јајима су се јавила код органски гајених Isa Brown носиља - у 32. недељи 30,91% а у 48. 32,86% од укупних масних киселина.

Што се тиче садржаја мононезасићених масних киселина (MUFA) у јајима, чак у шест од седам контрола бројно највећи садржај ове фракције је забележен код органске Isa Brown групе (48,60% у 24, 50,12% у 32, 50,05% у 40, 48,80% у 48, 43,09% у 64. и 44,79% у 72. недељи), док је једино у 56. недељи подна New Hampshire огледна група имала највећи садржај ове маснокиселинске фракције - 45,32%. Са друге стране, најмањи садржај MUFA у јајима је забележен у подним експерименталним групама, у 24, 32, 40, 64. и 72. недељи код New Hampshire носиља

(42,26%, 42,89%, 42,31%, 42,32% и 41,52%), а у 48. и 56. недељи код Isa Brown јединки (45,25% и 40,38%).

Табела 23. Маснокиселински састав јаја кокоши носиља по огледним групама

Третман	Масне киселине	Узраст носиља						
		24	32	40	48	56	64	72
		Садржај масних киселина (%) од укупних масних киселина						
Подни Isa Brown	SFA	32,64	32,94	33,10	34,11	32,45	32,88	32,76
	MUFA	45,45	44,89	49,06	45,25	40,38	42,64	44,21
	PUFA	20,25	20,58	16,57	19,17	25,73	22,96	21,71
	n-3	1,12	1,24	0,79	0,97	1,68	1,70	1,25
	n-6	19,13	19,33	15,78	18,20	24,05	21,26	20,45
	n-6/n-3	17,05	15,53	20,04	18,78	14,31	12,51	16,31
Подни New Hampshire	SFA	34,06	33,34	32,99	33,74	32,34	32,77	32,90
	MUFA	42,26	42,89	42,31	46,54	45,32	42,32	41,52
	PUFA	22,13	22,20	23,06	18,43	20,85	23,30	23,98
	n-3	0,88	1,62	1,87	0,68	1,30	2,22	2,15
	n-6	21,25	20,58	21,19	17,75	19,55	21,08	21,82
	n-6/n-3	24,14	12,74	11,33	26,04	15,05	9,48	10,14
Органски Isa Brown	SFA	34,97	30,91	33,48	32,86	36,29	32,84	32,89
	MUFA	48,60	50,12	50,05	48,80	40,53	43,09	44,79
	PUFA	14,49	18,09	14,56	16,88	21,08	22,37	20,41
	n-3	1,01	1,09	0,71	1,02	1,81	1,70	1,71
	n-6	13,48	17,00	13,86	15,86	19,27	20,67	18,70
	n-6/n-3	13,36	15,60	19,65	15,59	10,66	12,17	10,94
Органски New Hampshire	SFA	34,26	36,11	34,94	34,36	34,11	33,52	34,08
	MUFA	45,27	42,99	42,90	46,34	42,44	43,04	43,38
	PUFA	18,29	18,98	20,55	17,37	21,59	21,57	20,95
	n-3	1,41	1,41	1,77	1,38	1,51	1,86	1,59
	n-6	16,88	17,57	18,77	15,98	20,08	19,71	19,35
	n-6/n-3	11,94	12,48	10,59	11,56	13,28	10,60	12,17

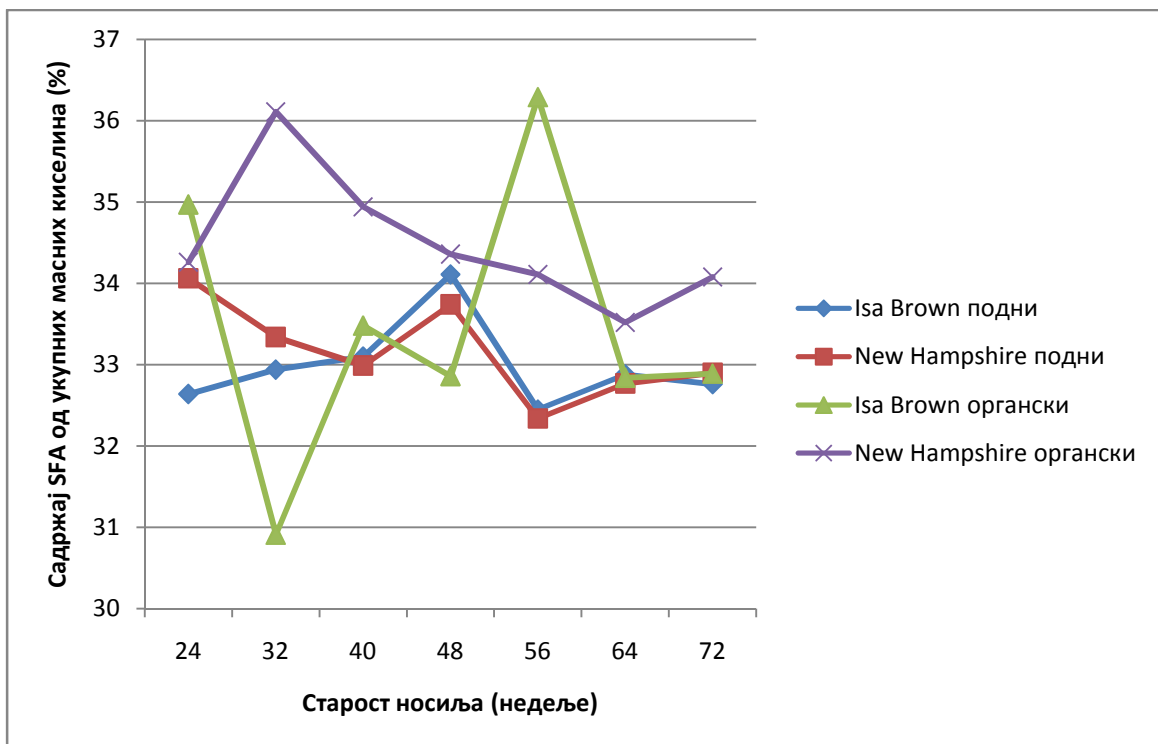
SFA - засићене масне киселине, MUFA - мононезасићене масне киселине, PUFA - полинезасићене масне киселине, n-3 - омега 3 полинезасићене масне киселине, n-6 - омега 6 полинезасићене масне киселине.

Највећи садржај полинезасићених масних киселина (PUFA) у јајима је забележен код подних експерименталних група - у 24, 32, 40, 64. и 72. недељи код New Hampshire расе (22,13%, 22,20, 23,06%, 23,30% и 23,98%), а у 48. и 56. недељи код Isa Brown хибрида (19,17% и 25,73%). Најмањи садржај PUFA у јајима је у шест од седам контрола је забележен код органских огледних група, у 24, 32, 40, 48. и 72. недељи код Isa Brown генотипа (14,49%, 18,09%, 14,56%, 16,88% и 20,41%), а у 64. недељи код New Hampshire расе - 21,57%. Једино је у 56. недељи минимум у

садржају ове фракције масних киселина у јајима забележен код подно гајених New Hampshire кокоши - 21,57%.

Најповољнији однос омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима је у прве четири контроле забележен код органски гајених New Hampshire носиља (у 24. 11,94, у 32. 12,48, у 40. 10,59 и у 48. недељи 11,56), у 56. недељи код органски гајених Isa Brown кокоши (10,66), а у 64. и 72. недељи код подних New Hampshire јединки (9,48 и 10,14). Најшири однос омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима је у шест од седам контрола утврђен код код подних експерименталних група, код Isa Brown генотипа у 40. 20,04, у 64. 12,51 а у 72. недељи 16,31, док је код New Hampshire носиља то забележено у 24, 48. и 56. недељи (24,14; 26,04; 15,05). У јајима 32-недељних носиља, најшири однос омега-6 : омега-3 масних киселина је утврђено код органских Isa Brown носиља - 15,60.

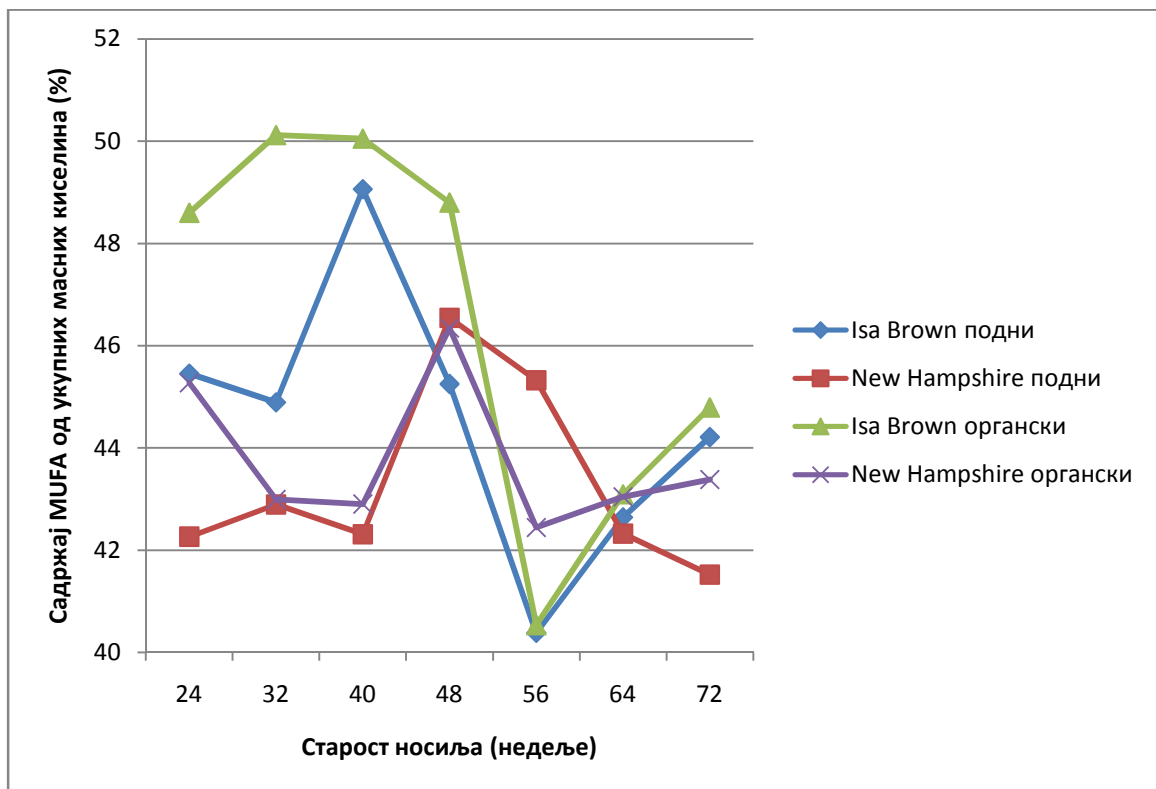
Графикон 21. Динамика промене садржаја засићених масних киселина - SFA у јајима кокоши носиља по огледним групама



Са графикона 21 се јасно уочава да је садржај SFA у јајима током већег дела огледног периода био највећи код органских New Hampshire носиља. Такође се може приметити и да се током целог трајања огледа код ове експерименталне групе садржај незасићених масних киселина држао на релативно констатном нивоу, док се код органске Isa Brown групе запажају јако велике осцилације у садржају ове

маснокиселинске фракције. Између обе подне групе варијације у садржају SFA у јајима су биле доста мале, па се може закључити да су испитивани генотипови различито реаговали у различитим системима гајења, што је довело до различитих нивоа ове маснокиселинске фракције у јајима. Уопштено се може закључити да су органске носиље имале већи садржај SFA у јајима од подно гајених јединки.

Графикон 22. Динамика промене садржаја мононезасићених масних киселина - MUFA у јајима кокоши носиља по огледним групама

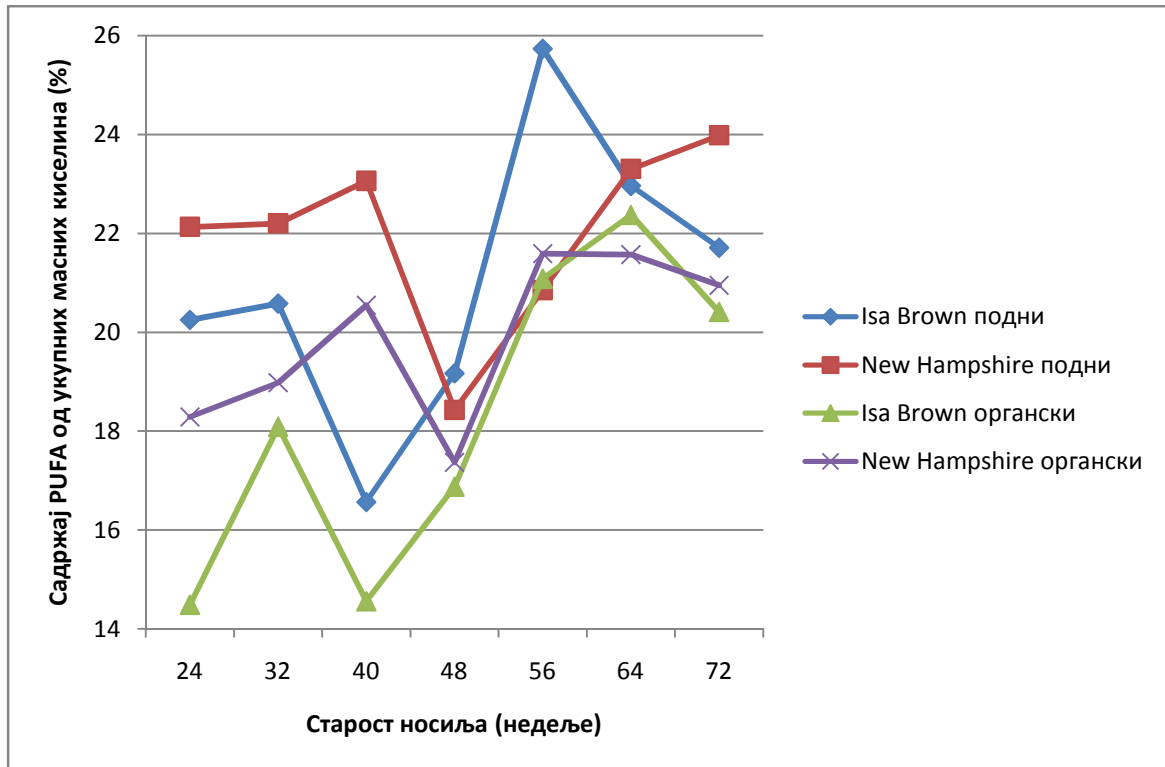


И саджај мононезасићених масних киселина MUFA је био највећи код органских носиља, али за разлику од SFA фракције, коју су највише имала јаја New Hampshire кокоши, ова фракција масних киселина је била најзаступљенија код органски гајених Isa Brown кокоши носиља (мада се на графикону 22 примећује велики пад у садржају MUFA код ове огледне групе у последње три контроле, у шест од седам контрола ова огледна група је имала бројно највећи садржај ове фракција масних киселина у поређењу са осталим групама). Код осталих огледних група се не може уочити правилност у динамици промене садржаја мононезасићених масних киселина са старењем носиља.

Ако се на графикону 23 посматра садржај полинезасићених масних киселина - PUFA, може се уочити да су подне експерименталне групе, уопштено гледнао, имале

већи садржај ове маснокиселинске фракције у јајима у односу на органски гајене јединке. У највећем броју случајева однос MUFA : PUFA је био обрнуто пропорционалан, експерименталне групе са највећим садржајем MUFA су по правилу имале најмањи садржај PUFA и обрнуто.

Графикон 23. Динамика промене садржаја полинезасићених масних киселина - PUFA у јајима кокоши носилца по огледним групама

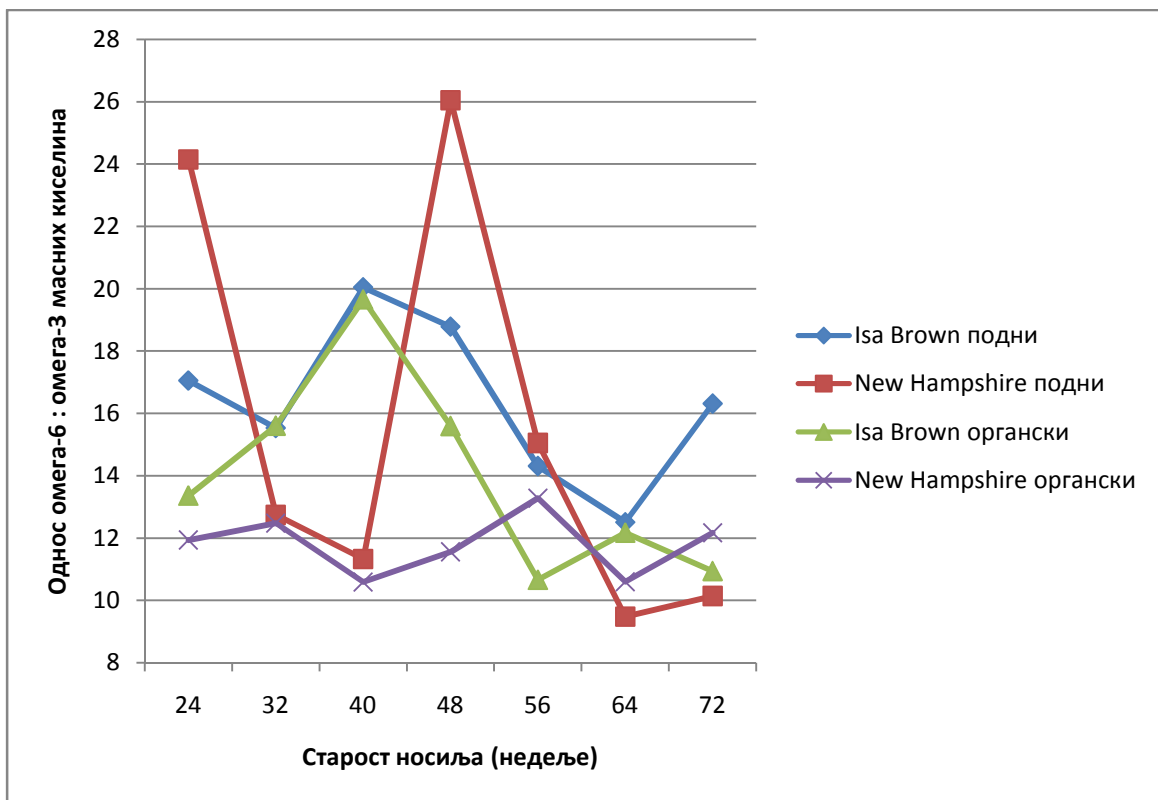


Резултати о односу засићених, мононезасићених и полинезасићених масних киселина из наших истраживања су у складу са резултатима које наводе Cerolini *et al.* (2005), који су такође утврдили значајно већи садржај SFA код подно гајених јединки у односу на органске носилце, па је однос PUFA : SFA код јаја из подног система износио 0,92, а код органских јаја само 0,66. И Samman *et al.* (2009) су утврдили већи садржај SFA код органских јаја (34,6%) у поређењу са конвенционално произведеним (33,8%), док се нивои мононезасићених и полинезасићених масних киселина нису битно разликовали. Hidalgo *et al.* (2008) Matt *et al.* (2009), Pavlovski *et al.* (2011a), Simčić *et al.* (2011) и Terčić *et al.* (2012) нису утврдили сигнификантан утицај система гајења на однос SFA : MUFA : PUFA у јајима.

Што се односа омега-6 : омега-3 масних киселина, може се приметити да су органске експерименталне групе имале ужи однос ове две компоненте у поређењу са подним огледним групама. Исто се може рећи и за New Hampshire генотип у поређењу са Isa Brown хибридом.

Органски гајене New Hampshire носиље су у прве четири контроле имале најужи однос омега-6:омега-3 масних киселина у јајима у поређењу са остале три експерименталне групе. И у остале три контроле, вредност овог параметра је била на релативно ниском нивоу, два пута на другом месту, а у последњој контроли две огледне групе су имале повољнији однос ових фракција полинезасићених масних киселина. И на графикону 24 се јасно уочава да је ова група имала најмање варијација у односу омега-6 : омега-3 масних киселина током целог огледног периода.

Графикон 24. Динамика промене односа омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима кокоши носиља по огледним групама



Такође се примећује да су јаја органски гајених Isa Brown носиља у пет од седам контрола имала шири однос омега-6 : омега-3 масних киселина у поређењу са органским New Hampshire кокошима, али у поређењу са подно гајеним јединкама истог генотипа, у шест од седам контрола њихова јаја су имала повољнији однос

омега-6 : омега-3 масних киселина. Јаја New Hampshire кокоши из подног система гајења су имала највеће варијације у вредности овог параметра. Посебно велика одступања од уобичајених вредности се уочавају у контролама извршеним на јајима 24. и 48-недељних носиља, када је однос омега-6 : омега-3 масних киселина износио 24,14 и 26,04, што су апсолутни рекорди у вредности овог параметра током целог огледног периода, посматрајући све експерименталне групе. Међутим, јаја ових јединки су у последње две контроле - у 64. и 72. недељи забележиле и апсолутне минимуме у односу омега-6 : омега-3 масних киселина - 9,48 и 10,14.

Мада су подно гајене јединке New Hampshire расе током целог огледног периода добијале исту хранљиву смешу, а оне органски гајене имале приступ испусту који је у различитим перидима био различито обезбеђен травом и инсектима (слике 15, 16, 17 и 18), ипак су знатно веће варијације у односу омега-6 : омега-3 масних киселина забележене код подне огледне групе, што је прилично контрадикторно, јер велики број истраживача (Naber, 1979; Milinsk *et al.*, 2003; Szymczyk i Pisulewski, 2003; Johansson, 2010; Wang i Huo, 2010) наводи да исхрана коју подразумева коришћени систем гајења има пресудан утицај на вредност ове компоненте. Зато се може претпоставити да су неки други фактори (температура, влажност ваздуха, осветљење, стрес) битно утицали на однос ових фракција полинезасићених масних киселина код подно гајених јединки New Hampshire кокоши и довели до овако великих варијација.

Код Isa Brown генотипа гајеног у подном систему ове варијације су била знатно мање изражене, мада се и код њих у 40. и 48. недељи, посматрајући резултате осталих контрола, јавио шири однос омега-6 : омега-3 масних киселина од очекиваног.

Ужи однос омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима код органски гајених јединки у поређењу са оним гајеним на поду у нашим истраживањима је у сагласности са резултатима бројних аутора који су утврдили да приступ и исхрана на испусту доводи до повећања садржаја омега-3, а смањења садржаја омега-6 масних киселина, што води ујем односу ове две фракције полинезасићених масних киселина.

Тако су Lopez-Vote *et al.* (1998), упоређујући кавезни и систем гајења са испустом, утврдили знатно мањи садржај укупних омега-3 масних киселина у жуманцу код јединки из кавеза 1,16%, у поређењу са јајима носиља гајених на испусту - 3,02%. Са друге стране садржај омега-6 масних киселина био је већи код

кавезно гајених јединки (21,59% : 14,72%), тако да је и однос омега-6 : омега-3 био 18,73 : 5,21. Такође и Pavlovski *et al.* (2011a) су у свом истраживању утврдили да је садржај омега-3 полинезасићених масних киселина у јајима био знатно већи у систему са испустом (2,02%) у поређењу са кавезним системом (1,36%), тако да иако је садржај омега-6 масних киселина био сличан (17,46% : 18,02%), однос омега-6:омега-3 био је значајно различит - 8,64:13,25, и повољнији код јединки гајених на испусту. Повољнији маснокиселински састав јаја у систему гајења са испустом утврдили су и Simčić *et al.* (2011), који су на аутохтоној словеначкој раси Styrian утврдили 2,50% омега-3 масних киселина у јајима кокоши са испуста, а 1,71% омега-3 масних киселина у јајима носиља гајених у кавезу. Садржај омега-6 масних киселина у жуманцу јаја кокоши са испуста износио је 14,93%, а кавезно гајених 17,69% па је однос омега-6 : омега-3 био знатно повољнији код кокоши са испуста (6,27) у односу на кавезно гајене јединке (10,37). Сличне резултате наводе и Terčič *et al.* (2012) на Prelux-G генотипу - однос омега-6 : омега-3 био је 5,95 : 9,55 у корист органски гајених јединки, док су Mugnai *et al.* (2013) утврдили однос омега-6 : омега-3 4,75 код органских, а 8,88 код конвенционално гајених Ансона јединки. Већи садржај омега-3 масних киселина у јајима кокоши које су имале приступ затрављеном испусту наводе и Van den Brand *et al.* (2004), Long i Alterman (2007), Robinson (2007) и Anderson (2010).

Најповољнији однос омега-6 : омега-3 масних киселина у последње две контроле код подно гајених New Hampshire носиља у нашем експерименту није неочекиван, јер у том периоду органски гајене јединке су на располагању имале испуст који је био скоро без вегетације, па није постојала могућност да се јаја овако гајених јединки обогате додатним нивоом омега-3 масних киселина. То су у свом експерименту потврдили и Kucukyilmaz *et al.* (2012), који су установили веће нивое омега-3 полинезасићених масних киселина у јајима кавезно гајених Lohmann LSL (1,43%) и АТАК-S кокоши носиља (1,72%), у поређењу са јединкама истих хибрида у органском систему гајења (1,34%, односно 1,31%). Садржај омега-6 масних киселина није се битније разликовао између посматраних система, али је однос омега-6 : омега-3 масне киселине био значајно виши код органских јаја оба испитивана хибрида. Овај однос је код Lohmann LSL носиља гајених у кавезу износио 12,53, док су органска јаја истог хибрида имала овај однос у вредности од 14,28. Још драстичније разлике су утврђене код АТАК-S јаја - конвенционална 11,95 а органска 15,56. Ови резултати јасно показују да и генотип битно утиче на однос

омега-6 : омега-3 масних киселина, што је сагласно и резултатима наших истраживања, где су јаја New Hampshire носиља имале значајно бољи маснокиселински састав од јаја Isa Brown хибрида. Бољи маснокиселински профил јаја кокоши чисте расе у односу на хибридне носиље су у својим истраживањима утврдили и Pavlovski *et al.* (2011a), који су, упоређујући Банатски голошијан и Ну-Line Brown хибрид у систему са коришћењем испуста, уврдили већи садржај омега-3 масних киселина (2,29% : 2,02%), а мањи омега-6 масних киселина (13,32% : 17,46%) у јајима Банатског голошијана, што је резултирало и повољнијим односом омега-6:омега-3 полинезасићених масних киселина (5,81 : 8,64) у корист ових јединки.

6.3.6. Садржај холестерола

Значај холестерола се огледа у његовој структурној (грађа ћелијских мембрана) и функционалној улози (прекурсор је за неке хормоне, витамин Д и жучне киселине). У табели 24 је приказан садржај холестерола (mg/100 g) у узоцима јаја по огледним групама у току трајања огледа. Као и код масних киселина, хемијске анализе су рађене на збирним узорцима, тако да није било могуће извршити статистички поступак анализе варијансе на добијеним резултатима, већ су приказане само средње вредности и вршено је просто поређење апсолутних вредности.

Табела 24. Садржај холестерола у узорцима јаја кокоши носиља по огледним групама

Третман	Узраст носиља						
	24	32	40	48	56	64	72
Садржај холестерола (mg/100 g)							
Подни Isa Brown	394,71	279,70	277,26	323,64	306,64	302,32	373,24
Подни New Hampshire	398,60	343,46	297,83	292,98	237,00	323,79	310,05
Органски Isa Brown	351,88	329,82	362,48	325,61	400,25	317,90	384,46
Органски New Hampshire	397,83	370,13	336,29	361,62	316,45	377,95	362,28

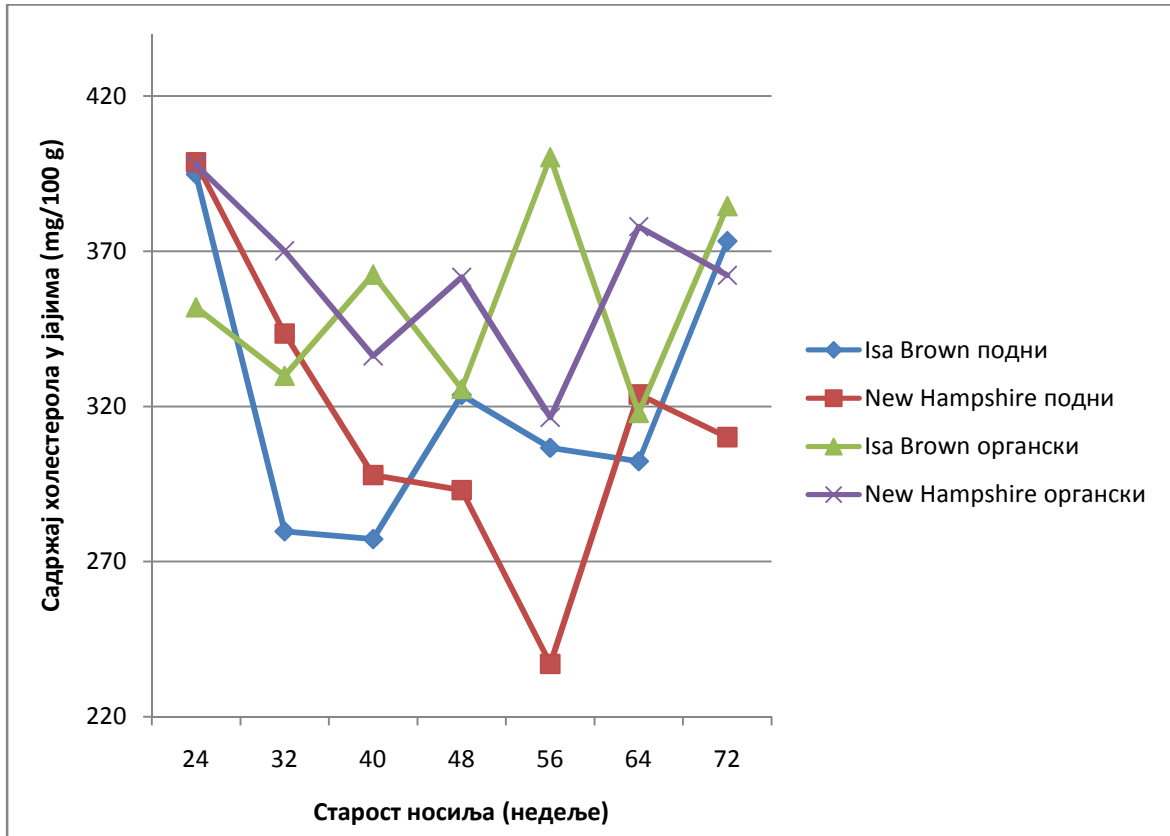
У шест од седам контрола, подно гајене кокоши носиље су имале у апсолутним износима најмање садржаје холестерола у јајима - Isa Brown генотип у 32, 40. и 64. недељи (297,70 mg/100 g; 227,26 mg/100 g и 302,32 mg/100 g), а New Hampshire кокоши у 48, 56. и 72. недељи (292,98 mg/100 g; 237,00 mg/100 g и 310 mg/100 g). Са друге стране, органски гајене јединке су у шест од седам контрола бележиле максимуме (у апсолутним износима) у садржају холестерола у јајима, Isa Brown хибрид у 40, 56. и 72. недељи (362,48 mg/100 g; 400,25 mg/100 g и 384,46 mg/100 g), а New Hampshire раса у 32, 48. и 64. недељи (370,13 mg/100 g; 361,62 mg/100 g и 377,95 mg/100 g). Једино одступање од опште тенденције је забележено у првој контроли, код 24-недељних кокоши носиља, када је максимум у садржају холестерола забележен код подно гајених New Hampshire кокоши - 398,60 mg/100 g, а минимум код органских Isa Brown јединки - 351,88 mg/100 g.

Укупно посматрано, органски гајене јединке су имале већи садржај холестерола у јајима од оних гајених у подном систему, јер је у шест од седам контрола највећи садржај (у апсолутном износу) ове липидне фракције забележен у органским огледним групама, а такође у шест од седам контрола најмањи садржај забележен у подним експерименталним групама. Већи садржај холестерола у јајима код јединки гајених у системима гајења који подразумевају коришћење затрављеног испуста су утврдили и Matt *et al.*, (2009), који су у јајима Ну-Line Brown носиља гајених у органском систему производње утврдили за око 30% већи садржај холестерола (489 mg/100 g) у поређењу са конвенционално гајеним кокошима (341 mg/100 g). Такође и Minelli *et al.* (2007) су на истом хибриду утврдили већи садржај холестерола у жуманцу органских јединки (1,26%) у односу на кавезно држане носиље (1,21%). Насупрот овим резултатима, неки истраживачи нису утврдили сигнификантан утицај система гајења на садржај холестерола у јајима (Cerolini *et al.* 2005; Rizzi *et al.*, 2006; Anderson, 2010; Krawczyk i Gornowicz, 2010; Kucukyilmaz *et al.*, 2012), док су неки утврдили чак и више холестерола у јајима код јединки које су нису имале приступ испусту (Krawczyk, 2009; Radu-Rusu *et al.*, 2014).

Што се тиче утицаја генотипа, не може се јасно дефинисати који испитивани генотип је имао већи садржај холестерола у јајима, јер су се током огледног периода ове групе смењивале у максималним и минималним вредностима када је у питању садржај ове липидне фракције. Како се и на графикону 25 уочава, New Hampshire огледне групе, назависно од система гајења, су у четири контроле оствариле максимум а у три контроле минимум у садржају холестерола у јајима у поређењу са

осталим огледним групама. Са друге стране јединке Isa Brown генотипа (такође независно од примењеног система гајења) су у три контроле имале максимум а у четири контроле минимум у садржају холестерола у јајима. Такође, може се уочити да није постојала јасна и општа закономерност промене садржаја холестерола са старењем кокоши носиља.

Графикон 25. Динамика промене садржаја холестерола у јајима кокоши носиља по огледним групама



Непостојање значајних разлика у садржају холестерола у јајима између чак девет различитих генотипова (Lohmann Brown, Shaver 579, АК (експериментални генотип IZ-OBД Zakrzewo), ISA White, Messa 445, Messa 443, Astra W-1, Astra W-2 и Astra N) у свом истраживању су утврдили и Dziadek *et al.* (2003). Објашњење за овакве резултате се може потражити и у раду Johansson (2010), која недостатак значајних разлика у садржају холестерола у јајима под утицајем исхране и генотипа оправдава његовом важношћу и за функционисање организма и за развој ембриона, па је његовим садржајем знатно теже манипулисати. Са друге стране García-López *et al.* (2007) и Zita *et al.* (2014) су утврдили сигнификантан утицај генотипа на вредност овог параметра.

6.4. Телесна маса, кланичне особине и хемијски састав меса КОКОШИ НОСИЉА

На крају једногодишњег производног циклуса, методом случајног узорка одабрано је шест јединки по групи (укупно 24 носиље). После клања извршена је обрада и расечање трупова, а на класично обрађеним труповима испитиване су кланичне особине и са њих узети узорци белог и тамног меса за хемијску анализу.

6.4.1. Кланичне особине

Од кланичних карактеристика утврђени су:

- маса и рандман класично обрађеног трупа,
- маса и удео основних делова трупа (груди, батаци, карабатаци, крила, леђа и карлица) у односу на масу кокоши пре клања,
- маса и удео меса у деловима трупа I категорије (груди, батаци, карабатаци) у односу на масу јединки пре клања.

6.4.1.1. Маса и рандман класично обрађеног трупа

Маса трупа кокоши носиља на крају производног циклуса, са економске тачке гледишта, треба да представља важан селекцијски критеријум код гајења јединки у екстензивним условима и у двојном правцу производње - месо и јаја (Puchala *et al.*, 2014).

Подаци о маси пре клања, маси и рандману класично обрађеног трупа кокоши носиља на крају производног циклуса приказани су у табели 25. Ови подаци јасно показују да систем гајења није имао сигнификантан утицај ни на масу животиња пре клања као ни на масу и рандман класично обрађеног трупа. Са друге стране, утицај генотипа је био веома значајан на масу пре клања и масу трупа, док није било значајног утицаја на рандман класично обрађеног трупа. Ни на једну од посматране три особине није било значајне интеракције испитиваних фактора.

Ако се посматра маса јединки пре клања, јасно се уочава да систем гајења није имао значајног утицаја на вредност ове особине, тј. да су и подно и органски гајене јединке имале сличне телесне масе на крају производног циклуса ($p \geq 0,05$). Са друге стране New Hampshire носиље су имале веома значајно већу ($p \leq 0,01$) завршну

телесну масу (2867,50 g) у односу на Isa Brown хибрид (1905 g). Није било значајне интеракције испитиваних фактора ($p \geq 0,05$) на вредност ове особине.

Табела 25. Маса и рандман класично обрађеног трупа кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Маса пре клања (g)		Маса класично обрађеног трупа (g)		Рандман класично обрађеног трупа (%)	
Систем гајења							
Подни	\bar{x}	2450,00	1814,71	73,79			
	Sd	553,94	467,10	4,78			
Органски	\bar{x}	2323,33	1764,77	75,30			
	Sd	524,06	473,16	3,67			
Генотип							
Isa Brown	\bar{x}	1905,83 ^{Bb}	1391,78 ^{Bb}	72,95			
	Sd	201,70	168,69	1,87			
New Hampshire	\bar{x}	2867,50 ^{Aa}	2187,70 ^{Aa}	76,14			
	Sd	212,44	263,48	5,34			
Систем гајења x Генотип							
Подни	Isa Brown	\bar{x}	1966,67 ^{Bb}	1449,03 ^{Bb}	73,58		
		Sd	264,25	217,15	1,68		
	New Hampshire	\bar{x}	2933,33 ^{Aa}	2180,38 ^{Aa}	74,00		
		Sd	211,16	334,54	6,88		
Органски	Isa Brown	\bar{x}	1845,00 ^{Bb}	1334,52 ^{Bb}	72,33		
		Sd	103,87	87,07	2,00		
	New Hampshire	\bar{x}	2801,67 ^{Aa}	2195,02 ^{Aa}	78,27		
		Sd	210,47	201,70	2,11		
ANOVA							
Систем гајења		нз		нз		нз	
Генотип		**		**		нз	
Систем гајења x Генотип		нз		нз		нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Као и код телесне масе пре клања, утицај система гајења на масу класично обрађеног трупа није био сигнификантан ($p \geq 0,05$), док су јединке New Hampshire расе имале веома значајно већу масу класично обрађеног трупа (2187,70 g; $p \leq 0,01$) у

односу на Isa Brown генотип (1391,78 g). Није било значајне интеракције испитиваних фактора ($p \geq 0,05$) на масу класично обрађеног трупа.

Ни систем гајења ни гајени генотип, као ни њихова интеракција, нису имали значајног утицаја ($p \geq 0,05$) на рандман класично обрађеног трупа кокоши носиља на крају производног циклуса.

Непостојање значајног утицаја система гајења на телесну масу пре клања у нашем истраживању је у складу са закључцима које су изнели Tumova i Ebeid (2003), који су проучавајући радове већег броја истраживача, закључили да систем гајења нема пресудну улогу на завршну телесну масу кокоши носиља. Иако су јединке цео производни период провеле у различитим условима гајења, који се пре свега односе на приступ испусту и коришћење различитих хранљивих смеша, све то није допринело да се јаве разлике у завршној телесној маси између подно и органски гајених јединки. Такође, у нашем истраживању није утврђен сигнификантан утицај система гајења на масу и рандман класично обрађеног трупа подно и органски гајених кокоши носиља, што је сагласно резултатима које су објавили Машић и Pavlovski (1994), који на Isa Brown генотипу нису утврдили значајне разлике у рандману класично обрађеног трупа код подно гајених (73,22%) и јединки гајених у систему гајења са испустом (72,34%). Ови резултати су јако блиски нашим добијеним на истом генотипу (73,58% код подно гајених и 72,33% код органски гајених носиља).

Са друге стране, разлике у телесној маси и маси класично обрађеног трупа су биле и очекиване, јер се ради о различитим производним типовима кокоши носиља - Isa Brown хибрид је типичан представник лаког производног типа намењеног производњи јаја, док New Hampshire генотип спада у расе комбинованих производних способности. И Rizzi *et al.* (2007) наводе знатно веће телесне масе јединки аутохтоних раса у односу на лаке линијске хибриде.

Завршне телесне масе 72-недељних Isa Brown кокоши носиља у нашем истраживању су биле блиске (1905,83 g) подацима који се наводе у ISA Brown Management Guide -1930 g, као и онима које износе Машић и Pavlovski (1994) - 1911,9 g за носиље гајене на испусту и 1865,9 g за подно гајене јединке (ова разлика такође није била статистички значајна - $p \geq 0,05$). Просечна телесна маса New Hampshire генотипа у нашем истраживању (2867,50 g) и рандман класично обрађеног трупа (76,14%) су имали нешто веће вредности од оних које наводе Puchala *et al.* (2014) - 2740 g и 70,10%.

6.4.1.2. Маса и удео основних делова трупа

У табели 26 су приказани маса у удео делова трупа I категорије, а у табели 27 II и III категорије.

Табела 26. Маса и удео делова I категорије у односу на масу кокоши носиља пре клања по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Груди (g)	Груди (%)	Батаци (g)	Батаци (%)	Карабат. (g)	Карабат. (%)	
Систем гајења								
Подни	\bar{x}	365,12	14,95	204,93	8,40	250,33	10,19	
	Sd	88,30	1,71	47,41	0,66	67,86	1,03	
Органски	\bar{x}	361,13	15,45	198,48	8,53	247,56	10,58	
	Sd	94,13	1,22	47,95	0,56	65,19	0,71	
Генотип								
Isa Brown	\bar{x}	290,66 ^{Bb}	15,18	161,25 ^{Bb}	8,49	193,61 ^{Bb}	10,16	
	Sd	51,92	1,33	15,08	0,54	22,03	0,53	
New Hampshire	\bar{x}	435,58 ^{Aa}	15,22	242,1 ^{Aa}	8,44	304,28 ^{Aa}	10,61	
	Sd	50,15	1,67	27,77	0,68	41,14	1,12	
Систем гајења x Генотип								
Подни	Isa Brown	\bar{x}	306,83 ^{Bb}	15,50	168,35 ^{Bb}	8,59	198,87 ^{Bb}	10,12
		Sd	66,93	1,70	17,96	0,46	25,61	0,41
	New Hampshire	\bar{x}	423,40 ^{Aa}	14,41	241,52 ^{Aa}	8,20	301,80 ^{Aa}	10,25
		Sd	67,25	1,69	37,54	0,81	55,83	1,46
Органски	Isa Brown	\bar{x}	274,48 ^{Bb}	14,85	154,15 ^{Bb}	8,38	188,35 ^{Bb}	10,20
		Sd	28,70	0,89	7,56	0,64	18,58	0,67
	New Hampshire	\bar{x}	447,77 ^{Aa}	16,04	242,80 ^{Aa}	8,68	306,77 ^{Aa}	10,96
		Sd	25,56	1,28	16,90	0,48	24,30	0,57
ANOVA								
Систем гајења			нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип			**	нз	**	нз	**	
Систем гајења x Генотип			нз	нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Ови подаци јасно показују да систем гајења није имао значајан утицај ни на једну од посматраних особина. Са друге стране, утицај генотипа је, сагласно претходно изнетим резултатима везаним за живу масу пре клања, очекивано био значајан што се тиче масе основних делова, док је код удела основних делова у односу на масу кокоши пре клања генотип утицао значајно само на делове трупа II и III категорије. Није било значајне интеракције испитиваних фактора ни на једну од посматраних особина.

Табела 27. Маса и удео делова II и III категорије у односу на масу кокоши носиља пре клања по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Крила (g)	Крила (%)	Леђа и карлица (g)	Леђа и карлица (%)	
Систем гајења						
Подни	\bar{x}	166,06	6,89	455,98	18,42	
	Sd	28,51	0,69	137,20	2,14	
Органски	\bar{x}	167,19	7,25	449,48	18,82	
	Sd	33,84	0,56	164,18	2,73	
Генотип						
Isa Brown	\bar{x}	141,33 ^{Bb}	7,44 ^{Aa}	330,62 ^{Bb}	17,27 ^{Bb}	
	Sd	12,08	0,41	54,71	1,17	
New Hampshire	\bar{x}	191,92 ^{Aa}	6,70 ^{Bb}	574,84 ^{Aa}	19,97 ^{Aa}	
	Sd	20,42	0,63	101,37	2,60	
Систем гајења x Генотип						
Подни	Isa Brown	\bar{x}	145,42 ^{Bb}	7,42 ^{Aa}	353,20 ^{Bb}	17,86 ^{ABb}
		Sd	14,59	0,29	68,18	1,25
	New Hampshire	\bar{x}	186,70 ^{Aa}	6,36 ^{Bb}	558,77 ^{Aa}	18,97 ^{ABab}
		Sd	23,50	0,54	106,81	2,78
Органски	Isa Brown	\bar{x}	137,25 ^{Bb}	7,45 ^{Aa}	308,03 ^{Bb}	16,68 ^{Bb}
		Sd	8,25	0,53	26,69	0,78
	New Hampshire	\bar{x}	197,13 ^{Aa}	7,05 ^{ABa}	590,92 ^{Aa}	20,96 ^{Aa}
		Sd	17,31	0,56	102,84	2,18
ANOVA						
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	
Генотип		**	**	**	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Ако се посматрају основни делови трупа I категорије, јасно се уочава да између испитиваних система гајења није било значајних разлика ($p \geq 0,05$) ни у маси ни у уделу ових делова у односу на масу пре клања. Са друге стране, утицај генотипа је био такав да су разлике биле веома сигнификантне ($p \leq 0,01$) ако се посматра маса, док ако се посматрају удели - значајних разлика није било ($p \geq 0,05$). Због већих завршних телесних маса, и масе груди, батака и карабатака су биле значајно веће код New Hampshire кокоши у односу на Isa Brown јединке, док тих разлика у уделима није било.

Што се тиче делова трупа II и III категорије, такође утицај система гајења на њих није био значајан ($p \geq 0,05$), док је утицај генотипа био веома значајан ($p \leq 0,01$) и на масу и на удео ових делова трупа. Осим очекивано значајних разлика у апсолутним износима између испитиваних генотипова, Isa Brown кокоши су имале већи удео крила (7,44% : 6,70%) а мањи удео леђа и карлице (17,27% : 19,97%) у поређењу са New Hampshire јединкама. Обе ове разлике су биле на нивоу значајности $p \leq 0,01$.

Као што се из табела 26 и 27 може уочити, систем гајења није условио битне разлике ни у једном од параметара који су испитивани. Мада су органски гајене јединке имале приступ испусту и конзумирале хранљиву смешу другачијег хемијског састава од носиља које су гајене на поду, то није допринело да се јави разлика ни у маси ни у уделу било ког основног дела трупа кокоши носиља. Нешто другачије резултате у свом истраживању наводе Машић и Павловски (1994), који су код Isa Brown кокоши у подном систему гајења утврдили значајно већи ($p \leq 0,05$) удео батака (12,15%) а мањи удео карабатака (13,80%) у односу на носиље гајене у систему са испустом (11,70% батаци, 14,23% карабатаци). Код удела груди, крила, леђа и карлице није било разлика између испитиваних система гајења ($p \geq 0,05$).

Значајно веће масе основних делова трупа New Hampshire кокоши у односу на Isa Brown генотип, су с обзиром на њихову знатно већу телесну масу, биле потпуно очекиване.

Значајних разлика у уделима груди и ногу између испитиваних генотипова није било, међутим, Isa Brown кокоши су имале већи удео крила, а мањи удео леђа и карлице од New Hampshire носиља, што се може објаснити њиховом различитом конформацијом.

6.4.1.3. Маса и удео меса у деловима трупа I категорије

Иако вредност меса изношених кокоши носилца не прелази 10% њихове вредности при проношењу (Puchala *et al.*, 2014), претпоставља се да чак између 15% и 20% произведеног меса живине представља месо изношених кокоши носилца. Из тог разлога, са економске тачке гледишта, је битна и количина меса која се добије од ове категорије живине, јер оно представља, пре свега, битну сировину за индустрију прераде меса.

У табели 28 су приказани маса и удео меса у деловима трупа прве категорије - грудима, батацима и карабатацима. Из приказаних података се јасно види да систем гајења није имао значајног утицаја ни на једну од испитиваних особина, док је генотип имао значајан утицај на масу меса свих основних делова. Није било сигнификантне интеракције између испитиваних фактора ни за једну од посматраних особина.

Као и код претходно посматраних особина, систем гајења није имао значајан утицај ни на једну од посматраних особина ($p \geq 0,05$).

Са друге стране, утицај генотипа на масу меса је био веома значајан ($p \leq 0,01$), и New Hampshire кокоши носилце су имале већу масу меса у грудима, батацима и карабатацима од Isa Brown јединки. Удео груди, батака и карабатака у односу на масу јединки пре клања није се битно разликовао између испитиваних генотипова ($p \geq 0,05$).

Непостојање значајних разлика између испитиваних система гајења у маси и уделу меса у деловима трупа I категорије, посматрајући претходне податке, је потпуно очекиван. Пошто систем гајења није условио разлике у телесној маси и општој конформацији трупа, за очекивати је и било да се та разлика не јави ни у количини меса у грудима, батацима и карабатацима. Резултате сагласне овима су објавили и Mašić i Pavlovski (1994), који нису утврдили сигнификантан утицај система гајења на удео меса у грудима, батацима и карабатацима код јединки Isa Brown хибрида у подном и систему гајења са испустом. Ови аутори су удео меса изразили у односу на део трупа из кога потиче, док смо ми удео меса упоредили са масом јединки пре клања, али ако би се ови подаци трансформисали, добили би се слични резултати.

Табела 28. Маса и удео меса у деловима трупа I категорије у односу на масу кокоши носиља пре клања по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Груди месо (g)	Груди месо (%)	Батаци месо (g)	Батаци месо (%)	Карабат. месо (g)	Карабат. месо (%)	
Систем гајења								
Подни	\bar{x}	240,70	9,89	131,23	5,40	162,23	6,69	
	Sd	56,26	1,30	27,70	0,48	32,85	0,62	
Органски	\bar{x}	236,17	10,10	123,40	5,30	154,30	6,64	
	Sd	63,64	1,05	30,90	0,47	36,99	0,60	
Генотип								
Isa Brown	\bar{x}	191,08 ^{Bb}	9,98	102,87 ^{Bb}	5,42	129,22 ^{Bb}	6,79	
	Sd	36,76	1,15	11,05	0,48	14,34	0,54	
New Hampshire	\bar{x}	285,78 ^{Aa}	10,01	151,77 ^{Aa}	5,29	187,32 ^{Aa}	6,54	
	Sd	31,35	1,22	18,14	0,46	20,85	0,64	
Систем гајења x Генотип								
Подни	Isa Brown	\bar{x}	203,90 ^{Bb}	10,32	109,90 ^{Bb}	5,62	135,65 ^{Bb}	6,94
		Sd	45,30	1,35	10,99	0,41	11,34	0,51
	New Hampshire	\bar{x}	277,50 ^{Aa}	9,47	152,57 ^{Aa}	5,19	188,82 ^{Aa}	6,44
		Sd	40,74	1,20	21,78	0,46	23,45	0,65
Органски	Isa Brown	\bar{x}	178,27 ^{Bb}	9,64	95,83 ^{Bb}	5,21	122,78 ^{Bb}	6,64
		Sd	22,94	0,89	5,41	0,49	14,99	0,57
	New Hampshire	\bar{x}	294,07 ^{Aa}	10,55	150,97 ^{Aa}	5,39	185,82 ^{Aa}	6,64
		Sd	18,38	1,07	15,74	0,48	20,02	0,68
ANOVA								
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	нз	нз	
Генотип		**	нз	**	нз	**	нз	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

New Hampshire кокоши су очекивано имале већу масу меса у грудима, батацима и карабатацима од Isa Brown хибрида, јер су им и ови основни делови били значајно тежи. Међутим, као и код већине других посматраних параметара удела, удео меса у грудима, батацима и карабатацима није се сигнификантно разликовао између испитиваних генотипова.

Резултати за New Hampshire генотип у нашем истраживању су показали мањи садржај меса у грудима, батацима и карабатацима у поређењу са резултатима које су приказали Puchala *et al.* (2014). Ови аутори су утврдили 15,54% меса груди и 17,89% меса батака и карабатака у односу на класично обрађени труп, док су ти проценти у нашем истраживању износили 10,01% за груди и 11,83% за батак и карабатак, додуше у односу на масу кокоши пре клања. Међутим, и ако би се ови резултати трансформисали, опет су резултати у нашем истраживању слабији у односу на резултате горепомнутих аутора.

За Isa Brown генотип такође нема много података у литератури о вредностима ових праматара. Једини нама доступни подаци потичу из истраживања Машића и Павловске (1994). Када се наши подаци трансформишу, запажа се да су ови аутори су остварили знатно већи удео меса у грудима (подни систем: 74,97% : 66,45%, са испустом: 76,98% : 64,95%) и карабатацима (подни систем : 71,66% : 68,21%, са испустом: 77,25% : 65,19%) у односу на наше резултате, док је једино удео меса у батацима био приближно исти (подни систем: 64,91% : 65,28%, са испустом: 63,81% : 62,16%).

6.4.2. Хемијски састав меса

Када се посматра хемијски састав меса живине, највећи број истраживања се односи на месо бројлерских пилића, док о хемијском саставу мускулатуре кокоши носиља има јако мало података. У табелама 29 и 30 су приказани резултати испитивања хемијског састава белог и тамног меса кокоши носиља на крају производног циклуса. Резултати ових анализа показују је садржај масти у месоу груди био под утицајем генотипа и интеракције генотип x систем гајења, док је садржај масти меса батака и карабатака био само под утицајем гајеног генотипа. Ниједан други параметар није био под утицајем испитиваних фактора ни њихове интеракције.

Резултати приказани у табелама 29 и 30 јасно показују да систем гајења није имао значајног утицаја ($p \geq 0,05$) ни на један од параметара хемијског састава меса и груди и батака и карабатака.

Табела 29. Хемијски састав меса груди кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Сува материја (%)	Пепео (%)	Протеини (%)	Масти (%)	
Систем гајења						
Подни	\bar{x}	26,85	1,03	25,04	0,77	
	Sd	0,64	0,06	0,62	0,21	
Органски	\bar{x}	26,61	1,08	24,69	0,84	
	Sd	0,68	0,04	0,75	0,28	
Генотип						
Isa Brown	\bar{x}	26,53	1,04	24,79	0,69 ^{Bb}	
	Sd	0,61	0,05	0,59	0,13	
New Hampshire	\bar{x}	26,93	1,07	24,94	0,92 ^{Aa}	
	Sd	0,67	0,06	0,81	0,28	
Систем гајења x Генотип						
Подни	Isa Brown	\bar{x}	26,67	1,02	24,87	0,77 ^{ABb}
		Sd	0,73	0,05	0,68	0,10
	New Hampshire	\bar{x}	27,03	1,05	25,20	0,78 ^{ABb}
		Sd	0,53	0,07	0,56	0,29
Органски	Isa Brown	\bar{x}	26,39	1,06	24,71	0,61 ^{Bb}
		Sd	0,47	0,04	0,52	0,10
	New Hampshire	\bar{x}	26,84	1,09	24,68	1,07 ^{Aa}
		Sd	0,82	0,05	0,99	0,19
ANOVA						
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	
Генотип		нз	нз	нз	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	**	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Са друге стране, утицај генотипа је био веома високо значајан ($p \leq 0,01$) на садржај масти и у месу груди и у месу батака и карабатака. Генерално посматрано New Hampshire кокоши су имале већи садржај масти у мускулатури груди (0,92%) у поређењу са Isa Brown хибридом (0,69%). Међутим, у овом случају се јавила и веома високо значајна интеракција систем гајења x генотип ($p \leq 0,01$), која је била узрокована чињеницом да је месо груди органски гајених New Hampshire кокоши имало веома значајно већи ($p \leq 0,01$) садржај масти (1,07%) од органски гајених Isa Brown кокоши (0,61%), а значајно већи ($p \leq 0,05$) од подних огледних група (Isa

Brown 0,77%, New Hampshire 0,78%). Битно је напоменути да се ове последњепоменуте три огледне групе међусобно нису значајно разликовале у вредности овог параметра ($p \geq 0,05$).

Табела 30. Хемијски састав меса батака и карабатака кокоши носиља по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Сува материја (%)	Пепео (%)	Протеини (%)	Масти (%)	
Систем гајења						
Подни	\bar{x}	26,15	1,04	22,00	3,09	
	Sd	1,43	0,06	1,16	0,85	
Органски	\bar{x}	25,74	1,02	21,73	3,04	
	Sd	1,12	0,06	0,59	1,01	
Генотип						
Isa Brown	\bar{x}	25,60	1,02	22,07	2,52 ^{Bb}	
	Sd	1,47	0,04	1,05	0,69	
New Hampshire	\bar{x}	26,28	1,05	21,66	3,61 ^{Aa}	
	Sd	0,99	0,06	0,74	0,78	
Систем гајења x Генотип						
Подни	Isa Brown	\bar{x}	26,10	1,04	22,42	2,64 ^{ABbc}
		Sd	1,74	0,02	1,32	0,81
	New Hampshire	\bar{x}	26,19	1,05	21,59	3,55 ^{ABab}
		Sd	1,22	0,08	0,89	0,66
Органски	Isa Brown	\bar{x}	25,10	1,00	21,73	2,40 ^{Bc}
		Sd	1,07	0,03	0,62	0,61
	New Hampshire	\bar{x}	26,37	1,05	21,73	3,68 ^{Aa}
		Sd	0,80	0,05	0,62	0,95
ANOVA						
Систем гајења		нз	нз	нз	нз	
Генотип		нз	нз	нз	**	
Систем гајења x Генотип		нз	нз	нз	нз	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Што се тиче садржаја масти у месу батака и карабатака, New Hampshire јединке су га такође имале веома значајно више ($p \leq 0,01$) у односу на Isa Brown хибрид (3,61% : 2,52%). На остале параметре хемијског квалитета јаја генотип није имао сигнификантан утицај ($p \geq 0,05$).

Битан утицај генотипа на хемијски састав меса кокоши носиља, у нашем случају на садржај масти, је у складу са закључцима које су изнели Sirri *et al.* (2010), који наводе генотип као главни фактор који утиче на квалитет и хемијски састав меса у неиндустријским системима гајења. У нашем истраживању месо New Hampshire генотипа је имало већи садржај масти и у грудима и у ногама у поређењу са Isa Brown хибридом, што је сагласно резултатима које су објавили Puchala *et al.* (2014), који су утврдили да овај генотип има склоност ка нагомилавању масти у месу, јер су утврдили знатно већи садржај масти и у месу груди (1,61%), и у месу батака и карабатака (7,71%), у поређењу са остала три испитивана генотипа Greenleg Partridge, Rhode Island Red и Barded Rock. Мора се напоменути да су ови садржаји масти били знатно већи него у нашем експерименту, што ови аутори и потврђују коментарима да су добијени садржаји масти и двоструко већи од њима доступних резултата других аутора.

Са друге стране, садржај протеина у месу батака и карабатака New Hampshire генотипа (19,56%) у горепоменутом истраживању је био мањи у односу на наше резултате (21,66%), док је садржај протеина у месу груди био сличан (24,89% : 24,94%). Битно је истаћи да ни у њиховом истраживању није било значајне разлике у садржају протеина у тамном месу између испитиваних генотипова, док се код меса груди јавила значајна разлика ($p \leq 0,05$). И Rizzi i Chiericato (2010) су, сагласно нашим резултатима, у свом истраживању утврдили пресудан утицај генотипа кокоши носиља на садржај масти у грудима и карабатацима. Међутим, у истом истраживању ови аутори су утврдили и значајан утицај генотипа на садржај протеина у месу, што није потврђено у нашем експерименту.

6.5. Квалитет костију кокоши носиља

Квалитет костији кокоши носиља на крају производног циклуса је установљен мерењем силе лома бутне кости (*femur*) и голењаче (*tibia*).

6.5.1. Сила лома костију

Квалитет костију кокоши носиља је битан параметар преко кога се оцењује добробит гајених животиња. Осим овога, евентуални ломови костију могу утицати и на квалитет трупа и представљати велики проблем за прерађивачку индустрију.

У табели 31 су приказане вредности силе лома бутне кости и голењаче испитиваних кокоши носила. Систем гајења није имао утицај на вредност ове особине, док је генотип високо значајно утицао на вредност овог параметра. Сила лома голењаче је била и под утицајем интеракције испитиваних фактора.

Табела 31. Сила лома костију кокоши носила по испитиваним факторима и огледним групама

Третман		Бутна кост - <i>femur</i> (N)		Голењача - <i>tibia</i> (N)	
Систем гајења					
Подни	\bar{x}	50,65	51,44		
	Sd	20,81	24,40		
Органски	\bar{x}	47,00	45,66		
	Sd	14,37	14,08		
Генотип					
Isa Brown	\bar{x}	36,36 ^{Bb}	36,06 ^{Bb}		
	Sd	9,38	13,07		
New Hampshire	\bar{x}	61,30 ^{Aa}	61,05 ^{Aa}		
	Sd	14,82	17,32		
Систем гајења x Генотип					
Подни	Isa Brown	\bar{x}	35,91 ^{Cb}	32,44 ^{Bc}	
		Sd	11,27	11,67	
	New Hampshire	\bar{x}	65,39 ^{Aa}	70,44 ^{Aa}	
		Sd	17,44	17,52	
Органски	Isa Brown	\bar{x}	36,80 ^{BCb}	39,67 ^{Bbc}	
		Sd	8,13	14,44	
	New Hampshire	\bar{x}	57,21 ^{ABa}	51,66 ^{ABb}	
		Sd	11,77	11,89	
ANOVA					
Систем гајења		нз		нз	
Генотип		**		**	
Систем гајења x Генотип		нз		*	

Различита мала слова у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$, а велика слова за $p \leq 0,01$ применом LSD теста.

Звездице у колонама показују значајне разлике за $p \leq 0,05$ (*) и $p \leq 0,01$ (**) применом F теста.

нз: није значајно.

Систем гајења сам по себи није значајно утицао на вредности силе лома ни бутне кост ни голењаче ($p \geq 0,05$).

За обе испитиване кости, генотип је веома значајно ($p \leq 0,01$) утицао на вредности силе лома, тако да је New Hampshire генотип за бутну кост имао силу лома од 61,30 N, док је код Isa Brown хибрида сила лома имала вредност од 36,36 N. Код бутне кости силе лома су износиле 61,05 N код New Hampshire расе а 36,06 N код Isa Brown хибрида, с тим што је битно напоменути да се код силе лома голењаче јавила значајна интеракција ($p \leq 0,05$) испитиваних фактора. Наиме, у подном систему гајења New Hampshire јединке су имале веома значајно већу силу лома ($p \leq 0,01$) у односу на Isa Brown кокоши носилце (70,44N : 36,06N), док разлика која се јавила у органском систему између испитиваних генотипова (51,66N : 39,67N) није статистички потврђена ($p \geq 0,05$).

Генерални недостатак значајног утицаја система гајења на вредности силе лома костију у нашем истраживању су у сагласности са резултатима које су објавили Mašić i Pavlovski (1994), који нису утврдили разлику у сили лома ни бутне кости (26,32 kg : 32,12 kg) ни голењаче (28,72 kg : 31,00 kg) између подно и јединки гајених на испусту. Занимљиво, трећи испитивани систем гајења у овом истраживању - кавезни, је показао најмање вредности силе лома за обе испитиване кости (22,36 kg и 24,14 kg), па се утицај система гајења на силу лома кости може објаснити преко недостатка слободе покрета кавезно гајених јединки, али и највеће носивости кокоши из овог система гајења.

Нешто другачије резултате су објавили Lolli *et al.* (2013), који су на Hyline Brown хибриду утврдили следеће силе лома костију: за *tibiotarsus*: подни 146 N, органски 171 N. Вредности силе лома за *humerus* су биле: подни 182 N, органски 211 N. Ове разлике су биле значајне ($p \leq 0,05$). И у ово истраживање је био укључен кавезни-конвенционални систем, а силе лома у њему су износиле за *tibiotarsus* 157 N, а за *humerus* 150 N. Пошто су у нашем истраживању подно гајене јединке имале на располагању довољну површину животног простора и потпуну слободу покрета која је укључивала кретање, махање крилима и летење као јако битне активности које утичу на чврстоћу костију (Freire *et al.*, 2003; Michel i Huonnic, 2003; Leyendecker *et al.*, 2005), па се самим тим и нису јавиле значајне разлике у сили лома између подно и органски гајених кокоши носилца.

Са друге стране, генотип је имао веома значајан утицај на вредност ове особине, па су New Hampshire јединке имале веома значајно већу силу лома у односу на Isa Brown хибрид, што је последица веће робусности костију New Hampshire јединки у односу на хибридне јединке Isa Brown генотипа, као и мање

носивости јединки чисте расе у односу на хибрид. Резултате сагласне овима су објавили и Hosing *et al.* (2003), који су, упоређујући аутохтоне расе и комерцијалне хибриде на крају периода ношења, утврдили значајно мању силу лома костију комерцијалних хибрида, што објашњавају већим интензитетом носивости ових јединки, па је била и интензивнија мобилизација калцијума из костију за формирање љуске јаја. Довођење у однос носивости и силе лома костију се може објаснити и интеракција систем гајења x генотип која се јавила приликом испитивања силе лома голењаче. Наиме, подно гајене јединке New Hampshire расе су имале знатно слабију носивост у односу на органске јединке истог генотипа, што је допринело да и мобилизација калцијума из костију буде слабија, па самим тим и чврстина костију буде знатно јача у односу на органски гајене кокоши ове расе. Значајан утицај генотипа на вредност ове особине утврдили су и Riczu *et al.* (2004) и Rizzi *et al.* (2009).

7. ЗАКЉУЧАК

На основу испитивања производних перформанси и квалитета јаја у току огледа који је трајао 54 недеље, као и кланичних особина и квалитета меса и костију на крају производног циклуса Isa Brown и New Hampshire кокоши носиља из подног и органског система гајења, могу се извести следећи закључци:

- Обе огледне Isa Brown групе нису се међусобно значајно разликовале ($p \geq 0,05$) ни у просечној носивости (подна 75,91%, органска 77,88%), ни у просечно дневно произведеној јајној маси (подна 47,98 g, органска 47,57 g). Са друге стране органски гајене New Hampshire јединке (носивост 55,98%, просечно дневно произведена јајна маса 35,32 g) су оствариле значајно слабије резултате у односу на обе Isa Brown групе ($p \leq 0,01$), али знатно боље у односу на подно гајене New Hampshire кокоши (носивост 40,56% и просечно дневно произведена јајна маса 24,98 g; $p \leq 0,01$). На основу тога, са великом сигурношћу се може тврдити да је постојала јака интеракција систем гајења \times генотип на особине носивости и дневно произведене јајне масе.

- Највећу конзумацију хране су имале органски гајене New Hampshire кокоши (129,43 g), док су остале три огледне групе имале веома значајно мању ($p \leq 0,01$) вредност овог параметра (подне Isa Brown 125,46 g, органске Isa Brown 125,54 g, подне New Hampshire 124,33 g) и нису се међусобно значајно разликовале ($p \geq 0,05$). Са друге стране, најбољу конверзију хране су оствариле Isa Brown огледне групе (подна 2,92 kg хране/kg јаја, органска 3,03 kg хране/kg јаја; $p \geq 0,05$), органске New Hampshire знатно лошију (5,55 kg хране/kg јаја; $p \leq 0,01$), а подно гајене New Hampshire кокоши најлошију (6,93 kg хране/kg јаја; $p \leq 0,01$).

- Обе огледне Isa Brown групе су имале укупни морталитет од по 6%, органски гајене New Hampshire кокоши 3%, док код подно гајених јединки истог генотипа није било угинућа.

- У 56. и 64. недељи, поред значајног утицаја и система гајења и генотипа, јавила и значајна интеракција испитивних фактора, тако да су јаја органски гајених Isa Brown кокоши имала значајно мању просечну масу од остале три огледне групе ($p \leq 0,01$). Са друге стране, генотип је у четири

контроле (24, 32, 56. и 64. недеља) сигнификантно утицао на просечну масу јаја, па су на почетку носивости (у 24. и 32. недељи) јаја New Hampshire кокоши била мање просечне масе од јаја Isa Brown јединки ($p \leq 0,01$). Међутим, повећање просечне масе јаја са старењем носилца било је интензивније код New Hampshire генотипа, па су у другој половини огледа ове јединке носиле јаја веће масе (56. и 64. недеља; $p \leq 0,05$).

- У три од седам контрола (32, 40. и 56. недеља) јаја из подног система гајења имала су веће вредности индекса облика у односу на јаја произведена у органском систему ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). Са друге стране, осим последњег контролног периода, јаја Isa Brown хибрида су имала веће вредности овог параметра у односу на New Hampshire расу ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$).

- Систем гајења је само у 48. недељи, а интеракција испитиваних фактора у 64. недељи, показали сигнификантан утицај на вредности висине беланца и броја Хогових јединица ($p \leq 0,05$). Генерално посматрано, јаја New Hampshire кокоши су имала веће вредности ових параметара од јаја Isa Brown генотипа, при чему се сигнификантност показала само у 24, 56, 64. и 72. недељи ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$).

- У 24, 32. и 40. недељи су органски гајене јединке имале интензивнију боју жуманца, док су у 56, 64. и 72. недељи кокоши из подног система гајења имале веће вредности ове особине ($p \leq 0,01$). Са друге стране, New Hampshire кокоши су у 24, 40, 48. и 56. недељи имале већу вредност оцене боје жуманца у односу на Isa Brown носилце ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). Међутим, са великом сигурношћу се може тврдити и да је у највећем делу трајања огледа деловала снажна интеракција испитиваних фактора на ову особину ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$).

- Удео беланца је само у 40. и 48. недељи ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$), а садржај жуманца само у 48. недељи ($p \leq 0,05$) био под сигнификантним утицајем система гајења. Осим прве контроле код 24-недељних носилца, када није утврђена разлика у садржају жуманца између испитиваних генотипова ($p \geq 0,05$), јаја New Hampshire генотипа су имала већи удео жуманца, а мањи удео беланца од јаја Isa Brown хибрида ($p \leq 0,01$). Интеракција испитиваних фактора је имала врло мали утицај на ове параметре, јер је само у једном

контролном периоду значајно деловала на садржај беланца (64. недеља; $p \leq 0,01$) и садржај жуманца у јајима (48. недеља; $p \leq 0,05$).

- Систем гајења није самостално значајно утицао ни у једној контроли на удео љуске ($p \geq 0,05$). Isa Brown хибрид је имао већу вредност овог параметра у односу на New Hampshire расу у пет од седам контролних периода (24, 40, 48, 56. и 64 недеља; $p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). У три наврата се јавила и значајна интеракција испитиваних фактора ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$) – у 48, 64. и 72. недељи (при чему су органски гајене јединке New Hampshire расе у последње две контроле имале значајно мањи удео љуске у поређењу са остале три огледне групе).

- Значајног утицаја система гајења на дебљину љуске јаја није било ($p \geq 0,05$). Isa Brown хибрид је током 24, 32, 40, 56, 64. и 72. недеље имао већу вредност овог параметра ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$) у односу на New Hampshire расу. У три контроле (48, 56. и 64. недеља) се јавила и значајна интеракција систем гајења x генотип ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$).

- Јаја органски гајених јединки су само у последњој контроли (72. недеља) имала веома значајно већу вредност деформације љуске од јаја произведених на поду ($p \leq 0,01$). Са друге стране, New Hampshire раса је у 24, 32, 40, 56, 64. и 72. недељи имала већу вредност овог параметра у односу на Isa Brown хибрид ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). У 48. недељи се јавила и значајна интеракција испитиваних фактора ($p \leq 0,05$).

- У 72. недељи се јавио и веома значајан утицај система гајења ($p \leq 0,01$), а у 64. и 72. недељи и значајна интеракција испитиваних фактора на силу лома љуске, па су јаја органски гајених New Hampshire кокоши имала статистички значајно мању силу лома у односу на остале огледне групе ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). Са друге стране, вредност овог параметра у прве две контроле (24. и 32. недеља) је била веома значајно већа код Isa Brown хибрида у односу на New Hampshire расу ($p \leq 0,01$), док се са старењем та разлика изгубила и јавила се само у 64. недељи ($p \leq 0,05$).

- Тамнија боје љуске код подно гајених јединки у односу на органски гајене кокоши јавила само у 56. недељи ($p \leq 0,05$), док је Isa Brown хибрид имао тамнију боју љуске јаја од New Hampshire расе током целог производног циклуса ($p \leq 0,01$).

- У 40. и 72. недељи јаја из органског система гајења су имала значајно чистију љуску од јаја из подног система гајења ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$), док су се значајне разлике у вредности ове особине између испитиваних генотипова јавиле у 24. и 40. недељи, када су јаја Isa Brown кокоши имала чистију љуску од јаја New Hampshire јединки ($p \leq 0,05$). У 40, 48. и 72. недељи се са великом сигурношћу може тврдити да се јавила и значајна интеракција испитиваних фактора ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$).

- У 56. и 72. недељи јаја из подног система гајења су имала већи садржај суве материје у односу на органски произведена јаја ($p \leq 0,05$), док су у четири контроле јаја New Hampshire расе имала веће вредности овог параметра од Isa Brown хибрида (40, 56, 64. и 72. недеља; $p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). Истовремено није било значајне интеракције испитиваних фактора ($p \geq 0,05$).

- Систем гајења није значајно деловао на садржај пепела у јајима ($p \geq 0,05$). У 56. и 64. недељи јаја из подног система гајења су имала већи садржај пепела у односу на јаја из органског система ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). У једној контроли се јавила и значајна интеракција испитиваних фактора (48. недеља; $p \geq 0,05$).

- Појединачно посматрано, на садржај протеина у јајима нису значајно утицали ни примењени систем гајења ни гајени генотип ($p \geq 0,05$). Једино се у 64. недељи јавила веома значајна интеракција ових фактора ($p \leq 0,01$).

- У 24, 56. и 72. недељи јаја из подног система гајења су имала значајно већи садржај масти од јаја из органског система ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$). У 32, 40, 56, 64. и 72. недељи јаја New Hampshire расе су имала већи садржај масти у односу на јаја Isa Brown хибрида ($p \leq 0,01$). Није било значајне интеракције испитиваних фактора ни у једном контролном периоду ($p \geq 0,05$).

- Генерално посматрано, највећи садржај засићених масних киселина (SFA) у јајима током периода носивости у чак пет контрола је забележен код органске New Hampshire огледне групе. Што се тиче минималних износа садржаја засићених масних киселина у јајима, у пет од седам контрола он се јавио у подним експерименталним групама. Чак у шест од седам контрола највећи садржај мононезасићених масних киселина (MUFA) у јајима је забележен код органске Isa Brown групе, док је најмањи

садржај ове фракције у јајима је забележен у подним експерименталним групама, пет пута код New Hampshire носилца, а два пута код Isa Brown кокоши. Највећи садржај полинезасићених масних киселина (PUFA) у јајима је забележен код подних експерименталних група - у пет контрола код New Hampshire расе а у два наврата код Isa Brown хибрида. Најмањи садржај PUFA у јајима је у шест од седам контрола је забележен код органских огледних група, у пет контрола код Isa Brown генотипа, а у једном случају код New Hampshire расе. Најповољнији однос омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима је у прве четири контроле забележен код органски гајених New Hampshire носилца, у једној контроли код органски гајених Isa Brown кокоши, а у последње две контроле код подних New Hampshire јединки. Најшири однос омега-6 : омега-3 масних киселина у јајима је у шест од седам контрола утврђен код подних експерименталних група, два пута код Isa Brown а четири пута код New Hampshire генотипа.

- Генерално посматрано, јединке из подних огледних група су имале мањи садржај холестерола у јајима у односу на органски гајене кокоши носилце, док се утицај генотипа на ову особину не може са сигурношћу дефинистати.

- Маса кокоши пре клања, маса класично обрађеног трупа, маса основних делова трупа и маса меса у деловима трупа прве категорије није била под значајним утицајем примењеног система гајења ($p \geq 0,05$), док је за све набројане особине New Hampshire генотип био доминантан у односу на Isa Brown хибрид ($p \leq 0,01$). Удео крила и леђа и карлице су били под значајним утицајем генотипа ($p \leq 0,01$). Није било значајне интеракције између испитиваних фактора ($p \geq 0,05$).

- Што се тиче параметара хемијског састава меса, систем гајења није значајно деловао ни на један испитивани параметар ($p \geq 0,05$), док је садржај масти био под значајним утицајем генотипа, па су кокоши New Hampshire расе имале већи садржај масти и у месу груди и у месу батака и карбатака од Isa Brown носилца ($p \leq 0,01$). Код садржаја масти у месу груди јавила се и врло значајна интеракција између испитиваних фактора ($p \leq 0,01$).

- Утицај система гајења на силу лома костију није био значајан ($p \geq 0,05$). Са друге стране, генотип је веома значајно утицао на силу лома

бутне кости и голењаче, па су New Hampshire кокоши имале већу силу лома костију од Isa Brown носиља ($p \leq 0,01$). Код силе лома голењаче јавила се и значајна интеракција између испитиваних фактора ($p \leq 0,05$).

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Abeyrathne E.D.N.S., Lee H.Y., Ahn D.U. (2013): Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents - A review. *Poultry Science*, 92: 3292–3299.
2. Addis P.B., Park S.W. (1989): Role of lipid oxidation products in atherosclerosis. In: Scanlan, R., Taylor, S.L. Eds., *Food Toxicology*. Marcel Dekker, New York, NY: 297–330.
3. Aerni V., Brinkhof. M.W.G., Wechsler B., Oester H., Fröhlich E. (2005): Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *World's Poultry Science Journal* 61 (1): 130-42.
4. Ahammed M., Chae B.J., Lohakare J., Keohavong B., Lee M.H., Lee S.J., Kim D.M., Lee J.Y., Ohh S.J. (2014): Comparison of Aviary, Barn and Conventional Cage Raising of Chickens on Laying Performance and Egg Quality. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 27 (8): 1196-1203.
5. Akyrek H., Okur A.A. (2009): Effect of Storage Time, Temperature and Hen Age on Egg Quality in Free Range Layer Hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (10): 1953-1958.
6. Anderson K.A. (2010): Range egg production, is it better than in cages? MPF Convention, March 16-18, 2010.
7. Angelovičová M., Ševčíková V., Bučko O. (2014): Comparison of two Different Breeding Systems of Laying Hens in Relation to Egg Damage and Dirty. *Animal Science and Biotechnologies*, 47 (2): 160-165.
8. Anton M. (2007): Composition and Structure of Hen Egg Yolk, Chapter 1. In Huopalahti, R., López-F, R., Anton, M., Schade, R. (eds): *Bioactive egg compounds*. Springer-Verlag, Heidelberg: 1-6.
9. Aygun A. (2014): The relationship between eggshell colour and egg quality traits in table eggs. *Indian Journal of Animal Research*, 48 (3) : 290-294.
10. Barbosa Filho J.A.D., Silva M.A.N., Silva I.J.O., Coelho A.A.D. (2005): Egg Quality in Layers Housed in Different Production Systems and Submitted to Two Environmental Conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 8 (1): 23-28.
11. Bar A., Vax E., Striem S. (1999): Relationships among age, eggshell thickness and vitamin D metabolism and its expression in the laying hen. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 123 (2): 147-154.

12. Basmacioglu H., Ergul M. (2005): Research on the Factors Affecting Cholesterol Content and Some Other Characteristics of Eggs in Laying Hens. *Turkish Journal of Veterinary Science*, 29: 157-164.
13. Bassler A. (1997): Prospects of keeping laying hens on grass/clover pasture - an introductory study on a mixed dairy-poultry farming system. MSc thesis Wageningen University, Wageningen, pp. 102.
14. Bestman M., Wagenaar J.P. (2014): Health and Welfare in Dutch Organic Laying Hens. *Animals*, 4: 374-390.
15. Bishop S.C., Axford R.F.E., Nicolas F.W., Owen J.B. (2010): Breeding for disease resistance in farm animals. CAB INTERNATIONAL: p.340.
16. Blokhuis H.J., Fiks Van Niekert T., Bessei W., Elson A., Guemane D., Kjaer J., Levirno G., Nikol C., Tauson R., Weeks C., Van de Weerd H.A. (2007): The Lay Way Project: Welfare implication of changes in production systems for laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 63 (1): 101-114.
17. Bogosavljević-Bošković S., Rakonjac S., Dosković V., Petrović D.M. (2012): Broiler rearing systems: a review of major fattening results and meat quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 68 (2): 217-228.
18. Bologa M., Pop I.M., Albu A. (2013): Research on chemical composition of chicken egg from different systems of production (conventional and organic). *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie - Scientific Papers, Animal Science Series*, 59 (18): 80-85.
19. Bourre J.M. (2005): Where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: what is actually useful? *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 9 (4): 232-242.
20. Butcher G.D., Miles R.D. (2003): Factors causing poor pigmentation of brown shelled eggs. University of Florida.
21. Castellini C. (2005): Organic poultry production system and meat characteristics. XVII European Symposium on the quality of Poultry meat, 23-26. May, 2005, Doorwerth, Netherland.
22. Castellini C., Perella F., Mugnai C., Dal Bosco A. (2006): Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. Poster at: XII European Poultry Conference, 10-14 September, 2006, Verona, Italy.

23. Cerolini S., Zaniboni L., La Cognata R. (2005): Lipid characteristics in eggs produced in different housing systems. *Italian Journal of Animal Science*, 4 (suppl.2): 519.
24. Cherian G., Holsonbake T.B., Goeger M.P. (2002): Fatty Acid Composition and Egg Components of Specialty Eggs. *Poultry Science*, 81: 30–33.
25. Clerici F, Casiraghi E., Hidalgo A., Rossi M. (2006): Evaluation of eggshell quality characteristics in relation to the housing system of laying hens. *Proceedings of XII European Poultry Conference*, 10-14. September, 2006, Verona, Italy: 1-6.
26. Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets (2016): *EU Market Situation for Eggs*.
27. Croxal R.A., Elson H.A. (2007): Comparative welfare of laying hens in wide range of egg production systems as assessed by criteria in Swedish animal Welfare standards. *British Poultry Abstracts*, 3 (1): 15-16.
28. Dahl C.A., Permin A., Christensen J.P., Bisgard M., Muhairwa A.P., Petersen K.M., Poulsen J.S., Jensen A.L (2002): The effect of content infections with *Pasturella multocida* and *Ascaridia galli* on free range chickens. *Veterinary Microbiology*, 86 (4): 313-324.
29. Dansih Poultry Council (2004): *Annual report*. Trommesalen, Copenhagen.
30. Dvorak P., Suchy P., Starkova E., Dolezalova A (2010): Variation in egg yolk color in different systems of rearing laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, 79: 13-19.
31. Dziadek K., Gornowicz E., Czekalski P. (2003): Chemical composition of table eggs influenced by the origin of the laying hens. *Polis Journal of Food and Nutrition Science*, 12/53 (1): 21-24.
32. Đukić-Stojčić M., Perić L., Bjedov S., Milošević N. (2009): The quality of table eggs produced in different housing system. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25 (5-6): 1103-1108.
33. Đukić-Stojčić M., Perić L., Milošević N., Rodić V., Glamočić D., Škrbić Z., Lukić M. (2012): Effect of genotype and housing system on egg production, egg quality and welfare of laying hens. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (2): 556-559.
34. Elaroussi M. A., Forte L.R., Eber S.L., Biellie H.V. (1994): Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Science*, 73: 1581–1589.

35. Elwinger K., Tufvesson M., Hartman C. (2002): Genotype-environment interactions in layer housed in an organic feed environment. *Archiv für Geflügelkunde*, 66, Sonderheft II: 32.
36. Elwinger K., Tufvesson M., Lagerkvist G., Tauson R. (2008): Feeding layers of different genotypes in organic feed environments. *British Poultry Science*, 49: 654-665.
37. Englmaierova M., Tumova E., Charvatova V., Skrivan M. (2014): Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science*, 59 (8): 345–352.
38. Englmaierova M., Tumova E. (2009): The effect of housing system and storage time on egg quality characteristics. *Proceedings of the 19th (XIX) European Poultry Symposium on Quality of Poultry Meat, XIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. 21-25 June, 2009, Turku, Finland: unpaginated.
39. Fanatico A. (2000): *Pastured Poultry: An HI Case Study Booklet*. ATTRA Publication. National Center for Appropriate Technology Fayetteville, AR.
40. Ferrante V., Lolli S., Vezzoli G., Cavalchini L.G. (2009): Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 8: 165-174.
41. Freire L.J., Wilkins F., Short F., Nicol C.J. (2003): Behaviour and welfare of individual laying hens in a non-cage system. *British Poultry Science*, 44: 22-29.
42. Flock D.K., Laughlin K.F., Bentley J. (2005): Minimizing losses in poultry breeding and production: how breeding companies contribute to poultry welfare. *World Poultry Science Journal*, 61: 227-237.
43. Fossum O., Janss D.S., Etterlin P.E., Vagsholm I. (2009): Causes of mortality in laying hens in different housing systems in 2001 to 2004. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51: 3.
44. García-López J.C., Suárez-Oporta M.E., Pinos-Rodríguez J.M., Álvarez-Fuentes G. (2007): Egg components, lipid fraction and fatty acid composition of Creole and Plymouth Rock x Rhode Island Red cross hens fed with three diets. *World's Poultry Science Journal*, 63: 473-479.
45. Gerber N. (2012): Factors affecting egg quality in the commercial laying hen. A review. *Egg Producers Federation of New Zealand (Inc) / Poultry Industry Association of New Zealand*.

46. Gerzilov V., Datkova V., Mihaylova S., Bozakova N. (2012): Effect of poultry housing system on egg production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (6): 953-957.
47. Gibson S.W., Dun P., Hogarth G., Anderson J.A., Whittemore C.T., Hughes B.O. (1984): Contemporary alternative systems for laying fowls: production data and behavioural findings. *British Society of Animal Production. Winter Meeting 1984*, Paper No. 64.
48. Golden J.B., Arabona D.V., Anderson K.E. (2012): A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *Journal of Applied Poultry Research*, 21: 95-102.
49. Gregory N.G., Wilkison L.J. (1989): Broken bones in domestic fowl: handling and processing damage in end-of lay battery hens. *British Poultry Science*, 30: 555-562.
50. Gue'rin-Dubiard C., Castellani O., Anton M. (2007): Egg Compounds with Antioxidant and Mineral Binding Properties. Chapter 26. In Huopalahti, R., López-F, R., Anton, M. & Schade, R. (eds): *Bioactive egg compounds*. Springer-Verlag, Heidelberg: 223-228.
51. Haugh R.R. (1937): The Haugh Unit for measuring egg quality. *U. S. Egg Poultry Magazine*, 43: 552.
52. Hayirli A., Yenice G., Hira F., Kaynar O., Armenta-Perez S.Y., Tikiri F.S., Kocaki F. (2015): Genotype Effects on Egg Quality Parametres. *Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LVIII*: 57-58.
53. Hancock J., Weller R., McCalman H. (2003): 100% Organic Livestock Feeds – Preparing for 2005. A report prepared for Organic Centre Wales.
54. Hegelund L., Sorensen J.T., Hermansen J.E. (2006): Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 54 (2): 147-155.
55. Henry R. (2002): Organic Poultry – Eggs. *Maritime Certified Organic Growers - Organic Profiles*, March 2002.
56. Hidalgo A., Rossi M., Clerici F., Ratti S. (2008): A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*, 106: 1031–1038.

57. Hilmire K. (2012): The grass is greener: Farmers' experiences with pastured poultry. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27: 173-179.
58. Hocking P.M., Brain M., Channing L.E., Fleming R., Willson S. (2003): Genetic variation for egg production, egg quality, and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science*, 44: 365–373.
59. Holt P.S., Davies R.H., DeWulf J., Gast R.K., Huwe J.K., Jones D.R., Waltman D., Willian K.R. (2011): The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90: 251–262.
60. Hooge M.D. (2007): *Bacillus subtilis* spores improve brown egg colour. *World's Poultry Science Journal*, 3: 14-15.
61. Horsted K., Hammershoj M., Hermansen J.E. (2006): Short-term effects on productivity and egg quality in nutrient-restricted versus non-restricted organic layers with access to different forage crops. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A*, 56: 42-54.
62. Hu, F.B., Stampfer M.J., Manson J.E., Rimm E.B., Wolk A., Coltzid G.A., Hennekens C.H., Willet W.C. (1999): Dietary intake of (alpha)-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69 (5): 890–897.
63. Hughes B.A., Dun P. (1983): Production and behaviour of laying domestic fowls in outside pens. *Applied Animal Ethology*, 2: 201-206.
64. Hughes B.A., Dun B.O., McCorquodale C.C. (1985): Shell strength of eggs from medium-bodied hybrid hens housed in cages or on range in outside pens. *British Poultry Science*, 26: 129–136.
65. Johansson A. (2010): Effects of genotype, age and feed on the fat components of egg yolk. Master's thesis. Swedish University of Agriculture Sciences (SLU), Uppsala.
66. Isa Brown – General Menagment Guide (2011).
67. Ishibashi T., Yonemochi C. (2003): Amino acid nutrition in egg production industry. *Animal Science Journal*, 74: 457–469.
68. Karadas F., Wood N.A.R., Surai P.F., Sparks N.H.C. (2005): Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A. Molecular and Integrative Physiology*, 140: 506–511.

69. Karsten H.D., Patterson P.H., Stout R., Crews G. (2010): Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25: 45-54.
70. Kilikides S. (1970): Comparative study of the eggs of commercially reared hens and those on free range. 1. Cholesterol and lipids in egg yolk. *Epistemonike Epeteris Kteniatrikes Sholes Aristoteleion Panepistmion Thessalonikes*, 11: 1-165.
71. Knierim U. (2006): Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 54 (2): 133-146.
72. Kocevski D., Nikolova N., Kuzelov A. (2011): The influence of strain and age on some egg quality parameters of commercial laying hens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27 (4): 1649-1658
73. Korelenski J., Światkiewicz S. (2009): Laying performance and nitrogen balance in hens fed organic diets with different energy and methionine levels. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18: 305–312.
74. Kosmidou M.D., Fortomaris P.D., Sossidou E.N., Yannakopoulos S., Tservengoussia S. (2007): The effect of an enriched pasture with aromatic plants on some egg quality characteristics of free-range laying hens. *Proceedings of the XVIII European Symposium. on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium. on the Quality of Eggs and Egg Products. September 2-5, 2007, Prague, Czech Republic* : 73-74.
75. Kouba M. (2003): Quality of organic animal products. *Livestock Production Science*, 80: 33–40.
76. Kralik Z., Radišić Ž., Grčević M., Kralik G. (2013): Comparison of table eggs quality originating from hens kept in different housing systems. *Proceedings of XV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXI European Symposium on the Quality of Poultry Meat / Petracci, Massimiliano (ed). - Bergamo: The Italian Branch of The World's Poultry Science Association, 2013: 1-5.*
77. Krawczyk J., Cywa-Benko K., Wezyk S. (2005): Effect of housing system on egg yolk cholesterol levels in native breeds of hens. *International Conference "First International Scientific Poultry Days"*, Nitra, Slovakia, 12-14 September, 2005: 18-20.

78. Krawczyk J. (2009): Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chicken-hens maintained in organic vs. backyard production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 27 (3): 227-235.
79. Krawczyk J., Gornowicz E. (2010): Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. *Archiv fur Gefluegelkunde*, 74: 151-157.
80. Kucukyilmaz K., Bozkurt M., Herken E.N., Cinar M., Cath A.U., Bintas E., Coven F. (2012): Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (4): 559-568.
81. Ledvinka Z., Tůmová E., Englmaierová M., Podsedníček M. (2012): Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. *Archiv fur Gefluegelkunde*, 76 (1): 38-43.
82. Leenstra F., Mauer V., Galea F., Bestman M., Amsler-Kepalaite Z., Visscher J., Vermeij I., Van Krimpen M. (2014): Laying hen performance in different production systems; why do they differ and how to close the gap? Results of discussions with groups of farmers in The Netherlands, Switzerland and France, benchmarking and model calculations. *Archiv für Geflügelkunde*, 78: 1-10.
83. Leyendecker M., Hamann H., Hartung J., Kamphues J., Neumann U., Surie C., Distl, O. (2005): Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. *British Poultry Science*, 46 (5): 536-544.
84. Lewko L., Gornowicz E. (2011): Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Annals of Animal Science*, 11 (4): 607-616.
85. Li Y., Zhou C., Zhou X., Li L. (2012): Egg consumption and risk cardiovascular diseases and diabetes: A meta-analysis. *Atherosclerosis*, 229: 524–530.
86. Lichovníková M., Jandásek J., Jůzl M., Dračková E. (2009): The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 54 (11): 490-497.
87. Lolli A., Hidalgo C., Alampresse C., Ferrante V., Rossi M. (2013): Layer performances, eggshell characteristics and bone strenght in three different housing systems. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29 (4): 591-606.
88. Long C., Alterman T. (2007): Meet Real Free-Range Eggs. *Mother Earth News Magazine*. <http://www.motherearthnews.com/print-article.aspx?id=117586>.

89. Lopez-Bote C.J., Sanz Arias R., Rey A.I., Castano A., Isabel B., Thos J. (1998): Effect of free-range feeding on n₃ fatty acid and α -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Animal Feed Science Technology*, 72: 33–40.
90. Matković K., Vučemilo M., Matković S. (2007): Utjecaj alternativnog načina držanja nesilica na kvalitetu jaja. *Meso*, n.1.
91. Matt D., Veromann E., Luik A. (2009): Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*, 7 (Special issue II): 662–667.
92. Matt D., Rembialkowska E., Luik A., Peetsmann E., Pehme S. (2011): Quality of Organic vs. Conventional Food and Effects on Health. Report. Estonian University of Life Sciences, 2011.
93. Mašić B, Antonijević N., Vitorović D., Pavlovski Z, Milošević N., Jastšenjski S. (1985): Prilog određivanju čvrstoće kostiju pilića. *Peradarstvo*, 8-9: 19-24.
94. Mašić B., Pavlovski Z., Josipović S., Vračar S., Vitorović D. (1989): Uticaj sistema držanja na kvalitet trupa brojlera. 1. Konformacija, randmani i abdominalna mast. IX Jugoslovensko savetovanje "Kvalitet mesa i standardizacija mesa stoke za klanje, peradi, divljači i riba", Novembar, 1989, Donji Milanovac, Srbija: 290-295.
95. Mašić B., Pavlovski Z. (1994): Mala jata kokoši nosilja u različitim sistemima držanja. Naučni institut za stočarstvo, Beograd - Zemun.
96. McNaughton S.A., Marks G.C. (2002): Selenium content of Australian foods: a review of literature values. *Journal of Food Composition and Analysis* 15 (2): 169-182.
97. Mertens K., Bamelis F., Kemps B., Kramers B., Verhoelst E., De Ketelaere B., Bain M., Decuypere E., De Baerdemaeker J. (2006): Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poultry Science*, 85: 1670–1677.
98. Mesias F., Martinez-Carrasco F., Jose Martinez J., Gaspar P. (2011): Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. *Journal of Science and of Food and Agriculture*, 91: 532-538.
99. Meyer B.J., Mann N.J., Lewis J.L., Milligan G.C., Sinclair A.J., Howe P.R.C. (2003): Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids* 38 (4): 391-398.

100. Mlodkowski M., Kuchta M. (1998): Using carotenoid pigments from tomato pulp to improve egg yolk colour in laying hens. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 25: 133-144.
101. Miao Z.H., Glatyz P.C., Ru Y.J. (2005): Free-range Poultry Production - A Review. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 18 (1): 113-132.
102. Michel V., Huonnic D. (2003): A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or in aviaries. *British Poultry Science*, 44 (5): 775-776.
103. Millet S., de Ceulaer K., van Paemel M., Raes K., de Smet S., Janssens G.P.J. (2006): Lipid profile in eggs of Araucana hens compared with Lohmann Selected Leghorn and ISA Brown hens given diets with different fat sources. *British Poultry Science* 47 (3): 294-300.
104. Millinsk M.C., Murakami A.E., Gomes S.T.M., Matsushita M., De Souza N.E. (2003): Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. *Food Chemistry*, 83: 287-292.
105. Milošević N., Perić L. (2011): Tehnologija živinarske proizvodnje. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
106. Minelli G., Sirri E., Folegatti A., Melluzzi A., Franchini A. (2007): Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*, 6 (SUPPL. 1): 728-730.
107. Miranda J.M., Anton X., Redondo-Valbuena C., Roca-Saavedra P., Rodriguez J.A., Lamas A., Franco C. M., Cepeda A. (2015): Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*, 7: 706-729.
108. Mitrović S., Đekić V. (2013): Organska živinarska proizvodnja. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet - Beograd.
109. Mitrović S., Đermanović V., Đekić V., Milojević M., Simić D. (2013): Comparative studies on the reproductive and productive traits of the New Hampshire and Sombor crested chicken breeds reared in semi-intensive production system. *Proceedings of the International Symposium on Animal Science*, September 2014, Belgrade-Zemun: 61-67.
110. Moller A.P., Biard C., Blount J.D., Houston D.C., Ninni P., Saino N., Surai P.F. (2000): Carotenoid-dependent signals: indicator of foraging efficiency, immunocompetence or detoxification ability? *Avian and Poultry Biology Reviews*, 11: 137-159.

111. Monhan F.J., Buckley D.J., Morrissey P.A., Lynch P.B., Gray J.I. (1992): Influence of dietary fat and α -tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science*, 31: 229–241.
112. Mostert B.E., Bowens E.H., Van den Valt J.C. (1995): Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. *South African Journal of Animal Science*, 25 (3): 80-86.
113. Mugnai C., Dal Bosco A., Castellini C. (2009): Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 88: 175-188.
114. Mugnai C., Sossidou E.N., Dal Bosco A., Ruggeri S., Mattioli S., Castellini C. (2013): The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (3): 459-467.
115. Naber E.C. (1979): The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Science*, 58: 518–528.
116. Nistor (Cotfas) L.I., Albu A., Usturoi M.G. (2014): Knowledge of Chemical Indicators of Eggs from Hens Reared in Conventional and Free Range System. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 71 (2): 119-124.
117. Nys Y., Sauveur B. (2004): The nutritional value of eggs. *INRA Production Animales*, 17: 385-393.
118. Oberholtzer L., Grenne C., Lopez E. (2006): Organic Poultry and Eggs Capture High Price Premiums and Growing Share of Specialty Markets. Outlook Report from the Economic Research Service. United States Department of Agriculture LDP-M-150-01, December 2006.
119. O'Brien B.C., Andrews V.G. (1993): Influence of dietary egg and soybean phospholipids and triacylglycerols on human serum lipoproteins. *Lipids*, 28: 7-12.
120. Odabasi A.Z., Milles R.D., Balaban M.O., Portier K.M. (2007): Changes in brown eggshell color as the hen ages. *Poultry Science*, 86: 356-363.
121. Oden K., Kelling L.J., Alegers B. (2002): Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British Poultry Science*, 43: 169-181.
122. Pavlovski Z., Mašić B. (1983): Konformacija trupova pilića. Zbornik referata sa VII jugoslovenskog savetovanja o problemima kvaliteta mesa i standardizacije. Bled, Slovenija, 1983: 115-125.

123. Pavlovski Z., Vitorović D. (1996): Direktan metod za određivanje čvrstoće ljuske jaja. *Nauka u živinarstvu*, 3-4: 171-175.
124. Pavlovski Z., Škrbić Z., Lukić M., Lilić S., Krnjaja V., Staničić N., Petričević V. (2011a): Comparative analysis of fatty acid profile and cholesterol content in table eggs from different genotype hens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27 (3): 669-677.
125. Pavlovski Z., Škrbić Z., Lukić M. (2011b): Free systems of rearing of chickens and layer hens: quality of meat and eggs. *International 56th Meat Industry Conference, Tara, June 12-15th, 2011*: 160-166.
126. Pereira A.M. (1991): Stress calórico em poedeiras comerciais. In: SEMINÁRIO DE POSTURA COMERCIAL; Campinas: GUABI: 133-146.
127. Pinteá A., Dulf F.V., Bunea A., Matea C., Andrei S. (2012): Comparative analysis of lipophilic compounds in eggs of organically raised ISA Brown and Araucana hens. *Chemical Papers*, 66 (10): 955–963.
128. Pišteková M., Hovorka M., Večerek V., Strakova E., Suchy P. (2006): The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech Journal of Animal Science*, 51 (7): 318-325.
129. Plochberger K. (1989): Feeding experiments. A criterion for group on high dose irradiation. *Weekly Epidemiological Requality estimation of biologically and conventionally produced cord. Agriculture Ecosystem Environment*, 27: 419–428.
130. Ponte P.I.P., Rosado C.M.C., Crespo J.P., Crespo D.G., Mura J.L., Chaceiro-Soares, M.A., Bra J.L.A., Mendes I., Gama L.T., Prates J.A.M., Ferreira L.M.A., Fontes C.M.G.A. (2008): Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science*, 87: 71–79.
131. Poupoulis C., Salepi M., Skapetas B., Touska M. (2009): Fatty acid composition of hens' egg yolk from conventional, organic, omega-3 and free range farming types. *Epitheōrēsē Zōotēhnikēs Epistēmēs*, 40: 73–84.
132. Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine (1981): Službeni list SFRJ, 1: 27-30.
133. Puchala M., Krawczyk J., Calik J. (2014): Influence of origin of laying hens on the quality of their carcasses and meat after the first laying period. *Annals of Animal Science*, 14 (3): 685–696.
134. Radu-Rusu C.G., Pop I.M., Radu-Rusu R.M., Albu A. (2012): Effects on the housing system applied in laying hens rearing, on the external quality of table eggs.

- Lucrări Științifice-Seria Zootehnie - Scientific Papers, Animal Science Series, 58 (17): 188-192.
135. Radu-Rusu R.M., Ustroj, M.G., Leahu A., Amariei S., Radu-Rusu C.G., Vacaru-Opris I. (2014): Chemical features, cholesterol and energy content of table hen eggs from conventional and alternative farming systems. *South African Journal of Animal Science*, 44 (1): 33-42.
136. Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Dosković V., Petrović D.M. (2013): Mortality of laying hens and broilers under different rearing systems. 23rd International symposium „New Technologies in Contemporary Animal Production“, 19-21 June, 2013, Novi Sad (Serbia) – Proceeding: 195-197.
137. Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Pavlovski Z., Škrbić Z., Dosković V., Petrović D.M., Petričević V. (2014a): Laying hen rearing systems: a review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 70 (1): 93-104.
138. Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Pavlovski Z., Škrbić Z., Dosković V., Petrović D.M., Petričević V. (2014b): Laying hen rearing systems: a review of chemical composition and hygienic conditions of eggs. *World's Poultry Science Journal*, 70 (1): 151-164.
139. Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Dosković V., Petrović D.M. (2014c): Uticaj sistema gajenja koka nosilja na masu jaja. XIX Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 07-08. mart. Zbornik radova, 19 (21): 451-454.
140. Riczu C.M., Saunders-Blades J.L., Yngvesson A.K., Robinson F.E., Korver D.R. (2004): End-of-Cycle Bone Quality in White- and Brown-Egg Laying Hens. *Poultry Science*, 83: 375–383.
141. Rizzi C., Chiericato G.M. (2005): Organic farming production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 4 (SUPPL. 3): 160-162.
142. Rizzi C., Marangon A., Chiericato G.M. (2007): Effect of Genotype on Slaughtering Performance and Meat Physical and Sensory Characteristics of Organic Laying Hens. *Poultry Science*, 86: 128–135.
143. Rizzi C., Cassandro M. (2009): Quality of eggs of hybrid and Italian hens reared under organic production system. Proceedings of the 19th (XIX) European Poultry Symposium on Quality of Poultry Meat, XIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. 21-25 June, 2009, Turku, Finland: unpaginated.

144. Rizzi L., Simioli M., Martelli G., Paganelli R., Sardi L. (2006): Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. XII European Poultry Conference, Verona, 10-14 September, 2006: unpaginated.
145. Rizzi C., Chiericato G.M. (2010): Chemical composition of meat and egg yolk of hybrid and Italian breed hens reared using an organic production system. *Poultry Science*, 89: 1239-1251.
146. Roberts J.R. (2004): Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality of Laying Hens. *Journal of Poultry Science*, 41: 161-177.
147. Robinson J. (2007): Grass-Fed Basics. www.eatwild.com.
148. Rodriguez-Navaro A.B., Kalin O., Nys Y., Garcia-Ruiz J.M. (2002): Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. *British Poultry Science*, 43: 396-403.
149. Rossi M. (2007): Influence of the laying hen housing systems on table egg characteristics. Proceedings of the XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Prague, September 2-5, 2007: 49-51.
150. Ruth V.S., Alewijn M., Rogers K., Newton-Smith E., Tena N., Bollen M., Koot A. (2011): Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling. *Food Chemistry*, 126: 1299–1305.
151. Sandilands V., Sparks N., Wilson S., Nevison I. (2005): Laying hens at depopulation: the impact of the production system on bird welfare. *British Poultry Abstract*, 1: 23-24.
152. Samman S., Kung F.P., Carter L.M, Foster M.J, Ahmad Z.I., Phuyal J.L., Petocz P. (2009): Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chemistry*, 116: 911–914.
153. Savory C.J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal*, 51: 215-219.
154. Schlatterer J., Breithaupt D.E. (2006): Xanthophylls in commercial egg yolks: quantification and identification by HPLC and LC-(APC)MS using a C30 phase. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 2267-2273.
155. Scheideler S.E., Jaroni D., Froning G. (1998): Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. *Poultry Science*, 77: 192-196.

156. Shafer D.J., Carey J.B., Prochaska J.F. (1996): Effect of Dietary Methionine Intake on Egg Component Yield and Composition. *Poultry Science*, 75 (9): 1080-1085.
157. Shenstone F.S. (1968): Egg quality. In: Carter T.D. (eds): *A study of the avian egg*. Oliver & Boyd, Edinburgh.
158. Senčić Đ., Butko D. (2006): Proizvodnja nesilica i kvaliteta kokošijih jaja iz slobodnog i kaveznog sustava držanja. *Poljoprivreda*, 12 (2): 1-5.
159. Sekeroglu A., Sarica M., Demir E., Ulutas Z., Tilki M., Saatci M. (2008): The effects of housing system and storage length on the quality of eggs produced by two lines of laying hens. *Archiv fur Gefluegelkunde*, 72: 106-109.
160. Simčić M., Stibilj V., Holcman A. (2011): Fatty acid composition of eggs produced by Slovenian autochthonous Styrian hen. *Food Chemistry*, 125: 873-877.
161. Siopoulos A.P. (1991): Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54: 438-463.
162. Siopoulos A.P. (2000): Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human requirement for n- 3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, 79: 961-970.
163. Sirri F., Castellini C., Ronacarti A., Franchini A., Meluzzi A. (2010): Effect of feeding and genotype on the lipid profile of organic chicken meat. *European Journal of Lipid Science Tehnology*, 112: 994-1002.
164. Siró, I., Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. (2008): Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - A review. *Appetite*, 51: 456-467.
165. Sørensen P. (2001). Breeding strategies in poultry for genetic adaptation to the organic environment. In: HoviM and Baars T (eds.), *Breeding and feeding for animal health and welfare in organic livestock systems*, Proceedings of the Fourth NAHWOA Workshop (Wageningen, The Netherlands: Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture: 51-61).
166. Sossidou E.N., Dal Bosco A., Elson H.A., Fontes C.M.G.A. (2011): Pasture-based system for poultry production: implications and perspectives. *World's Poultry Science Journal*, 67: 47-58.
167. Sossidou E.N., Dal Bosco A., Castellini C., Grashorn M.A. (2015): Effects of pasture management on poultry welfare and meat quality in organic poultry production systems. *World's Poultry Science Journal*, 71: 375-384.

168. Sparks N.H.C. (2006): The hen's egg - is its role in human nutrition changing? *World's Poultry Science Journal*, 62: 308-315.
169. Sparks N.H.C., Conroy M.A., Sandilands V. (2008): Socio-economics drivers for UK organic pullet rearers and implication for poultry health. *British Poultry Science*, 49: 525-532.
170. Stat Soft Inc Statistica For Windows, Version 7.0. (2006): Computer program manual Tulsa.
171. Suk, Y.O., Park C. (2001): Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio in Two Different Genetic Stocks. *Poultry Science*, 80: 855–858.
172. Suto Z., Horn P., Ujvari J. (1997): The effect of different housing system on production egg quality traits of brown and leghorn type layers. *Acta Kaposvariensis*, 1: 29-35.
173. Svobodova J., Tůmova E, Englmaierova M. (2014): The effect of housing system on egg quality of Lohmann white and Czech hen. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 17 (2): 44-46.
174. Szmczk B., Pisulewski P.M. (2003): Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition and cholesterol content of hen egg yolks. *British Journal of Nutrition*, 90: 93–99.
175. Škrbić Z., Pavlovski Z., Lukić M., Vitorović D., Petričević V., Stojanović LJ. (2011): Changes of egg quality properties with the age of layer hens in traditional and conventional production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27 (3): 659-667.
176. Talukder S., Islam T., Sarke S., Islam M.M. (2010): Effects of environment on layer performance. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 8 (2): 253-258.
177. Terčić D., Žlender B., Holcman A. (2012): External, Internal and Sensory Qualities of Table Eggs as Influenced by Two Different Production Systems. *Agroznanje*, 13 (4): 555-562.
178. Thamsborg S.M., Roepstorff A. (2003): Parasite problems in prganic livestock and options for control. *Journal of Parasitology*, 89: 277-284.
179. The Humane Society of the United States, "Understanding Mortality Rates of Laying Hens in Cage-Free Egg Production Systems" (2010): *Farm Animals, Agribusiness, and Food Production*. Paper 3. http://animalstudiesrepository.org/acwp_faafp/3

180. Thear K. (1997): Free-range Poultry. 2nd ed. Ipswich: Farming Press.
181. Thiele H.H., Pottguter R. (2008): Management Recommendations for Laying Hens in Deep Litter, Perchery and Free Range Systems. Lohman Information, 43 (1): 53-63.
182. Tiller H. (2001): Nutrition and animal welfare in egg production systems. In: Processing. 13th European Symposium of Poultry Nutrition, Blankenberge, Belgium, October, 2001: 226-231.
183. Tolan A., Robertson J., Orton C.R., Head M.J., Christieand A.A., Millburn, B.A. (1974): Studies on the composition of food. 5. The chemical composition of eggs produced under battery, deep little and free-range conditions. British Journal of Nutrition, 31: 185-200.
184. Trziszka, T., Dobrazanski Z., Skiba T., Kopeć W. (2007): Effects of breeding and housing system of layers on egg quality and the activity of cystatin and lysozyme. Polish Journal of Food and Nutrition Science, 57 (4): 583-586.
185. Tumova E., Ebeid T. (2003): Effect of housing system on performance and egg quality characteristics in laying hens. Scientia Agriculturae Bohemica, 34 (2): 73-80.
186. United Kingdom Egg Statistics (2016): A National Statistics Publication.
187. Van den Brand H., Parmentier H.K., Kemp B. (2004): Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. British Poultry Science, 45 (6): 745-752.
188. Van den Brand H., Keatinge R., Roderick S. (2009): A review of key health-related welfare issues in organic poultry production. World's Poultry Science Journal, 65: 649-684.
189. Van Krimpen M.M., Binnendijk G.P., Ogun M.A., Kwakkel R.P. (2015): Responses of organic housed laying hens to dietary methionine and energy during a summer and winter season. British Poultry Science, 56 (1): 121-131.
190. Wang L., Huo G. (2010): The effect of dietary fatty acid pattern on layer's performance and egg quality. Agricultural Science in China, 9 (2): 280-285.
191. Weitzenburger D., Vits A., Hamann H., Distel O. (2005): Effect of furnished small group hosing system and furnished cages on mortality and causes of death in two layer strains. British Poultry Science, 46 (5): 553-559.
192. Wezyk S., Krawczyk J., Calik J., Poltowicz K. (2006): Quality traits of eggs from HyLine White and HyLine Brown hens kept in cages and on litter. XII European Poultry Conference, Verona, 10-14 September, 2006: unpaginated.

193. World Animal Protection i Human Society International (2014): Egg Production in the EU and US: 1-4.
194. Yakubu A., Saleko A.E., Ige A.O. (2007): Effect of genotype and housing system on the laying performance of chickens in different season in semi-humid tropics. *International Journal of Poultry Science*, 6 (6): 434-439.
195. Zemkova, L., Simeonova J., Lichovnikova M., Somerlikova K. (2007): The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. *Czech Journal of Animal Science*, 52 (4): 110-115.
196. Zita L., Tumova E., Štolc L. (2009): Effects of Genotype, Age and Their Interaction on Egg Quality in Brown-Egg Laying Hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78: 85–91.
197. Zita L., Ledvinka Z., Mesova M., Klesalova L. (2014): Effect of genotype and housing system on the concentration of cholesterol in egg yolk. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (3): 315-321.
198. Zollitsch W., Kristiansen T., Krutyinna C., Macnaeihde F., Younie D. (2004): Feeding for Health and Welfare: the Challenge of Formulating Well-balanced Rations in Organic Livestock Production. In: Vaarst M, Roderick S, Lund V, Lockeretz W (eds) *Animal Health and Welfare in Organic Agriculture*, Wallingford, UK: 329-356.
199. Zhu S.B., Zhao Q.Y., Liu B.L., Wang L., Liu S.J. (2015): Variations in Yolk Mineral Element Contents from Different Chicken Rearing Systems: Eggs Analyzed by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Advance Journal of Food Science and Technology* 7 (7): 530-533.
200. <http://www.motherearthnews.com/eggs.aspx>
201. <http://www.worldatlas.com/articles/top-egg-producing-countries-in-the-world.html>

Образац 1.

Изјава о ауторству

Потписани: Симеон Ракоњац

Број уписа: 4/2009

Изјављујем

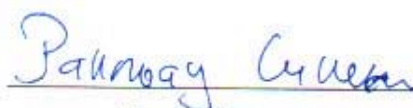
да је докторска дисертација под насловом:

"Производња и квалитет производа кокоши носиља из алтернативних система гајења"

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Чачку, 14.12.2016. године

Потпис аутора



Симеон Ракоњац

Образац 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: Симеон Ракоњац

Број уписа: 4/2009

Студијски програм: Агрономија

Наслов докторске дисертације: "Производња и квалитет производа кокоши носиља из алтернативних система гајења"

Ментор: др Снежана Богосављевић-Бошковић, редовни професор, Агрономски факултет у Чачку Универзитета у Крагујевцу

Потписани: Симеон Ракоњац

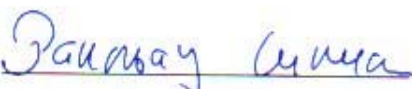
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији која је предата за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Крагујевцу.

Потпис аутора

У Чачку, 14.12.2016. године



Симеон Ракоњац

Образац 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Крагујевцу унесе моју докторску дисертацију под насловом: **"Производња и квалитет производа кокоши носиља из алтернативних система гајења"**, која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

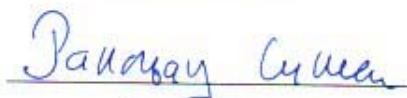
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Крагујевцу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на обрасцу број 4).

У Чачку, 14.12.2016. године

Потпис аутора



Симеон Ракоњац

Образац 4.

1. Ауторство –

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима.

Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.