

Seasonal variations of milk production and quality of Mediterranean ewes in extremely warm weather conditions

Sezonske varijacije proizvodnje i kakvoće mlijeka mediteranskih ovaca u ekstremno toplim vremenskim uvjetima

Darija BENDELJA LJOLJIĆ¹, Zvonimir PRPIĆ^{2*}, Dubravka SAMARŽIJA¹, Zdravko BARAC³ and Boro MIOČ²

¹University of Zagreb Faculty of Agriculture, Department of Dairy Science, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

²University of Zagreb Faculty of Agriculture, Department of Animal Science and Technology, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia, *correspondence zprpic@agr.hr

³Croatian Agricultural Agency, Poljana Križevačka 185, 48260 Križevci, Croatia

Abstract

Starting from the assumption that the climatic conditions determine the quantity and quality of available forage on the pastures which is the largest source of nutrients of meal of sheep reared in coastal and island of Croatia, the aim of this research was to determine the seasonal variations of milk production and quality of Pag and Istrian sheep during three consecutive years – lactations (2012 – 2014) with extremely warm weather conditions. Regular monthly milking controls (using the AT4 method) included 30 flocks of Pag sheep and 19 flocks of Istrian sheep. In total, 29674 daily test records were collected in Pag sheep, and in Istrian sheep 12304 daily test records including the daily milk yield, the chemical composition of milk (content of milk fat, protein, lactose and dry matter) and number of somatic cells in milk. Significant ($P < 0.001$) effect of the year on the daily milk yield of Istrian sheep was found, while unexpectedly, the average daily milk yield of Pag sheep, although predominantly kept in semi-extensive production system, has been uneven between the studied years ($P > 0.05$). Significant variations of the daily milk yield of Pag sheep ($P < 0.001$) and Istrian sheep ($P < 0.01$) due to the season were established, as well as significant ($P < 0.001$) seasonal variations of the content of all analysed milk constituents of Pag and Istrian sheep. Significant ($P < 0.001$) phenotypic correlations were found between the daily milk yield and contents of all analysed components of Pag and Istra sheep milk.

Keywords: chemical composition, daily milk yield, season, sheep milk, somatic cells

Sažetak

Polazeći od pretpostavke kako klimatski uvjeti predodređuju količinu i kvalitetu raspoložive krme na pašnjacima koja je najveći izvor hranjivih sastojaka obroka ovaca uzgajanih u priobalnim i otočnim krajevima Hrvatske, cilj rada bio je utvrditi sezonske varijacije proizvodnje i kakvoće mlijeka paških i istarskih ovaca tijekom triju uzastopnih godina – laktacija (2012.-2014.) s ekstremno toplim vremenskim uvjetima. Redovitim mjesečnim kontrolama mliječnosti (primjenom AT4 metode) bilo je obuhvaćeno 30 stada paških ovaca i 19 stada istarskih ovaca. Ukupno su u paških ovaca prikupljena 29674 dnevna zapisa, a u istarskih ovaca 12304 dnevna zapisa koja su uključivala količinu dnevno proizvedenoga mlijeka, kemijski sastav mlijeka (sadržaj (%) mliječne masti, bjelančevina, laktoze i suhe tvari) i broj somatskih stanica u mlijeku. Utvrđen je značajan ($P < 0,001$) utjecaj godine na dnevnu proizvodnju mlijeka istarskih ovaca, dok je neočekivano, prosječna dnevna proizvodnja mlijeka paških ovaca, iako pretežno držanih u polu-ekstenzivnim uvjetima, bila ujednačena između godina. Utvrđene su značajne varijacije dnevne proizvodnje mlijeka paških ($P < 0,001$) i istarskih ovaca ($P < 0,01$) uslijed sezone, kao i značajne ($P < 0,001$) sezonske varijacije sadržaja svih analiziranih sastojaka mlijeka paških i istarskih ovaca. Između dnevne količine proizvedenog mlijeka i svih analiziranih sastojaka mlijeka paških i istarskih ovaca utvrđene su značajne ($P > 0,001$) fenotipske korelacije.

Ključne riječi: dnevna proizvodnja mlijeka, kemijski sastav, ovčje mlijeko, sezona, somatske stanice

Detailed abstract

Extremely high air temperatures have adverse effects on changes in the biological functions of the organism as well as on the productive traits of dairy sheep, increasing the energy needs of sheep and their body temperature. Consequently, consumption and utilization of feed is reduced, resulting in reduction of milk production (Marai et al., 2007 cited in Sevi and Caroprese, 2012). Over the past two decades in Croatia has significantly increased interest in the production of sheep's milk, which is mainly based on indigenous breeds of which Istrian and Pag sheep have the highest milk production (Barać et al., 2011). Pasture is the basic ingredient of a meal of the aforementioned breeds that changes seasonally, depending on the availability of plant species, their phenological development and nutritional value (Castro and Núñez, 2016). Therefore, the aim of this paper was to determine seasonal variations of milk production and quality in Istrian and Pag sheep for three consecutive years (lactations) with extremely warm weather conditions.

The basic herbage of Pag sheep throughout the year is pasture and during winter it is hay. In addition to the above, one month before lambing, as well as at the beginning of lactation (prior to spring pasture), sheep are most commonly fed with corn or maize groats. The research covered Istrian sheep, traditionally throughout the year, were kept on pastures during the day. In the winter and for dry periods in the summer, sheep are fed with meadow or lucerne hay, with the addition of concentrated forage (corn and barley).

Regular monthly milking controls (using the AT4 method) included 30 flocks of Pag sheep and 19 flocks of Istrian sheep. During the entire study period (from 2012 to 2014), 29674 daily records from Pag sheep and 12304 daily records from Istrian sheep were recorded, that included, the daily milk yield, the chemical composition of milk (content of milk fat, protein, lactose and dry matter) and somatic cell count (SCC) in milk. The data obtained were statistically processed using procedure within MIXED statistical program SAS STAT (2013), where the statistical model included the fixed effect of the year and the season within the breed and the random influence of the herd. In order to better interpret the impact of year and season on indicators of production and quality of sheep milk, publicly available data from the National Meteorological and Hydrological Service were used (Figure 1-6).

The average daily milk yield of Pag sheep was very even between the years investigated (Table 1), while in Istrian sheep the statistically significant ($P < 0.001$) influence of the year on daily milk yield was determined (Table 2). The highest daily milk yield in Istra sheep was established in the year 2012, which was extremely warm and dry to very dry in the whole Istrian territory, so many farmers had to additionally fed ewes with concentrated forage and hay. This study found statistically significant differences for all analysed chemical components of Pag and Istrian sheep milk. Also, a significant ($P < 0.001$) correlation was established between the daily milk yield and the content (%) of all analysed components of milk from Pag and Istrian sheep (Table 5). Istrian sheep, in 2012, produced the milk with the lowest average chemical composition in terms of milk fat ($P < 0.001$), protein ($P < 0.05$) and total solids content ($P < 0.001$).

The statistically significant ($P < 0.001$) effect of the year on the somatic cells count in milk of Pag (Table 1) and Istrian sheep (Table 2) was determined, while the highest geometric mean of SCC in milk of both breeds was determined in year 2014 ($205 \times 10^3/\text{mL}$ in Pag sheep milk, i.e. $280 \times 10^3/\text{mL}$ in Istrian sheep milk) which was extremely warm and rainy at mentioned localities.

Significant variations in average daily milk yield of Pag sheep ($P < 0.001$) and Istrian sheep ($P < 0.01$) during the season were determined (Table 3 and 4). The highest average daily milk yield was established in January (Pag sheep), respectively in March (Istrian sheep), which coincides with the early stage of vegetation when fresh pasture is rich in soluble nitrogen, and deficient in fibre and energy. The highest average values of milk fat, protein, and total solids content were found in June (Pag sheep) and respectively in July (Istrian sheep), most probably as a result of milk production reductions, which was corroborated by determined significant ($P < 0.001$) negative correlation (Table 5) between daily milk yield and the contents of above mentioned components in milk. The trend of lactose content in milk of Pag sheep and Istrian sheep during lactation was reversed in relation to the trend of milk fat and protein content.

The study determined significant seasonal variation ($P < 0.001$) of somatic cells count in Pag and Istrian sheep milk (Table 3 and 4). The highest geometric mean value of SCC in Pag sheep was found in June ($209 \times 10^3/\text{mL}$) and the lowest in March ($151 \times 10^3/\text{mL}$), while respectively in Istrian sheep the highest value of SCC was established in February ($512 \times 10^3/\text{mL}$) and the lowest in July ($186 \times 10^3/\text{mL}$).

Due to the extreme extensive sheep's milk production in Croatia, as well as seasonal milk production, special attention should be directed to the definition of the environmental factors influence on the production and quality of milk. Although, due to the pronounced seasonal production of sheep's milk conditioned by seasonal reproduction of sheep, the effect of the season on changes in milk production and quality is not clearly distinguishable from the potential impact of the lactation stage.

Uvod

Ovce su jedna od životinjskih vrsta najotpornijih na klimatske promjene, osobito visoke temperature zraka (Sevi i Caroprese, 2012). Ipak, ekstremno visoke temperature zraka, vrlo često karakteristične za (sub)mediteransko područje, nepovoljno djeluju na promjene u biološkim funkcijama organizma, kao i na proizvodne odlike mliječnih ovaca, pri čemu se povećavaju uzdržne energetske potrebe ovaca i njihova tjelesna temperatura uz posljedično smanjenu konzumaciju i iskorištavanje hrane (Marai i sur., 2007 citirano u Sevi i Caroprese, 2012).

Utjecaj visoke temperature zraka na mliječnost ovaca često je kombiniran s dostupnom količinom i kvalitetom raspoložive krme na pašnjacima koja je najveći izvor hranjivih sastojaka obroka ovaca, osobito onih uzgajanih u (sub)mediteranskom području. Naime, ekstremno visoke temperature zraka uz nedovoljnu količinu oborina povećavaju opasnost od suše. Zbog manje sposobnosti zadržavanja vlage u tlu, suša je česta osobito u kraškim predjelima hrvatske obale i priobalnog područja, nerijetko i u uvjetima dovoljne količine oborina (Makjanić i Volarić, 1981; Ogrin, 2005). Visoke temperature zraka u (sub)mediteranskom području uglavnom se poklapaju s kasnim stadijem laktacije ovaca, pri čemu, toplinski stres u ovaca zajedno s poodmaklim stadijem laktacije, smanjuju mobilizaciju tjelesnih pričuva za sintezu mlijeka, uz smanjenje proizvodnje i narušavanje kakvoće mlijeka (Sevi i Caroprese, 2012).

Tijekom posljednja dva desetljeća u Hrvatskoj je znatno povećan interes za proizvodnjom ovčjeg mlijeka, koja se uglavnom temelji na izvornim pasminama, od kojih su istarska i paška ovca najmliječnije. Paša je temeljni sastojak obroka navedenih pasmina koji se mijenja sezonski, ovisno o dostupnosti biljnih vrsta, njihovom fenološkom razvoju i nutritivnoj vrijednosti (Castro i Núñez, 2016). Stoga je cilj ovog rada utvrditi sezonske varijacije proizvodnje i kakvoće mlijeka istarske i paške ovce tijekom triju uzastopnih godina (laktacija) s ekstremno toplim vremenskim uvjetima.

Materijali i metode

Predmetnim istraživanjem analizirani su podaci dobiveni provedbom kontrola mliječnosti u odabranim stadima paške ovce i istarske ovce, tijekom triju uzastopnih godina - laktacija (od 2012. do 2014.). Unutar pojedine pasmine, za istraživanje su odabrana stada slične tehnologije uzgoja (hranidba, sustav i uvjeti držanja, način i broj dnevnih mužnji, sezona janjenja i početak laktacije, trajanje sisnog i dojnog razdoblja laktacije i dr.). Odabrana stada u Matičnoj su evidenciji Hrvatske

poljoprivredne agencije koja podrazumijeva vođenje sveobuhvatne evidencije o svakom pojedinom grlu.

Paške ovce su po tradiciji, gotovo tijekom cijele godine, borave na otvorenom, i koriste oskudnu pašu škrtih kamenjarskih pašnjaka. Tijekom zimskih mjeseci (od prosinca do sredine veljače) i vremenskih nepogoda, ovce su sklanjane u staje izgrađene na pašnjacima. Temeljno krmivo paških ovaca tijekom gotovo cijele godine je pašna, a tijekom zime livadno sijeno. Uz navedeno, mjesec dana pred janjenje, kao i početkom laktacije (prije izlaska na proljetnu ispašu) ovce su najčešće prihranjivane kukuruzom ili kukuruznom prekrupom. Pripusna sezona u istraživanim stadima paške ovce trajala je oko dva mjeseca (od sredine srpnja do sredine rujna), a ovce su se janjile od prosinca do siječnja. Nakon janjenja, janjad je hranjena mlijekom (sisanje) do dobi od 20 do 35 dana, ovisno o tome da li je namijenjena za klanje ili daljnjem rasplodu.

Istraživanjem obuhvaćene istarske ovce su, tradicionalno, tijekom gotovo cijele godine, danju napasivane na pašnjacima. Zimi i za sušnih razdoblja ljeti, ovce su hranjene livadnim ili lucerkinim sijenom, uz dodatak krepkih krmiva (kukuruz i ječam). U kritičnim fiziološkim i tehnološkim fazama uzgoja (pripusna sezona, posljednja trećina gravidnosti, početak laktacije) dodatno su prihranjivane krepkim krmivima. U stadima obuhvaćenim istraživanjem ovce su pripuštane u razdoblju od druge polovice lipnja do kolovoza, a janjile su se od studenog do siječnja. Sukladno tradicionalnoj tehnologiji uzgoja istarskih ovaca, u razdoblju do odbića, odnosno do postizanja prosječne dobi od 45 do 60 dana, janjad je hranjena mlijekom, i to isključivo sisanjem.

Kontrola mliječnosti u odabranim stadima ovaca provedena je primjenom AT4 metode (ICAR Recording Guidelines, 2016) s tim da je prva kontrola mliječnosti obavljena najranije 5, a najkasnije 30 dana po odbiću/odvajanju janjeta (janjadi) od ovce. Kontrole mliječnosti obavljane su do trenutka kada prestaje sekrecija mlijeka, odnosno kada je ovca dnevno proizvela manje od 0,2 kg mlijeka. Zahvaljujući uzgojnim specifičnostima istraživanih pasmina, te ovisno o godini istraživanja i stadu, prva kontrola mliječnosti istraživanih paških ovaca provedena je u razdoblju od siječnja do ožujka, dok je prva kontrola mliječnosti istarskih ovaca provedena u razdoblju od veljače do travnja. U cilju smanjenja varijabilnosti distribucije janjenja ovaca, predmetnim istraživanjem nisu bile obuhvaćene ovce prvojanjke obiju pasmina.

Ovce na kojima su provedene manje od tri kontrole mliječnosti u laktaciji bile su isključene iz daljnjeg istraživanja. Prilikom kontrola mliječnosti, od svakog pojedinog grla, uzet je po jedan pojedinačni uzorak mlijeka radi utvrđivanja njegova kemijskog sastava i broja somatskih stanica (BSS) u mlijeku. Ukupno su tijekom cjelokupnog istraživanog razdoblja u paških ovaca prikupljena 29674 dnevna zapisa (podatka), a u istarskih ovaca 12304 dnevna zapisa koja su uključivala količinu dnevno proizvedenoga mlijeka, kemijski sastav mlijeka (sadržaj (%) mliječne masti, bjelančevina, laktoze i suhe tvari) i broj somatskih stanica u mlijeku.

Sadržaj mliječne masti, bjelančevina, laktoze i suhe tvari u pojedinačnim uzorcima mlijeka utvrđen je infracrvenom spektrometrijskom metodom (HRN EN ISO 9622:2001) dok je broj somatskih stanica u uzorcima mlijeka utvrđen fluoro-opto-elektronskom metodom (HRN EN ISO 13366-2:2007 i HRN EN ISO 13366-

2/isp.1:2007). Navedene analize ovčjeg mlijeka obavljene su u Središnjem laboratoriju za kontrolu mlijeka u Križevcima.

Dobiveni podaci su statistički obrađeni primjenom procedure MIXED statističkog programa SAS STAT (2013), pri čemu je statistički model uključivao fiksni utjecaj godine (tri kategorije: od 2012. do 2014.) i sezone unutar pasmine, odnosno mjeseca kontrole mliječnosti (6 kategorija u paške ovce: od siječnja do lipnja; 6 kategorija u istarske ovce: od veljače do srpnja) te slučajni utjecaj stada (30 stada paških ovaca i 19 stada istarskih ovaca). Dobiveni rezultati su prikazani kao prosjek sume najmanjih kvadrata (LSM - Least Square Means), dok je varijabilnost dobivenih rezultata izražena kao standardna greška (S.E.). S obzirom da se distribucija broja somatskih stanica razlikovala od normalne, BSS je pretvoren u logaritam s bazom 10. Stoga, broj somatskih stanica u predmetnom istraživanju je izražen kao logaritamska vrijednost (\log_{10} BSS), odnosno kao povratno transformirana geometrijska srednja vrijednost.

U svrhu bolje interpretacije utjecaja godine i sezone na pokazatelje proizvodnje i kakvoće ovčjeg mlijeka, korišteni su javno dostupni podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda (dostupno na: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php) kao pokazatelji klimatskih uvjeta na određenom području (otok Pag kao uzgojno područje paške ovce, a Istra kao uzgojno područje istarske ovce), izraženi kao odstupanje srednje godišnje temperature zraka, odnosno odstupanje godišnjih količina oborina od višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) za Republiku Hrvatsku u istraživanom razdoblju od 2012. do 2014. godine (Slika 1-6).

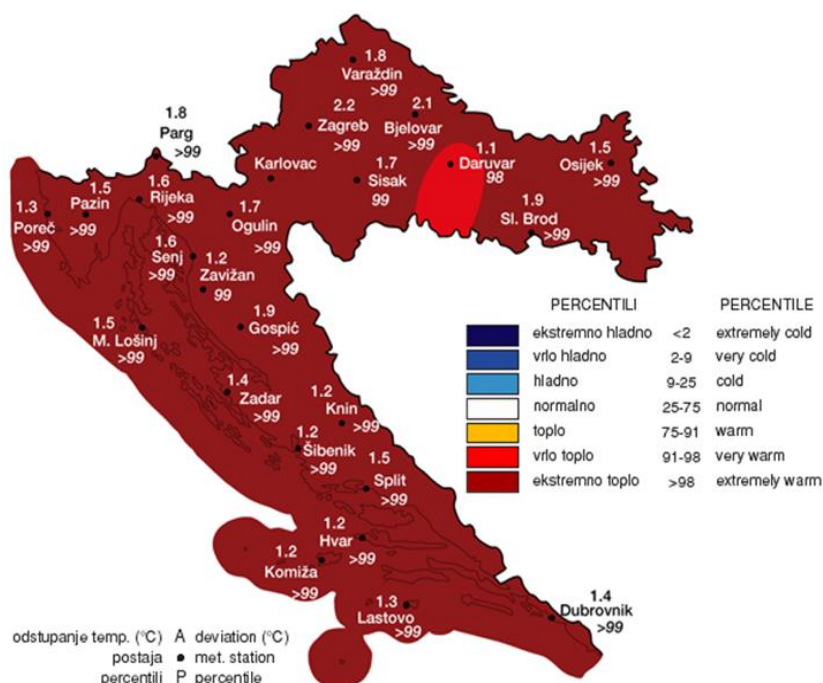


Figure 1. Deviation of average mean air temperature in 2012 (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 1. Odstupanje prosječne srednje temperature zraka u 2012. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

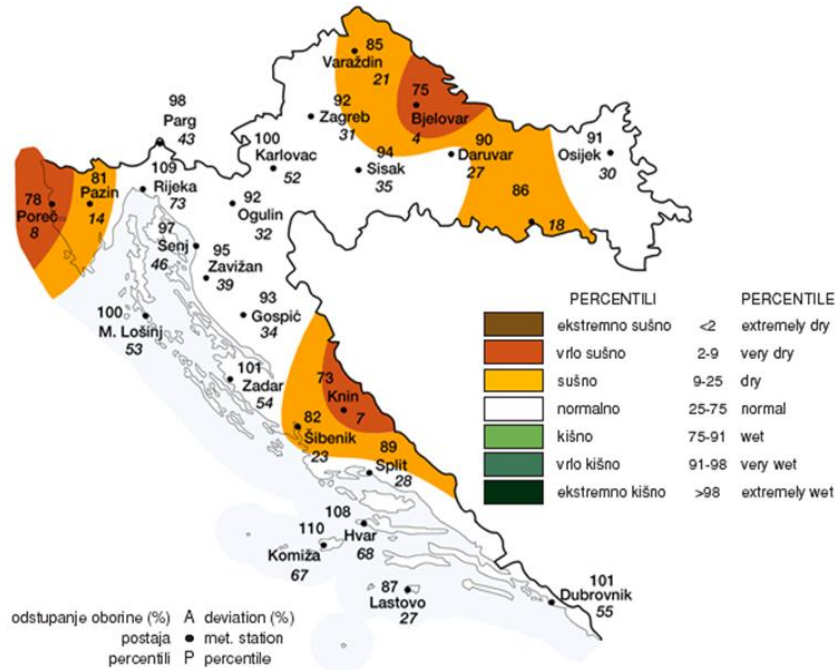


Figure 2. Deviation of daily average rainfall in 2012 (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 2. Odstupanje prosječnih dnevnih količina oborina u 2012. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

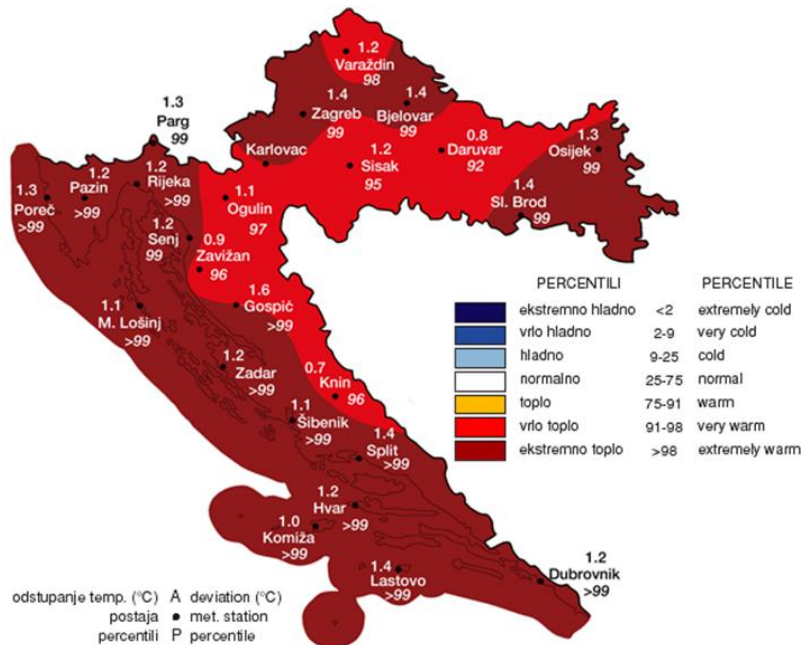


Figure 3. Deviation of average mean air temperature in 2013 (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 3. Odstupanje prosječne srednje temperature zraka u 2013. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

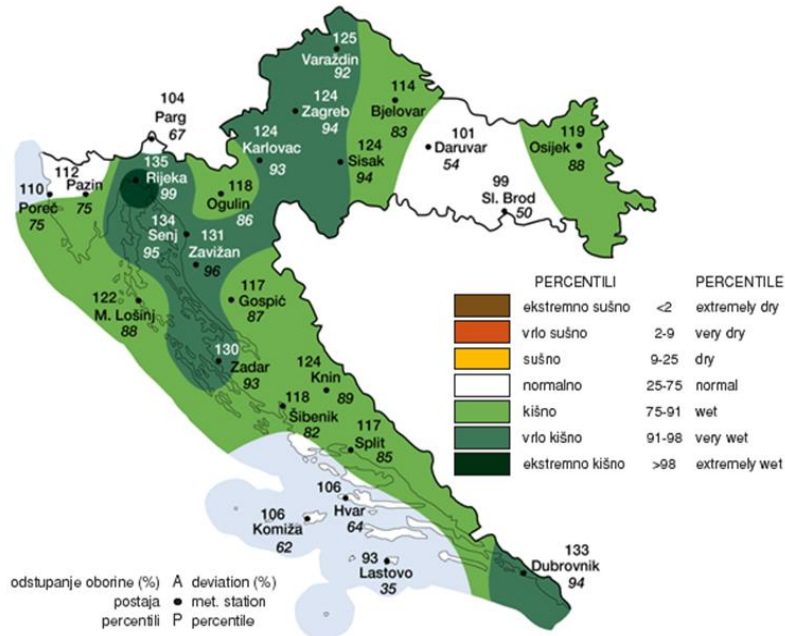


Figure 4. Deviation of daily average rainfall in 2013 (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 4. Odstupanje dnevnih prosječnih količina oborina u 2013. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

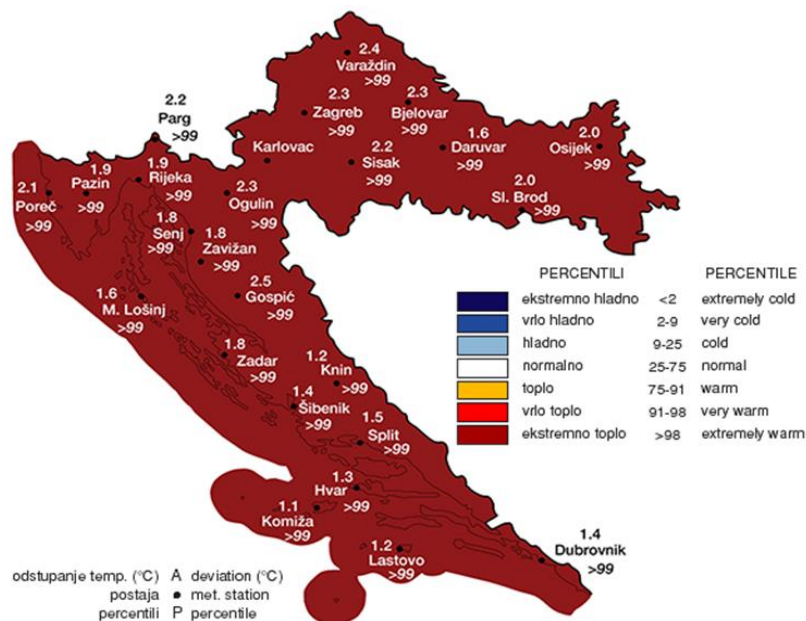


Figure 5. Deviation of average mean air temperature in 2014 (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 5. Odstupanje prosječne srednje temperature zraka u 2014. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

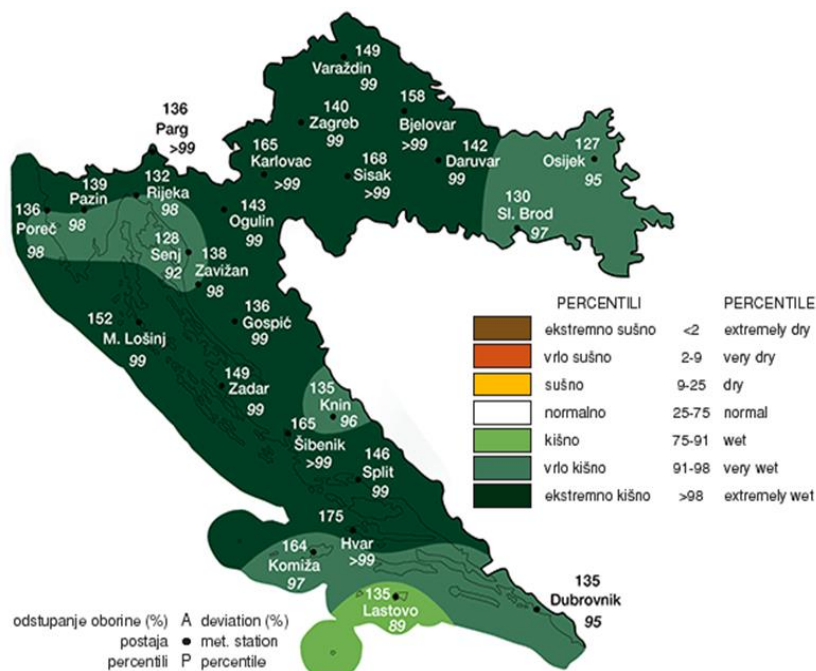


Figure 6. Deviation of daily average rainfall in (source: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Slika 6. Odstupanje dnevnih prosječnih količina oborina u 2014. godini (izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

Rezultati i rasprava

Prosječna dnevna količina proizvedenoga mlijeka paških ovaca (771 g) u istraživanom razdoblju (Tablica 1) bila je vrlo slična vrijednostima utvrđenim određenim ranijim istraživanjima (Antunac i sur., 2011; Prpić, 2011; Barać i sur., 2012). Međutim, prosječna dnevna proizvodnja mlijeka istarskih ovaca (1082 g) prikazana u tablici 2 čak je za oko 300 g bila manja od prosječne proizvodnje istarskih ovaca koju navodi Prpić (2011), s time da navedenim istraživanjem također nisu bile obuhvaćene istarske ovce u prvoj laktaciji. Unatoč tome, na osnovu ovim istraživanjem utvrđene prosječne dnevne proizvodnje mlijeka i usporedbom s rezultatima istraživanja proizvodnih odlika ostalih izvornih hrvatskih pasmina ovaca (Barać i sur., 2011) može se zaključiti da su istarska i paška ovca najmliječnije hrvatske izvorne pasmine ovaca.

Suprotno očekivanom, prosječna dnevna proizvodnja mlijeka paških ovaca, uzgajanih u polu-ekstenzivnim uvjetima držanja, bila je vrlo ujednačena između istraživanih godina, kao što je vidljivo iz podataka u tablici 1. Ploumi i sur. (1998) su, naprotiv, utvrdili statistički značajne godišnje varijacije u prosječnoj dnevnoj proizvodnji mlijeka mediteranskih Chios ovaca, držanih u, također, polu-ekstenzivnim uvjetima. Međutim, za razliku od paških ovaca, u istarskih ovaca obuhvaćenih predmetnim istraživanjem (Tablica 2), a držanih u pretežno polu-intenzivnim uvjetima uzgoja, utvrđen je statistički značajan ($P < 0,001$) utjecaj godine na dnevnu proizvodnju mlijeka, pri čemu je najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka istarskih ovaca utvrđena u 2012. godini. Prema dostupnim podacima Državnog

hidrometeorološkog zavoda, 2012. godina je, uz ekstremno tople vremenske uvjete, na gotovo cijelom području Istre (Slika 1 i 2) bila sušna do vrlo sušna (s izuzetkom istočne obale Istre), dok je u 2013. i 2014. godini količina oborina u Istri (uz također ekstremno tople vremenske uvjete) bila osjetno veća (Slika 3-6). Stoga se statistički značajno najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka istarskih ovaca u 2012. godini, između ostaloga, može objasniti činjenicom da su mnogi uzgajivači u Istri tijekom sušnih razdoblja, ovce hranili većom količinom krepkih krmiva i sijena.

Table 1. Influence of the year on daily milk yield, milk chemical composition and somatic cells count (\log_{10} SCC) in the milk of Pag sheep (LSM \pm SE)

Tablica 1. Utjecaj godine na dnevnu proizvodnju mlijeka, kemijski sastav mlijeka i broj somatskih stanica (\log_{10} BSS) u mlijeku paških ovaca (LSM \pm SE)

Year Godina	Daily milk yield (g) Dnevna proizvodnja mlijeka (g)	Milk fat (%) Mliječna mast (%)	Proteins (%) Bjelančevine (%)	Lactose (%) Laktoza (%)	Total solids (%) Suha tvar (%)	\log_{10} SCC \log_{10} BSS
2012.	774,21 \pm 3,22	7,54 ^a \pm 0,01	5,96 ^a \pm 0,01	4,48 \pm 0,003	19,07 ^a \pm 0,02	5,2 ^a \pm 0,01
2013.	769,41 \pm 3,2	7,61 ^b \pm 0,01	5,91 ^b \pm 0,01	4,45 \pm 0,003	19,07 ^a \pm 0,02	5,27 ^b \pm 0,01
2014.	777,65 \pm 3,57	7,5 ^a \pm 0,01	5,93 ^c \pm 0,01	4,46 \pm 0,003	18,99 ^b \pm 0,02	5,31 ^c \pm 0,01
Mean Value Srednja vrijednost	771,56 \pm 2,48	7,5 \pm 0,01	5,91 \pm 0,01	4,47 \pm 0,01	18,98 \pm 0,01	5,25 \pm 0,01
Level of significance Razina značajnosti	nz	P<0,001	P<0,05	P<0,05	P<0,01	P<0,001

^{a,b,c} Values with different superscripts within the same column are significantly different; nz - not significant.

^{a,b,c} Vrijednosti u istom stupcu tablice označene različitim slovima statistički značajno se razlikuju; nz – nije značajno.

Utvrđene razlike u prosječnom kemijskom sastavu mlijeka paških ovaca i istarskih ovaca između godina bile su statistički značajne za sve analizirane sastojke (Tablica 1 i 2), iako su razlike u prosječnom kemijskom sastavu mlijeka paških ovaca bile vrlo male. Navedeno proizlazi iz vrlo ujednačene prosječne dnevne proizvodnje mlijeka paških ovaca tijekom istraživanih godina (Tablica 1). Istraživanjem je utvrđena statistički značajna ($P<0,001$) povezanost dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja (%) svih analiziranih sastojaka mlijeka paških ovaca (Tablica 5). Najsiromašniji prosječni kemijski sastav mlijeka istarskih ovaca (u pogledu sadržaja mliječne masti ($P<0,001$),

bjelančevina ($P < 0,05$) i suhe tvari ($P < 0,001$) u mlijeku) utvrđen je 2012. godine, kada je ujedno ostvarena i najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka (Tablica 2). Navedeno se može objasniti utvrđenim negativnim fenotipskim koeficijentima korelacija ($P < 0,001$) između dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja navedenih sastojaka u mlijeku istarskih ovaca (Tablica 5). Nasuprot rezultatima ovog istraživanja, Matutinović i sur. (2011) nisu utvrdili značajan utjecaj godine na sadržaj mliječne masti i suhe tvari u skupnim uzorcima mlijeka ovaca dalmatinske pramenke.

Table 2. Influence of the year on daily milk yield, chemical composition and somatic cells count (\log_{10} SCC) in Istrian sheep milk (LSM \pm SE)

Tablica 2. Utjecaj godine na dnevnu proizvodnju mlijeka, kemijski sastav mlijeka i broj somatskih stanica (\log_{10} BSS) u mlijeku istarskih ovaca (LSM \pm SE)

Year Godina	Daily milk yield (g) Dnevna proizvodnja mlijeka (g)	Milk fat (%) Mliječna mast (%)	Proteins (%) Bjelančevine (%)	Lactose (%) Laktoza (%)	Total solids (%) Suha tvar (%)	\log_{10} SCC \log_{10} BSS
2012.	1157,69 ^a \pm 8,51	7,02 ^a \pm 0,03	5,91 ^a \pm 0,01	4,23 ^a \pm 0,001	18,29 ^a \pm 0,03	5,4 ^a \pm 0,01
2013.	999,93 ^b \pm 9,18	7,41 ^b \pm 0,03	6 ^b \pm 0,01	4,21 ^b \pm 0,01	18,7 ^b \pm 0,03	5,47 ^b \pm 0,01
2014.	1044,21 ^b \pm 9,34	7,36 ^b \pm 0,03	6,03 ^b \pm 0,01	4,26 ^c \pm 0,01	18,71 ^b \pm 0,03	5,49 ^b \pm 0,01
Mean Value Srednja vrijednost	1082,01 \pm 5,46	7,14 \pm 0,02	5,93 \pm 0,01	4,25 \pm 0,003	18,42 \pm 0,02	5,45 \pm 0,01
Level of significance Razina značajnosti	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,05$	$P < 0,001$	$P < 0,001$

^{a,b,c} Values with different superscripts within the same column are significantly different; nz - not significant.

^{a,b,c} Vrijednosti u istom stupcu tablice označene različitim slovima statistički značajno se razlikuju; nz – nije značajno.

Istraživanjem je utvrđen statistički značajan utjecaj godine ($P < 0,001$) na broj somatskih stanica u mlijeku paških ovaca i istarskih ovaca (Tablica 1 i 2), pri čemu je najveća geometrijska srednja vrijednost BSS u mlijeku obiju pasmina utvrđena 2014. godine (205×10^3 /mL mlijeka paških ovaca, odnosno 280×10^3 /mL mlijeka istarskih ovaca). Navedeno se može objasniti činjenicom da je prema službenim podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (Slika 5 i 6) odstupanje godišnjih količina oborina od višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) za RH u cijelom istraživanom razdoblju bilo najveće u 2014. godini (uz ekstremno tople vremenske prilike, 2014. je

na otoku Pagu bilo ekstremno kišno, a na području Istre vrlo kišno do ekstremno kišno). Ruegg i Pantoja (2013), ističu najveću izloženost životinja patogenim uzročnicima mastitisa upravo tijekom toplih i vlažnih vremenskih uvjeta, što se, posljedično, odražava na povišeni broj somatskih stanica u mlijeku.

Iz podataka prikazanih u tablicama 3 i 4 vidljive su značajne varijacije prosječne dnevne proizvodnje mlijeka paških ($P < 0,001$) i istarskih ovaca ($P < 0,01$) uslijed sezone. Najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka paških ovaca bila je u siječnju (Tablica 3), odnosno neposredno nakon odvajanja janjadi (977,3 g), a najmanja u lipnju, odnosno krajem laktacije (583,6 g), s time da je u većem dijelu laktacije (od veljače do svibnja) prosječna dnevna proizvodnja mlijeka bila poprilično ujednačena (od 741 do 790 g). Najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka istarskih ovaca (Tablica 4) utvrđena je u ožujku (1337,4 g), i bila je, premda nije utvrđena značajna razlika ($P > 0,05$), veća od one utvrđene prvom kontrolom mliječnosti u veljači (1284,3 g). Porast prosječne proizvodnje mlijeka u ožujku može se, osim eventualno početkom proljetne ispaše ovaca, objasniti sezonom janjenja, odnosno raspodjelom janjenja istarskih ovaca pri čemu je u dijelu istraživanih ovaca prva kontrola mliječnosti, odnosno početak muznog razdoblja bio u ožujku. U skladu s time, Fraysse i sur. (1996 citirano u Bocquier i Caja, 1999) znatan dio sezonskih varijacija proizvodnje i kemijskog sastava ovčjeg mlijeka objašnjavaju utjecajem sezone janjenja.

Kao što je vidljivo iz podataka prikazanih u tablicama 3 i 4, utvrđene su značajne ($P < 0,001$) sezonske varijacije svih analiziranih sastojaka mlijeka paških i istarskih ovaca. Trend kretanja sadržaja mliječne masti i bjelančevina u mlijeku paških i istarskih ovaca tijekom istraživanog razdoblja nije bio u potpunosti suprotan trendu prosječne dnevne proizvodnje mlijeka kako bi se moglo pretpostaviti na temelju rezultata dosadašnjih istraživanja (Pugliese i sur., 2000). Najveća prosječna dnevna proizvodnja mlijeka u muznom razdoblju utvrđena je u siječnju (paška ovca), odnosno ožujku (istarska ovca), dok su obje pasmine proizvele mlijeko s najmanjim prosječnim sadržajem mliječne masti i bjelančevina, kao i suhe tvari u travnju. Navedeno se poklapa s ranom fazom rasta vegetacije kada je paša bogata lako topljivim dušikom, a siromašna vlaknima i energijom (Matutinović i sur., 2011). Sukladno navedenom, Perea i sur. (2000) zaključuju da razlike u hranidbi između pojedinih mjeseci u godini predstavljaju najvažniji izvor varijabilnosti kemijskog sastava mlijeka Lacha ovaca. Od travnja prema kraju laktacije utvrđeno je kontinuirano povećanje prosječnog sadržaja mliječne masti i bjelančevina, odnosno suhe tvari u mlijeku kao što je razvidno iz podataka u tablicama 3 i 4, pri čemu su najveće prosječne vrijednosti sadržaja mliječne masti, bjelančevina i suhe tvari u mlijeku u cjelokupnom muznom razdoblju utvrđene u lipnju (paška ovca), odnosno srpnju (istarska ovca). Navedeno je posljedica smanjenja proizvodnje mlijeka, čemu u prilog idu utvrđene značajne ($P < 0,001$) negativne korelacije između dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja navedenih sastojaka u mlijeku (Tablica 5), odnosno prema (Auld i sur., 1995 citirano u Sevi i sur., 2000) povećane *de novo* sinteze relativno veće količine sastojaka mlijeka uslijed pozitivnog energetskog balansa ovaca krajem laktacije. Kretanje sadržaja laktoze u mlijeku paških i istarskih ovaca bilo je obrnutog tijeka u odnosu na kretanje sadržaja mliječne masti i bjelančevina u mlijeku (Tablica 3 i 4).

Table 3. Seasonal changes in average daily milk yield, milk chemical composition and somatic cells count (\log_{10} SCC) in the milk of Pag sheep milk (LSM \pm SE)Tablica 3. Sezonske promjene prosječne dnevne proizvodnje mlijeka, kemijskog sastava mlijeka i broja somatskih stanica (\log_{10} BSS) u mlijeku paških ovaca (LSM \pm SE)

Season	Daily milk yield (g)	Milk fat (%)	Proteins (%)	Lactose (%)	Total solids (%)	\log_{10} SCC
Sezona	Dnevna proizvodnja mlijeka (g)	Mliječna mast (%)	Bjelančevine (%)	Laktoza (%)	Suha tvar (%)	\log_{10} BSS
January Siječanj	977,3 ^a \pm 6,47	7,35 ^a \pm 0,03	5,87 ^a \pm 0,01	4,6 ^a \pm 0,01	18,92 ^a \pm 0,03	5,3 ^a \pm 0,01
February Veljača	785,1 ^b \pm 4,16	7,9 ^b \pm 0,02	5,89 ^a \pm 0,01	4,52 ^b \pm 0,003	19,41 ^b \pm 0,02	5,25 ^a \pm 0,01
March Ožujak	769,1 ^b \pm 4,53	7,52 ^c \pm 0,02	5,74 ^b \pm 0,01	4,45 ^c \pm 0,004	18,81 ^{ad} \pm 0,02	5,18 ^b \pm 0,01
April Travanj	790 ^b \pm 3,82	7,23 ^{ad} \pm 0,02	5,84 ^{ac} \pm 0,01	4,49 ^d \pm 0,003	18,66 ^c \pm 0,02	5,26 ^a \pm 0,01
May Svibanj	741,9 ^b \pm 3,77	7,29 ^a \pm 0,02	6,02 ^d \pm 0,01	4,45 ^c \pm 0,003	18,86 ^d \pm 0,02	5,26 ^a \pm 0,01
June Lipanj	583,6 ^c \pm 6,35	8,01 ^b \pm 0,03	6,24 ^e \pm 0,01	4,28 ^e \pm 0,01	19,61 ^e \pm 0,03	5,32 ^{ac} \pm 0,01
Level of significance Razina značajnosti	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001

a,b,c,d,e Values with different superscripts within the same column are significantly different.

a,b,c,d,e Vrijednosti u istom stupcu tablice označene različitim slovima statistički značajno se razlikuju.

Table 4. Seasonal changes in average daily milk yield, milk chemical composition and somatic cells count (\log_{10} SCC) in the milk of Istrian sheep (LSM \pm SE)Tablica 4. Sezonske promjene prosječne dnevne proizvodnje mlijeka, kemijskog sastava mlijeka i broja somatskih stanica (\log_{10} BSS) u mlijeku istarskih ovaca (LSM \pm SE)

Season	Daily milk yield (g)	Milk fat (%)	Proteins (%)	Lactose (%)	Total solids (%)	\log_{10} SCC
Sezona	Dnevna proizvodnja mlijeka (g)	Mliječna mast (%)	Bjelančevine (%)	Laktoza (%)	Suha tvar (%)	\log_{10} BSS
February Veljača	1284,3 ^a \pm 15,2	7,17 ^a \pm 0,05	6,07 ^a \pm 0,02	4,37 ^a \pm 0,01	18,65 ^a \pm 0,06	5,71 ^a \pm 0,02
March Ožujak	1337,4 ^a \pm 13,73	7,05 ^a \pm 0,04	5,77 ^b \pm 0,02	4,31 ^{ab} \pm 0,01	18,22 ^b \pm 0,05	5,51 ^b \pm 0,02
April Travanj	1209,6 ^b \pm 10,66	6,53 ^b \pm 0,03	5,76 ^b \pm 0,01	4,32 ^a \pm 0,01	17,77 ^c \pm 0,04	5,47 ^b \pm 0,01
May Svibanj	1038,2 ^c \pm 10	7,09 ^a \pm 0,03	5,91 ^c \pm 0,01	4,26 ^b \pm 0,01	18,35 ^b \pm 0,04	5,44 ^b \pm 0,01
June Lipanj	834,9 ^d \pm 12,6	7,54 ^c \pm 0,04	5,99 ^{ac} \pm 0,02	4,14 ^c \pm 0,01	18,75 ^a \pm 0,05	5,33 ^c \pm 0,02
July Srpanj	699,2 ^e \pm 15,7	8,18 ^e \pm 0,05	6,38 ^e \pm 0,02	4 ^d \pm 0,01	19,69 ^d \pm 0,06	5,27 ^c \pm 0,02
Level of significance Razina značajnosti	P<0,01	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001

a,b,c,d,e Values with different superscripts within the same column are significantly different.

a,b,c,d,e Vrijednosti u istom stupcu tablice označene različitim slovima statistički značajno se razlikuju.

Kao posljedica smanjena prosječne dnevne proizvodnje mlijeka, odnosno smanjene sintetske aktivnosti mliječne žlijezde, sadržaj laktoze kao glavne osmotski aktivne komponente mlijeka (Peaker, 1977), bio je najmanji krajem laktacije (Tablica 3 i 4). Time se može objasniti postojanje statistički značajne ($P<0,001$) pozitivne korelacije između dnevne proizvodnje mlijeka i sadržaja laktoze u mlijeku paških i istarskih ovaca (Tablica 5). Nasuprot rezultatima ovog istraživanja, Pugliese i sur. (2000) su utvrdili konstantan sadržaj laktoze tijekom laktacije mediteranskih Massese ovaca, dok Pulina (1990) te Sevi i sur. (2000) navode da do smanjenja sadržaja laktoze tijekom laktacije ovaca dolazi zbog nastanka mastitisa. Međutim, na osnovu utvrđenog broja somatskih stanica tijekom laktacije paških i istarskih ovaca (Tablica 3

i 4) može se zaključiti da to u ovom istraživanju nije bio slučaj. Iako su sezonske varijacije broja somatskih stanica u mlijeku paških ovaca bile statistički značajne ($P < 0,001$), razlika između najniže geometrijske srednje vrijednosti BSS utvrđene u ožujku te najviše srednje vrijednosti utvrđene u lipnju bila je oko $50 \times 10^3/\text{mL}$ mlijeka. Gotovo identičan trend broja somatskih stanica utvrđen je tijekom laktacije mediteranske Churra pasmine ovaca (Fuertes i sur., 1998). Utvrđeno povećanje BSS u mlijeku paških ovaca krajem laktacije može se, prema Fuertes i sur. (1998) objasniti smanjenom sekrecijom mlijeka pri čemu se povećava koncentracija, odnosno broj somatskih stanica u mililitru mlijeka (tzv. „koncentracijski učinak“), dok Sevi i sur. (1999) navedeno objašnjavaju funkcionalnim promjenama sekretornog tkiva vimena uzrokovanih skraćenim životnim vijekom epitelnih stanica koje su krajem laktacije opskrbljivane sa sve manje hranjivih tvari.

Table 5. Phenotype correlation coefficients between daily milk yield, milk chemical composition and somatic cells count (\log_{10} SCC) in the milk of Pag (below the diagonal) and Istrian sheep (above the diagonal)

Tablica 5. Koeficijenti fenotipskih korelacija između dnevne proizvodnje mlijeka, kemijskog sastava mlijeka i broja somatskih stanica (\log_{10} BSS) u mlijeku paških ovaca (ispod dijagonale) i istarskih ovaca (iznad dijagonale)

	Daily milk yield Dnevna proizvodnja mlijeka	Milk fat Mliječna mast	Proteins Bjelančevine	Lactose Laktoza	Total solids Suha tvar	\log_{10} BSS
Daily milk yield	-	-0,24	-0,24	0,29	-0,21	-0,05
Dnevna proizvodnja mlijeka		***	***	***	***	***
Milk fat	-0,36	-	0,43	-0,35	0,92	0,18
Mliječna mast	***		***	***	***	***
Proteins	-0,29	0,34	-	-0,36	0,62	0,19
Bjelančevine	***	***		***	***	***
Lactose	0,36	-0,26	-0,28	-	-0,22	-0,46
Laktoza	***	***	***		***	***
Total solids	-0,35	0,94	0,59	-0,15	-	0,13
Suha tvar	***	***	***	***		***
\log_{10} BSS	-0,15	0,1	0,21	-0,34	0,1	-
	***	***	***	***	***	

*** $P < 0,001$.

Istraživanjem su utvrđene značajne sezonske varijacije ($P < 0,001$) broja somatskih stanica i u mlijeku istarskih ovaca (Tablica 4). Pritom je najveća geometrijska srednja vrijednost BSS utvrđena u veljači ($512 \times 10^3/\text{mL}$), odnosno početkom muznog razdoblja, dok je s odmicanjem laktacije utvrđeno kontinuirano smanjenje BSS, tako da je u srpnju geometrijska srednja vrijednost BSS iznosila $186 \times 10^3/\text{mL}$. Sezonske varijacije BSS utvrđene u mlijeku istarskih ovaca mogu se eventualno objasniti činjenicom da je, prema Kirk i sur. (1996), najveći rizik nastanka subkliničke upale vimena ovaca neposredno nakon odbića, premda je u većini takvih slučajeva, postupno tijekom laktacije, došlo do samoizliječenja upale. Međutim, Antunac i sur. (2002) su najveći prosječni BSS u mlijeku travničke pramenke utvrdili tijekom razdoblja sisanja, sa značajnim smanjenjem prema kraju laktacije.

Zaključak

Suprotno očekivanom, prosječna dnevna proizvodnja mlijeka paških ovaca, iako pretežno uzgajanih u polu-ekstenzivnim uvjetima držanja, bila je vrlo ujednačena između istraživanih godina.

Premda su istraživanjem utvrđene značajne sezonske varijacije dnevne proizvodnje i kakvoće mlijeka obiju istraživanih pasmina ovaca, rezultat ne upućuju na jasno razdvajanje utjecaja sezone od utjecaja stadija laktacije na mliječnost ovaca, i to prvenstveno kao posljedica sezonalnosti proizvodnje mlijeka uvjetovane sezonskom poliestričnošću ovaca.

Kao što je poznato, klimatski uvjeti koji predodređuju količinu i kvalitetu raspoložive krme na pašnjacima koja je najveći izvor hranjivih sastojaka obroka ovaca osobito u mediteranskom području, uz ograničenu dostupnost krme na pašnjacima te higijenske uvjete prilikom mužnje ograničavajući su čimbenici proizvodnje i kakvoće ovčjeg mlijeka na hrvatskom priobalju i otocima. Navedeno upućuje na važnost definiranja utjecaja okolišnih čimbenika na proizvodnju i kvalitetu ovčjeg mlijeka.

Literatura

- Antunac, N., Mioč, B., Pavić, V., Lukač Havranek, J., Samaržija, D. (2002) The effect of stage of lactation on milk quantity and number of somatic cells in sheep milk. *Milchwissenschaft*, 57, 310-311.
- Antunac, N., Samaržija, D., Mioč, B., Pecina, M., Bendelja Ljoljić, D., Barać, Z. (2011) Utjecaj paragenetskih čimbenika na proizvodnju i kemijski sastav mlijeka paških ovaca. *Mljekarstvo*, 61 (3), 226-233.
- Auld, M.J., Coats, S., Rogers, G.L., McDowell, G.H. (1995) Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35, 427-436.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022029900031769>

- Barać, Z., Bedrica, Lj., Čačić, M., Dražić, M., Dadić, M., Ernoić, M., Fury, M., Horvath, Š.; Ivanković, A., Janječić, Z., Jeremić, J., Kezić, N., Marković, D., Mioč, B., Ozimec, R., Petanjek, D., Poljak, F., Prpić, Z., Sindičić, M. (2011) Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske / Green book of indigenous breeds of Croatia. Državni zavod za zaštitu prirode; Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Hrvatska poljoprivredna agencija; Nacionalni park Krka; COAST, Zagreb.
- Barać, Z., Mioč, B., Špehar, M. (2012) Utjecaj uzgojnog područja, stadija laktacije i stada na neke odlike mliječnosti paške ovce. *Mljekarstvo*, 62 (1), 35-42.
- Bocquier, F. Caja, G. (1999) Effects of nutrition on ewes' milk quality. Proceedings of the 5th Great Lakes Dairy Sheep Symposium. November 4–6, Vermont USA.
- Castro, M., Núñez, E.F. (2016) Seasonal grazing of goats and sheep on Mediterranean mountain rangelands of northeast Portugal. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (5), article 91.
- Fraysse, J., Lagriffoul, G., Bocquier, F., Barillet, F. (1996) Brebis laitières: impact de la structure du troupeau et autres facteurs d'élevage sur la composition chimique du lait livré. *INRA Productions Animals*, 9, 201-210.
DOI: <https://prodinra.inra.fr/record/131207>
- Fuertes, J.A., Gonzalo, C., Carriedo, J.A., San Primitivo, F. (1998) Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 81 (5), 1300-1307.
DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75692-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75692-9)
- HRN EN ISO 9622 (2001) Punomasno mlijeko - određivanje udjela mliječne masti, bjelančevina i laktoze. Uputstva za rad MID-IR instrumentima. Modificirana metoda. Zagreb: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.
- HRN EN ISO 13366-2 (2007) Mlijeko - Brojanje somatskih stanica - 2. dio: Uputa za rad fluoro-opto-elektroničkim brojačima. Broj 13366-2. Zagreb: Hrvatski zavod za norme.
- HRN EN ISO 13366-2/isp.1 (2007) Mlijeko - Brojanje somatskih stanica - 2. dio: Uputa za rad fluor-opto-elektroničkim brojačima. Broj 13366-2/isp.1. Zagreb: Hrvatski zavod za norme.
- ICAR Recording Guidelines (2016) International agreement of recording practices. International Committee for Animal Recording.
- Kirk, J.H., Glenn, J.S., Maas, J.P. (1996) Mastitis in a flock of milking sheep. *Small Ruminant Research*, 22, 187-191.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00881-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00881-4)
- Makjanić, B., Volarić, B. (1981) Kratki pregled klime Istre. *Liburnijske teme*, knj. 4. Prirodna podloga Istre, Opatija, 41-103.

- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M. (2007) Physiological traits as affected by heat stress in sheep – a review. *Small Ruminant Research*, 71, 1–12.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Matutinović, S., Kalit, S., Salajpal, K., Vrdoljak, J. (2011) Effect of flock, year and season on the quality of milk from indogenous breed in sub-Mediterranean area. *Small Ruminant Research*, 100, 159-163.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.06.009>
- Ogrin, D. (2005) Klima. U: *Istarska enciklopedija* (ur. Bertoša, M., Matijašić, R.). Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 391-392.
- Peaker, M. (1977) *Comparative aspects of lactation*. Academic Press, London.
- Perea, S., de Labastida, E., Nájera, A.I., Chávarri, F., Virto, M., de Renobales, M., Barron, L.J.R. (2000) Seasonal changes in the fat composition of Lacha sheep's milk used for Idiazabal cheese manufacture. *European Food Research and Technology*, 210 (5), 31-323.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s002170050557>
- Ploumi, K., Belibasaki, S., Triantaphyllidis, G. (1998) Some factors affecting daily milk yield and composition in a flock of Chios ewes. *Small Ruminant Research*, 28, 89-92. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(97\)00077-1](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(97)00077-1)
- Prpić, Z. (2011) Povezanost pasmine s mliječnošću, morfologijom i zdravljem vimena ovaca. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb: Agronomski fakultet, 06.04.2011, 161 str.
- Pugliese, C., Acciaioli, A., Rapaccini, S., Parisi, G., Franci, O. (1999) Evolution of chemical composition, somatic cell count and renneting properties of the milk of Massese ewes. *Small Ruminant Research*, 35, 71-80.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00070-X)
- Pulina, G. (1990) Influence of feeding on ewes milk quality. *Informatore Agrario*, 37, 31-39.
- Ruegg, P.L., Pantoja J.C.F. (2013) Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 52, 101-117.
- SAS STAT (2013) *OnlineDoc® Software Release 9.4*. Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc.
- Sevi, A., Albenzio, M., Taibi, L., Dantone, D., Massa, S., Annicchiarico, G. (1999) Changes of SCC through lactation and their effects on nutritional, renneting and bacteriological characteristics of ewe's milk. *Advantages in Food Science*, 21, 122-127.
- Sevi, A., Taibi, L., Albenzio, M., Muscio, A., Annicchiarico, G. (2000) Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*, 37, 99-107.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00133-9)

Sevi, A., Caroprese, M. (2012) Impact of heat stress on milk production, immunity and udder health in sheep: A critical review. *Small Ruminant Research*, 107 (1), 1-7. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.07.012>