

Promjene i varijacije vrijednosti procjene tjelesne kondicije u muznih krava tijekom proizvodnog ciklusa



Changes and variations of body condition scoring values in dairy cows during production cycle

Đuričić*, D., P. Kočila, D. Gračner, Lj. Bedrica, I. Žura-Žaja, M. Samardžija

Sažetak

52

Procjenu metaboličkog i energetskeg statusa mliječnih krava u bilo kojem stadiju proizvodnog ciklusa možemo izvršiti na osnovu analize krvi i usporedbom brojnih biokemijskih pokazatelja. Osim toga za procjenu nam može poslužiti jednostavna, jeftina i praktična metoda tzv. procjena tjelesne kondicije (body condition scoring (BCS)), a predstavlja određivanje količine tjelesnih rezervi (masnog i mišićnog tkiva) koje plotkinja posjeduje u određenom stadiju proizvodnje. Na brojčanoj ljestvici, ocjenama od 1 do 5 s preciznošću ocjene od 0,25 boda ocjenjuje se tjelesna kondicija plotkinje. Izrazito mršave plotkinje ocjenjuju se ocjenom 1, a pretile ocjenom 5. BCS manji od 2,75, ali i viši od 3,75 (po skali od 1 do 5) prilikom teljenja povezani su sa zdravstvenim problemima poput zamašćene jetre, ketoze i smanjene proizvodnje mlijeka. Prijelazno ili tranzicijsko razdoblje tj. razdoblje od 2 do 4 tjedna prije i 2-4 tjedna nakon teljenja okarakterizirano je dubokim endokrinim i metaboličkim promjenama kako bi se zadovoljila proizvodnja mlijeka tijekom rane laktacije. Unos suhe tvari i energije niži je od zahtjeva krava što rezultira negativnom energetskom ravnotežom (engl. negative energy balance (NEB)). Energetski zahtjevi povećavaju se tijekom prijelaznog razdoblja što rezultira hipoglikemičkim statusom. Takva situacija zahtijeva kompenzatorni odgovor organizma koji se sastoji od pojačane lipolize masnog tkiva, glukoneogeneze i glikogenolize u jetri, mobilizacije zaliha bjelancevina u mišićnom tkivu te mobilizacije minerala u kostima. Genetskom selekcijom, u cilju povećanja proizvodnje mlijeka tijekom rane laktacije, dobivene su krave koje uspješno mobiliziraju više tjelesnih rezervi na štetu vlastitog zdravlja i plodnosti.

Ključne riječi: krave, procjena tjelesne kondicije, proizvodni ciklus

Dr. sc. Dražen ĐURIČIĆ, dr. med. vet., nasl. docent, Veterinarska stanica Đurđevac d.o.o., Đurđevac, Hrvatska, dr. sc. Predrag KOČILA, dr. med. vet., TSH Čakovec, Čakovec, Hrvatska, dr. sc. Damjan GRAČNER, dr. med. vet., redoviti profesor, dr. sc. Ljiljana BEDRICA, dr. med. vet. redovita profesorica, Klinika za unutarnje bolesti, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dr. sc. Ivona ŽURA-ŽAJA, dr. med. vet., docentica, Zavod za fiziologiju i radiobiologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dr. sc. Marko SAMARDŽIJA, dr. med. vet., redoviti profesor, Klinika za porodništvo i reprodukciju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. *Dopisni autor: djuricic@vet.hr

Abstract

We can evaluate the metabolic and energy status of dairy cows at any stage of the production cycle on the basis of blood analysis, and by comparing numerous biochemical indicators. In addition, we can use the simple, inexpensive and practical method of body condition scoring (BCS), which is a determination of the amount of body reserves (fat and muscle tissue) that the cow possesses at a certain stage of production. On the numerical scale, scores from 1 to 5, with score precision to 0.25 points, evaluate the physical fitness of breeder cows. Extremely skinny cows are rated 1, and obese ones with a grade of 5. A BCS less than 2.75, but also higher than 3.75 (on a scale of 1 to 5) around calving are associated with health problems such as fatty liver, ketosis and reduced milk production. The transition or transitional period is the period 2 to 4 weeks before and 2-4 weeks after calving, which is characterized by deep endocrine and metabolic changes that follow increased milk production during early lactation. The dry matter intake and energy status is lower and this results in negative energy balance (NEB). Energy requirements increase during the transition period, resulting in hypoglycaemic status. This situation requires a compensatory response by the organism, consisting of increased adipose tissue lipolysis, gluconeogenesis and glycogenolysis in the liver, mobilization of protein stocks in muscle tissue and mobilization of minerals in the bones. Genetic selection, with the aim of increasing milk production during early lactation, has resulted in cows successfully mobilizing more body reserves at the expense of their own health and fertility.

Key words: cows, body condition scoring, production cycle

Uvod

Zamišljeni idealni proizvodni ciklus mliječne krave trajao bi godinu dana. Nulti dan tog ciklusa jest teljenje, nastavlja se kroz postporođajno razdoblje, a završava koncepcijom. Taj je prvi stadij najkritičniji u smislu postavljanja uvjeta za preostale stadije.

Drugi stadij počinje otprilike 18 dana nakon koncepcije, u kojem se nastavlja laktacija, ali je i dalje povećana potreba plotkinje za energijom. Treći stadij počinje oko 200. dana proizvodnog ciklusa, a obilježava ga pad potrebe za bjelančevinama i energijom. To je najbolji stadij za povećanje tjelesne kondicije krava. Posljednji je stadij razdoblje prije teljenja (slika 1).

Upravo razdoblje 2 – 4 tjedna prije i poslije porođaja, tj. tranzicijsko razdoblje jest središnji cilj istraživanja u hranidbi i fiziologiji visokoproizvodnih krava (Bell, 1995.; Grummer, 1995.; Drackley, 1999.; Overton, 2003.; Overton, 2004.). Metabolički poremećaji tijekom razdoblja oko porođaja međusobno su povezani (Curtis i sur., 1985.), a oko 50 % krava ima jedan ili više zdravstvenih poremećaja tijekom tog razdoblja (Ferguson, 2001.). Genska selekcija za proizvodnju mlijeka posljednjih je desetljeća povezana sa smanjenom rasplodnom učinkovitošću (Lucy, 2001.). Kakvoća prehrane domaćih životinja, posebno mliječnih krava, ima važan utjecaj na proizvodnju i reprodukciju. Svaki metabolički poremećaj u visokoproizvodnih mliječnih krava uzrokovan nepravilnom prehranom očituje se slabijom plodnošću ili neplodnošću (Diskin i sur., 2003.; Braw-Tal i sur., 2004.) zbog poremećaja u funkciji jajnika, spolnog ciklusa

ili zbog cista na jajnicima (Kesler i sur., 1979.). Napredak u genskoj selekciji mliječnih krava za povećanje mliječnosti ostvaren je djelomično zbog razlika u somatotropnoj osovini, pogotovo zbog hormona rasta (engl. *growth hormone*, GH) i čimbenika rasta sličnog inzulinu (engl. *insulin like-growth factor*, IGF) (Bauman i Currie, 1980.; Etherton i Bauman, 1998.). Nedostatna prehrana ima izravan učinak ne samo na rast folikula i njihov maksimalni promjer nego i na njihovu sposobnost ovulacije. Učinak prehrane na funkciju jajnika očituje se djelovanjem na hipotalamus koji regulira sintezu i oslobađanje hormona koji oslobađa gonadotropin (GnRH), hipofizu koja regulira sintezu i oslobađanje folikulostimulacijskog hormona (FSH), luteinizacijskog hormona (LH) i hormona rasta te na jajnike koji reguliraju rast folikula i sintezu steroidnih hormona (Diskin i sur., 2003.). Hranidbene potrebe tijekom kasne gravidnosti djelomično su povezane sa smanjivanjem razine inzulina u cirkulaciji (Bonczek i sur., 1988.; Taylor i sur., 2003.) i povećanom rezistencijom na inzulin (Bell, 1995.). Daljne potrebe za glukozom nakon teljenja često dovode do smanjenja razine inzulina tijekom rane laktacije (Bonczek i sur., 1988.; Taylor i sur., 2003.). Smatra se da je IGF-I glavni medijator GH-a na proizvodnju mlijeka (Etherton i Bauman, 1998.). Većina IGF-I u cirkulaciju se oslobađa iz jetre na poticaj GH-a koji se veže na receptore za GH u jetri, a IGF-I negativnom povratnom spregom na hipofizu regulira oslobađanje GH-a (Lucy i sur., 2001.). No tijekom negativne energetske ravnoteže (engl. *negative energy balance*, NEB) ili statusa osovina GH-IGF



Slika 1. Shematski prikaz zamišljenog proizvodnog ciklusa mliječnih krava

je razdvojen zbog smanjene regulacije oslobađanja GH-a u jetri uzrokovane manjkom GH receptora. To je povezano sa smanjenjem razine IGF-I i povećanjem razine GH-a u krvi. Ta sprega s niskom razinom inzulina osigurava endokrine uvjete koji potiču izravno djelovanje GH-a na lipolizu i glukoneogenezu tijekom rane laktacije. Istodobno je neizravno djelovanje GH-a na rast uz podršku IGF-I u perifernim tkivima smanjeno. Ovo razdvajanje znači da je odnos između koncentracija IGF-I i proizvodnje mlijeka najprije negativan tijekom rane laktacije, a poslije u laktaciji, povećanjem receptora za GH u jetri obnavlja se pozitivan odnos između GH-a i proizvodnje mlijeka (Lucy i sur., 2001.). Grimand i suradnici (1995.) zapazili su da je restriktivna hranidba negativno utjecala na razvoj folikula. Preživaci koji se koriste za proizvodnju mlijeka ne mogu održavati pozitivan energetske status za vrijeme rane laktacije te moraju mobilizirati tjelesne rezerve energije za bazalni metabolizam i laktaciju (Villa-Godoy i sur., 1990.). Što su dulje u NEB-u, to kasnije počinje lutealna aktivnost (Vries i Veerkamp, 2000.). Hranidba mliječnih krava bogata bjelančevinama i energijom tijekom kasnijeg suhostaja daje bolje rezultate nego pojačana hranidba u početku suhostaja (Contreras i sur., 2004.).

Energetski status jest razlika između unesene neto energije i neto energije koja je nužna za sekreciju mlijeka (Lucy i sur., 1991.). Krave mliječnih pasmina dolaze u stanje NEB-a u ranoj laktaciji, tj.

puerperiju, jer je energija koja se troši za proizvodnju mlijeka veća od energije dobivene probavom krmiva (Coppock, 1985.). Takva situacija zahtijeva kompenzacijski odgovor organizma koji se sastoji od pojačane lipolize masnog tkiva, glukoneogeneze i glikogenolize u jetri, mobilizacije zaliha bjelančevina u mišićnom tkivu te mobilizacije minerala u kostima (Lucy i sur., 1991.).

U vrijeme kad NEB dosegne najnižu razinu pojavljuje se prva ovulacija (Butler, 2000.). Stupanj (Kruip i sur., 2001.) i trajanje (Beam i Butler, 1998.) NEB-a znatno utječu na trajanje razdoblja od teljenja do prve ovulacije. Poboľšanjem energetskeg statusa unosom suhe tvari, osiguranjem optimalne i uravnotežene prehrane u prijelaznom razdoblju i rane laktacije skraćuje se razdoblje do prve ovulacije (Lucy i sur., 1992.). Ipak, moguće je da energetske status krava u puerperiju više ovisi o unosu kalorija nego o proizvodnji mlijeka (Opsomer i sur., 1999.). Da bi se zadovoljile visoke energetske potrebe za proizvodnju mlijeka, unos suhe tvari poslije porođaja treba povećati 4 – 6 puta. Nažalost u puerperiju nije moguće povećati unos suhe tvari tako brzo kao što rastu energetske potrebe zbog laktacije. Prehrana mliječnih krava u prijelaznom razdoblju, tri tjedna prije i poslije porođaja, važna je za sposobnost rasplodivanja (Roche i sur., 2000.). Negativan energetske status u puerperiju krava ima važan utjecaj na cikličnu aktivnost jajnika, u prvom redu na folikulogenezu i ovula-

ciju zbog inhibicije pulzativnog izlučivanja GnRH i LH (Zulu i sur., 2002.). Drugim riječima, o NEB-u ovisi kad će se u krava vratiti pravilna ciklična aktivnost poslije porođaja (Wathes i sur., 2007.). Posljedica NEB-a u puerperiju, odnosno laktaciji, očituje se produljenom anestrijom u 30 do 36 % krava (Rhodes i sur., 1998.; Rukkwamsuk i sur., 1999.; Jorritsma i sur., 2000.).

Smatra se da je visoka proizvodnja mlijeka u ranom puerperiju moguća uglavnom zahvaljujući sposobnosti krava da mobiliziraju masti iz masnih deponija i mišićja, ali dovodi do gubitka tjelesne kondicije (Pryce i Veerkamp, 2001.). U kasnoj gravidnosti i ranoj laktaciji potrebe za hranjivim tvarima nužnima za rast ploda i proizvodnju mlijeka znatno se povećavaju, pa krava nije sposobna unosom hrane zadovoljiti visoke energetske zahtjeve. Kao posljedica većina krava dospijeva u stanje NEB-a tijekom puerperija, a nakon toga su im potrebni tjedni kako bi se oporavile (Taylor i sur., 2003.). Duljina trajanja i jačina NEB-a variraju s obzirom na genetiku životinje, tjelesnu kondiciju prije teljenja, proizvodnju mlijeka i hranidbu (Grummer, 1995.). NEB počinje prije teljenja te dostiže vrhunac u prvom mjesecu laktacije (Prandi i sur., 1999.).

Krave koje u ranom puerperiju imaju nižu razinu IGF-I najvjerojatnije će imati poremećaje u povratku ciklične aktivnosti jajnika i lošiju koncepciju (Pushpakumara i sur., 2003.). IGF-I stimulira proliferaciju i diferencijaciju granulosa-stanica (Spicer i sur., 1995.) ovisno o stadiju razvoja folikula (Mazerbourg i sur., 2003.), stimulira steroidogenezu u teka-stanicama (Adashi i sur., 1992.; Giudice, 1992.) te ima ključnu ulogu u povećanju osjetljivosti malih antralnih folikula na djelovanje gonadotropina (Mazerbourg i sur., 2003.). Kad su razine IGF-I i inzulina niske, folikuli ne sintetiziraju dostatne količine estradiola ili ne narastu dovoljno pa izostane ovulacija (Beam i Butler, 1999.). Prehrana je glavni regulator sinteze IGF-I u jetri, koji ima važnu ulogu kao metabolički signal u regulaciji prve ovulacije nakon porođaja (Braw-Tal i sur., 2004.). Promjene koncentracije IGF-I-a u plazmi u ranom puerperiju mogu pomoći u predviđanju hranidbenog i reproduktivnog statusa mliječnih krava (Zulu i sur., 2002.), a pozitivno su povezane s tjelesnom kondicijom i načinom hranidbe (Houseknecht i sur., 1988.; Yelich i sur., 1996.).

Određivanje energetskeg statusa krava procjenom tjelesne kondicije

Procjenu metaboličkog i energetskeg statusa mliječnih krava u bilo kojem stadiju proizvodnog ciklusa možemo učiniti na osnovi analize krvi i uspo-

redbom brojnih biokemijskih pokazatelja. Ustanovljena je povezanost metaboličkih promjena s hormonskim statusom, posebice razine bjelančevina u plazmi, promjene u razini uree, a za funkciju jetre određuju se enzimi AST i ALT (Uchida i sur., 1992.; Tennant, 1997.; Yamamoto i sur., 2001.; Tomašković i sur., 2006.). Za vrijeme puerperija u preživača je razina ketonskih tijela i slobodnih masnih kiselina na gornjoj fiziološkoj granici ili nerijetko iznad nje (Kaczmarowski i sur., 2006.) što upućuje na manjak energije, pojačanu lipolizu, supkliničku ketozu i masnu degeneraciju jetre (Grummer, 1993.; Bremmer i sur., 2000.; Bobe i sur., 2004.). Kravama se u negativnom energetskeg statusu oslobađaju nezasićene masne kiseline iz masnog tkiva. Mast se pojavljuje u obliku nezasićenih masnih kiselina (engl. *non-esterified fatty acids*, NEFA). Njihovom razgradnjom u jetri nastaju ketonska tijela. Stoga su određivanje razine nezasićenih masnih kiselina (NEFA), ketonskih tijela i glukoze u plazmi prikladni za određivanje energetskeg statusa plotkinja i predviđanje poremećaja metabolizma u puerperiju, ali i pri kraju gravidnosti.

No za određivanje energetskeg statusa i praćenje tijekom proizvodnog ciklusa mliječnih krava može nam poslužiti jednostavna, jeftina i praktična metoda procjene tjelesne kondicije (*body condition scoring*, BCS) (Edmonson i sur., 1989.; Waltner i sur., 1993.; Ferguson i sur., 1994.). Procjena energetskeg statusa krava ocjenom tjelesne kondicije (*body condition scoring*, BCS) jest određivanje količine tjelesnih rezervi (masnog i mišićnog tkiva) koje plotkinja posjeduje u određenom stadiju proizvodnje (Wildman i sur., 1982). Na brojačanoj ljestvici, ocjenama od 1 do 5, s preciznošću ocjene od 0,25 boda, ocjenjuje se tjelesna kondicija plotkinje. Izrazito mršave plotkinje ocjenjuju se ocjenom 1, a pretile ocjenom 5 (tablica 1).

Najprije se inspekcijom procjenjuje vanjšina plotkinje, a zatim se palpacijom određuje konačna ocjena tjelesne kondicije. Inspekciju točaka koje ocjenjujemo na tijelu plotkinje obavljamo s njezine desne i stražnje strane. Prilikom ocjenjivanja kondicije ne treba obraćati pozornost na veličinu i pasminu plotkinje, stadij laktacije, razinu proizvodnje mlijeka te njezino zdravstveno stanje. Plotkinja treba stajati na čvrstoj i ravnoj podlozi te mora imati pravilan ispruženi stav (nesputani). Poželjno je da u staji ima dovoljno svjetla kako bismo lakše uočili točke (pokazatelje) koje na njoj ocjenjujemo: okolina korijena repa (repne jame), sjedne kvrge (*tuber ischii*), bočne kvrge (*tuber coxae*), slabinske kralješke i rebra. Prvo se procjenjuju masne nakupine repnih jama te zamašćenost i mišićni sloj sjednih kvrga. Nakon toga ocjenjuje se

Tablica 1. Pokazatelji tjelesne kondicije plotkinje (Pejaković, 2001.)

OCJENA	Repne jame	Sjedne I bočne kvrge	Pobočni nastavci slabinskih kralježaka	Okomiti nastavci slabinskih kralježaka i rebra
1	duboke	oštro istaknute	oštri, jasno vidljivi	oštro istaknuti
2	plitke	iitaknute	vidljivi	dobro opipljivi
3	umjereno ispunjene	umjereno zaobljene	opipljivi	mogu se napipati
4	ispunjene	dobro opipljive	teško opipljivi	zaobljeni
5	potpuno ispunjene	teško opipljive	prekriveni masnim tkivom	nevidljivi, prekriveni masnim tkivom
2	plitke	iitaknute	vidljivi	dobro opipljivi
3	umjereno ispunjene	umjereno zaobljene	opipljivi	mogu se napipati
4	ispunjene	dobro opipljive	teško opipljivi	zaobljeni
5	potpuno ispunjene	teško opipljive	prekriveni masnim tkivom	nevidljivi, prekriveni masnim tkivom

količina masnog i mišićnog tkiva na bočnim kvrgama i pobočnim nastavcima (*processus transversus*) slabinskih kralježaka. Ako se ova ocjena podudara s prvom ocjenom, onda je to i konačna ocjena. Ako je druga ocjena manja ili veća, konačna je ocjena prva ocjena umanjena ili uvećana za 0,25 – 0,5 boda. Palpaciju točaka koje se ocjenjuju na tijelu plotkinje (nakupine masnog tkiva) trebalo bi uvijek obavljati istom rukom.

Tjelesno stanje spolno zrelih mliječnih krava odražava se kroz tjelesne rezerve koje životinja može dobiti ili izgubiti radi održanja proizvodnje mlijeka, plodnosti i zdravlja (Fox i sur., 1999.; Dechow i sur., 2002.). BCS je subjektivna metoda ocjene količine metabolizirane energije pohranjene u masnom i mišićnom tkivu (tjelesne rezerve) u živih životinja (Ferguson i sur., 1994.; Mishra i sur., 2106.). Posljednjih desetljeća BCS služi kao metoda u menadžmentu koja pokazuje energetske status krava (Lowman i sur., 1976.; Waltner i sur., 1993.; Alvarez i sur., 2018.), a nedavno su provedena istraživanja o genetskoj analizi BCS-a. Usporedbom s različitim pokazateljima energetske statusa BCS se znatno mijenja tijekom laktacije. Promjene u genetskim učincima za BCS tijekom laktacije opisali su u prethodnim istraživanjima Dechow i suradnici (2002.) te Koenen i suradnici (2001.).

Tijekom puerperija optimalna bi ocjena trebala biti 3, a u kasnoj laktaciji, tijekom suhostaja i za vrijeme porođaja 3,25 – 3,5. Optimalna tjelesna kondicija

plotkinje mijenja se tijekom proizvodnog ciklusa, a najviše ovisi o količini proizvodnje mlijeka i prehrani. BCS je jednostavna, jeftina i praktična metoda koja daje dodatne korisne informacije za poboljšanje menadžmenta stada tijekom proizvodnog ciklusa mliječnih krava (Edmonson i sur., 1989.; Waltner i sur., 1993.; Ferguson i sur., 1994.). Negativni energetske status u plotkinja očituje se klinički vidljivom promjenom stupnja kondicije (pokrivenost masnim tkivom, izraženost koštanih izbočina i muskulature).

Dugi niz godina glavna selekcija mliječnih krava zasnivala se samo na povećanoj proizvodnji mlijeka koja nije bila popraćena selekcijom povećanog kapaciteta uzimanja hrane (Van Arendonk i sur., 1991.). Posljedica je produbljenje i produljeno trajanje NEB-a što povećava troškova proizvodnje i narušava dobrobit životinja te dovodi do slabijih reproduktivnih pokazatelja (Domecq i sur., 1997.; Heuer i sur., 1999.; Collard i sur., 2000.).

Procjena tjelesne kondicije prilikom teljenja

BCS manji od 2,75, ali i veći od 3,75 (po skali od 1 do 5) prilikom teljenja povezan je sa zdravstvenim problemima poput zamašćene jetre, ketoze i smanjene proizvodnje mlijeka. Krave s BCS-om većim ili jednakim 3,75 prilikom teljenja imaju veći rizik od nastanka ketoze i kasnije manju vjerojatnost da će koncipirati prilikom prvog osjemenjivanja nakon porođaja (Gillund i sur., 2001.). Krave koje su prilikom

zasušena imale BCS manji ili jednak 2,75 i koje nisu popravile tjelesnu kondiciju poslije tijekom suhostaja proizvodit će manje mlijeka u sljedećoj laktaciji nego krave koje su tijekom suhostaja popravile BSC za 0,25 boda (Domecq i sur., 1997.). To može biti povezano s genetskim napretkom u proizvodnji mlijeka, jer visokoproizvodne krave imaju umjereno negativnu genetsku povezanost s BSC-om prilikom teljenja (Dechow i sur., 2001.). Napori da se poboljša energetska status i tjelesna kondicija tijekom suhostaja u krava koje su zasušene s oskudnim tjelesnim rezervama pomoći će poboljšanju njihovih laktacijskih pokazatelja (Domecq i sur., 1997.). Jedna od metoda poboljšanja energetske statusa krava jest hranidba koncentratima visoke energetske vrijednosti (Van Dehaar i sur., 1999.) i/ili dodacima koji poboljšavaju hranidbenu učinkovitost i dnevni prirast (Goodrich i sur., 1984.).

Procjena tjelesne kondicije za vrijeme laktacije

Mnogi su autori uočili povezanost srednje vrijednosti BCS-a tijekom laktacije s proizvodnim svojstvima (Veerkamp i Brotherstone, 1997.; Dechow i sur., 2001.; Berry i sur., 2003.). Krave s najvećom proizvodnjom mlijeka nisu pokazale značajno povećanje tjelesnog stanja tijekom laktacije, a krave koje su značajno povećale tjelesnu masu tijekom laktacije bile su manje učinkovite u proizvodnji mlijeka i imale su veću tjelesnu masu na kraju laktacije (Wildman i sur., 1982.). Krave koje su genetski superiorni proizvođači mlijeka imaju tendenciju da imaju genetski, niži BCS u kasnoj laktaciji (Veerkamp i Brotherstone, 1997.; Dechow i sur., 2001.; Berry i sur., 2003.).

Očekuje se smanjen BCS kod životinja selekcioniranih za visoke prinose (Pryce i sur., 2000.). Stoga su smjernice za hranjenje vrlo važne za održavanje optimalnog BCS-a. Glavni aspekti upravljanja hranjenjem koji se mogu prilagoditi kontroliranju tjelesnog stanja uključuju maksimalan unos hrane, prilagođivanje energetske vrijednosti, prilagođivanje količine bjelančevina, pružanje adekvatnih vlakana za sprečavanje problema nastalih zbog izvanrednog unosa hrane ili čestih promjena u hranidbenom režimu te provjeru razine makrominerala (Ca, P, Mg i K) i dostupnost vode (Mishra i sur., 2016.).

Tjelesna kondicija za vrijeme rane laktacije

U ranoj laktaciji maksimalni unos suhe tvari (engl. *dry matter intake*, DMI) zaostaje za maksimalnim prinosom mlijeka (Coppock, 1985.) pa se krave tad koriste zalihama tkiva (Moe i sur., 1972.). Korištenje tjelesnih tkiva, energetska gledano, čini oko 30 % proizvodnje mlijeka tijekom prvog mjeseca laktacije (Bauman i Currie, 1980.; Bines i Hart, 1982.). To znači da će, ovisno o prinosu mlijeka, krava dobiti u negativnoj energetska ravnoteži nakon teljenja, ali njezino trajanje i veličina variraju (BUTLER i sur., 1981.). NEB u prosjeku traje oko osam tjedana (DOMECQ i sur., 1997.; Boisclair i sur., 1986.; Staples i sur., 1990.; Mishra i sur., 2016.) i varira od 5 do 14 tjedana.

Primijećeno je da promjene BCS-a tijekom prvog mjeseca laktacije imaju jači utjecaj na prinose mlijeka od onih pri porođaju, pa je gubitak tjelesnog stanja povezan s povećanim udjelom mlijeka (Mishra i sur., 2016.). Što prije krava dostigne visoku razinu



Slika 2. Različiti primjeri BCS-a (foto: doc. dr. sc. Dražen Đuričić; farma OG Pleško, Čepelovac)

unosa hrane, prije će izaći iz NEB-a. Posljedično će se poboljšati rasplodna učinkovitost i povećati proizvodnja mlijeka. Prehrana uvijek treba biti pravilno izbalansirana kako bi zadovoljila potrebe za energijom i bjelančevinama za visoku razinu proizvodnje mlijeka. Općenito, kad visokoenergetska hrana potpuno ispunjava zahtjeve krava, pretile i mršave krave proizvodit će više mlijeka u odnosu na ograničenje energije.

Plodnost pri prvom UO-u niža je u krava s BCS-om $\leq 2,5$ nego u krava s BCS-om $> 2,5$ (Burke i sur., 1998.; Moreira i sur., 2000.). U ranoj laktaciji unos suhe tvari ne prati porast mliječnosti nakon porođaja (Butler, 2000.; Ingvarstsen i Andersen, 2000.), rezultirajući NEB-om i padom vrijednosti BCS-a zbog trošenja rezervi masti (Domecq i sur., 1997.). Dokazano je da jako izražen NEB produljuje razdoblje anestrusa od teljenja do prve ovulacije (Rhodes i sur., 1998.; Risco i sur., 1999.) jer potiskuje izlučivanje LH-a (Butler, 2000.). Ovi rezultati upućuju na značajnu povezanost između hranidbenog, metaboličkog i reproduktivnog statusa mliječnih krava (Yamada i sur., 2003.). Gubitak tjelesne mase tijekom prvog mjeseca laktacije produljuje razdoblje od teljenja do prvog estrusa i servis-perioda (Mishra i sur., 2016). Iako, Ruegg i Milton (1995.) nisu utvrdili značajnu razliku u danima do prvoga estrusa ili do koncepcije u krava grupiranih po BCS-u prilikom teljenja ili u broju teladi (Garnsworthy i Topps, 1982.). Ferguson (1996.) navodi da bi krava u ranoj laktaciji trebala izgubiti BCS manji od jedan bod tako da iznosi više od 2,5. No ako krave ostaju u dobroj kondiciji (3 – 3,5), a ne proizvode dovoljno, tada treba provjeriti unos proteina, makrominerala ili vode.

Tjelesna kondicija u vrijeme srednje laktacije

Do poboljšanja tjelesne kondicije dolazi kad su krave u pozitivnom energetske statusu (Ferguson, 1996.). Preporučuje se da krave u prvih 100 – 120 dana laktacije imaju BCS između 2,5 i 3,5, a poboljšanje tjelesne kondicije trebalo bi se pojaviti od 7. do 12. tjedna (0,2 boda BCS-a tijekom 6 tjedana ili prema Ruegg i Miltonu (1995.) 0,13 boda BCS-a /6 tj.). Cilj u ovom razdoblju jest ispunjavanje ili neznatno premašivanje energetske potrebe kako bi se tjelesne rezerve mogle povećati. Ako krave postanu prekomjerno kondicionirane tijekom srednje laktacije (3,5 – 4,0), unos energije treba smanjiti i treba provjeriti razinu sirovih bjelančevina ili ako mršave (raspon od 2 do 2,5), obrok je vjerojatno količinski i kakvoćom nedostatan.

Tjelesna kondicija u kasnoj laktaciji

Između 200. dana laktacije i datuma zasušenja vrijednost BCS-a trebala bi izostiti između 2,75 i 3,50 jer krave treba zasušiti s BCS-om od 3,25 do 3,50. Kod mliječnih krava najveći porast tjelesne mase i poboljšanje BCS-a mora se dogoditi tijekom kasne laktacije (Neary i Yager, 2002.). U tom su razdoblju hranidbeni ciljevi potpuno nadopuniti tjelesne rezerve masti, a istodobno spriječiti prekomjerno kondicioniranje. Treba smanjiti energetske vrijednosti prehrane ako mnoge krave dosegnu BCS do 4 ili povećati ako je vrijednost ispod 3.

Promjene tjelesne kondicije u suhostaju

Najvažnije prilagodbene promjene zbivaju se pred porođaj. Kasno razdoblje suhostaja podudara se s posljednjom fazom fetalnog rasta, kad su hranidbene potrebe gravidne maternice povećane. Životinje ne smiju smanjiti tjelesnu kondiciju tijekom razdoblja suhostaja jer to negativno utječe na zdravlje, teljenje i postotak masti u idućoj laktaciji. Takav trend smanjenja BCS-a povezan je s povećanim rizikom od distocije i izlučivanja iz daljnje proizvodnje (Morrow i sur., 1979.). Općenito, optimalan BCS pri teljenju pozitivno utječe na postotak mliječne masti, osobito u ranoj laktaciji i smanjuje trajanje razdoblja anestrije nakon porođaja (Domecq i sur., 1997.).

Uspješno iskorištavanje tjelesnih rezervi općenito je čimbenik menadžmenta koji utječe na zdravlje, proizvodnju mlijeka i reprodukciju mliječnih krava (Stockdale, 2001.; Buckley i sur., 2003.). Genetskom selekcijom, s ciljem povećanja proizvodnje mlijeka tijekom rane laktacije, dobivene su krave koje uspješno mobiliziraju više tjelesnih rezervi na štetu vlastitog zdravlja i plodnosti (Collard i sur., 2000.; Buckley i sur., 2003.). Stoga su oblik krivulje proizvodnje mlijeka i model promjene tjelesne mase i BCS-a tijekom laktacije pokazatelji u kojem je sustavu uzgoja prikladno držati određene krave (Roche i sur., 2006.).

Literatura

- ADASHI, E. Y., C. E. RESNICK, A. HURWITZ, E. RICCIARELLI, E. R. HERNANDEZ, C. T. ROBERTS, D. LEIROITH, R. ROSENFELD (1992): The intraovarian IGF system. *Growth Regul.* 2, 10-15.
- ALVAREZ, J. R., M. ARROQUI, P. MANGUDO, J. TOLOZA, D. JATIP, J. M. RODRIGUEZ, A. FEYSEYRE, C. SANZ, A. ZUNINO, C. MACHADO, C. MATEOS (2018.): Body condition estimation on cows from depth images using Convolutional Neural Networks. *Comp. Electron. Agric.* 155, 12-22.

- BAUMAN, D. E., W. B. CURRIE (1980): Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63, 1514-1529.
- BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1997): Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation post partum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol. Reprod.* 56, 133-142.
- BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1998): Energy balance, metabolic hormones and early post partum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J. Dairy Sci.* 81, 121-131.
- BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1999): Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in post partum dairy cows. *J. Reprod. Fertil. (Suppl)* 54, 411-424.
- BELL, A. W. (1995): Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73, 2804-2819.
- BERRY, D. P., F. BUCKLEY, P. DILLON, R. D. EVANS, M. RATH, R. F. VEERKAMP (2003): Genetic relationship among body condition score, body weight, milk yield, and fertility in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2193-2204.
- BINES, J. A., I. C. HART (1982): Metabolic limits to milk production, especially roles of growth hormone and insulin. *J. Dairy Sci.* 65, 1375-1389.
- BONCZEK, R. R., C. W. YOUNG, J. E. WHEATON, K. P. MILLER (1988): Responses of somatotropin, insulin, prolactin and thyroksine to selection for milk yield in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 71, 2470-2479.
- BOBE G., J. W. YOUNG, D. C. BEITZ (2004): Invited review: Pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3105-3124.
- BOISCLAIR, Y., D. G. GRIEVE, O. B. ALLEN, R. A. CURTIS (1986.): Effect of prepartum energy, body condition, and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 69, 2636-2647.
- BRAW-TAL, R., M. KAIM, S. PEN, Y. LAVON (2004): First post partum ovulation in high-yielding dairy cows: association with body condition, milk production and plasma IGF-I level. *Reprod. Dom. Anim.* 39, 278-279.
- BREMMER, D. R., S. L. TROWER, S. J. BERTIS, S. A. BESONG, U. BARNABUCCI, R. R. GRUMMER (2000): Etiology of fatty liver in dairy cattle: effects of nutritional and hormonal status on hepatic microsomal triglyceride transfer protein. *J. Dairy Sci.* 83, 2239-2251.
- BUCKLEY, F., K. O' SULLIVAN, J. F. MEE, R. D. EVANS, P. DILLON (2003): Relationships among milk yield, body condition, cow weight and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.* 86, 2308-2319.
- BURKE, J. M., J. H. HAMPTON, C. R. STAPLES, W. W. THATCHER (1998): Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle. *Theriogenology* 49, 751-760.
- BUTLER, W. R., R. W. EVERETT, C. E. COPPOC (1981): The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein Cows. *J. Ani. Sci.* 53, 742-748.
- BUTLER, W. R. (2000): Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60, 449-457.
- COLLARD, B. L., P. J. BOETTCHER, J. C. M. DEKKERS, D. PETITCLERE, L. R. SCHAEFFER (2000): Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *J. Dairy Sci.* 83, 2683-2690.
- CONTRERAS, L. L., C. M. RYAN, T. R. OVERTON (2004): Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 517-523.
- COPPOCK, C. E. (1985): Energy nutrition and metabolism of the lactating cow. *J. Dairy Sci.* 68, 3403.
- CURTIS, C. R., H. N. ERB, C. J. SNIFFEN, R. D. SMITH, D. S. KRONFELD (1985): Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 82, 1765-1778.
- DECHOW, C. D., G. W. ROGERS, J. S. CLAY (2001): Heritability and correlations among body condition scores, production traits and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84, 266-275.
- DECHOW, C. D., G. W. ROGERS, J. S. CLAY (2002): Heritability and correlations among body condition score less, body condition score, production and reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, 85, 3062-3070.
- DISKIN, M. G., D. R. MACKEY, J. F. ROCHE, J. M. SREENAN (2003): Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 345-370.
- DOMEQ, J. J., A. L. SKIDMORE, J. W. LLOYD, J. B. KANEENE (1997): Relationship between body con-

- dition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80, 101-112.
- DRACKLEY, J. K. (1999): Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82, 2259-2273.
 - EDMONSON, A. J., I. J., LEAN, L. D. WEAVER, T. FARVER, G. WEBSTER (1989): Body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
 - ETHELTON, T. D., D. E. BAUMAN (1998): Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiol. Rev.* 78, 745-761.
 - FERGUSON, J. M., D. T. GALLIGAN, N. THOMSEN (1994): Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77, 2695-2703.
 - FERGUSON, J. D. (1996): Implementation of a body condition scoring programme in dairy herd. *Proceeding of the Penn Conference. University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine.*
 - FERGUSON, J. D. (2001): Nutrition and reproduction in dairy herds. *Proceedings. 2001 Intermountain Nutr. Conf. Salt Lake City, UT. Utah State Unive. Logan, pp. 65-82.*
 - FOX, D. G., M. E. VAN AMBURGH, T. P. TYLUTKI (1999): Predicting requirements for growth, maturity and body reserves in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 82, 1968-1977.
 - GARNSWORTHY, P. C., J. H. TOPPS (1982): The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Ani. Prod.* 35, 113-119.
 - GILLUND, P., O. REKSEN, Y. T. GRÖHN, K. KARLBERG (2001): Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 1390-1396.
 - GIUDICE, L. C. (1992): Insulin-like growth factors and ovarian follicular development. *Endocr. Rev.* 13, 641-669.
 - GOODRICH, R. D., J. E. GARRETT, D. R. GAST, M. A. KIRICK, D. A. LARSON, J. C. MEISKE (1984): Influence of monoestrogen on performance of cattle. *J. Anim. Sci.* 1484-1498.
 - GRIMAND, B., P. HUMBALD, A. A. PONTER, J. P. MILLOT, D. SAUVANT, M. THIBIER (1995): Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fert.* 104, 173-179.
 - GRUMMER, R. R. (1995): Impact in changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition cow. *J. Anim. Sci.* 73, 2820-2833.
 - HEUER, C., Y. H. SCHUKKEN, P. DOBBELAAR (1999): Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82, 295-304.
 - HOUSEKNECKT, K. L., D. L. BOGGS, D. R. CAMPION, J. L. SARTIN, T. E. KISER, J. B. RAMPACEK, H. E. AMOS (1988): Effect of dietary energy source and level of serum growth hormone, insulin-like growth factor-I, growth and body composition in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 66, 2916-2923.
 - JORRITSMA, R., H. JORRITSMA, Y. H. SCHUKKEN, G. H. WENTTINK (2000): Relationships between fatty liver and fertility and some periparturient diseases in commercial Dutch dairy herds. *Theriogenology* 54, 1065-1074.
 - KACZMAROWSKI, M., E. MALINOWSKI, H. MARKIEWICZ (2006): Some hormonal and biochemical blood indices in cows with retained placenta and puerperal metritis. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 50, 89-92.
 - KESLER, D. J., A. GARVERICK, C. J. BIERCHWAL, R. G. ELMORE, R. G. YOUNGQUIST (1979): Reproductive hormones Associated with Normal and Abnormal Changes in Ovarian Follicles in postpartum Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 62, 1290-1296.
 - KOENEN, E. P. C., R. F. VEERKAMP, P. DOBBELAAR, G. DE JONG (2001): Genetic analysis of body condition score of lactating Dutch Holstein and Red and White heifers. *J. Dairy Sci.* 84, 1265-1270.
 - KRUIP, T. A. M., T. WENSING, P. L. A. M., VOS (2001): Characteristics of abnormal puerperium in dairy cattle and the rationale for common treatments. *Fertility in the high-producing dairy cow, British Society of Animal Science; Occasional Publication No. 26, Vol. 1, 63-79.*
 - LOWMAN, B. G., N. SCOTT, S. SOMERVILLE (1976): Condition scoring of cattle, revised edition. *Bulletin of the East Scotland College of Agriculture, no. 6. East of Scotland College of Agriculture, Edinburgh, Scotland.*
 - LUCY, M. C., C. R. STAPLES, F. M. MICHEL, W. W. THATCHER (1991): Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early post partum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 473-482.
 - LUCY, M. C., C. R. STAPLES, W. W., THATCHER, P. S. ERICKSON, R. M. CLEALE, J. L. FIRKINS, J. H. CLARK,

- M. R. MURPHY, B. O. BRODIE (1992): Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post partum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* 54, 323-331.
- LUCY, M. C., H. JIANG, Y. KOBAYASHI (2001): Changes in the somatotrophic axis associated with the initiation of lactation. *J. Dairy Sci.* 84, E113-119.
 - MAZERBOURG, S., C. A. BONDY, J. ZHOU, P. MONGET (2003): The insulin-like growth factor system: a key determinant role in the growth and selection of ovarian follicles? A comparative species study. *Reprod. Dom. Anim.* 38, 247-258.
 - MISHRA, S., K. KUMARI, A. DEUBEY (2016) Body Condition Scoring of Dairy Cattle: A Review. *J. Vet. Sci.*, 2, 58-65.
 - MOE, P. W., W. P. FLATT, H. F. TYRELL (1972): Net energy value of feeds for lactation. *J. Dairy Sci.* 55, 945-958.
 - MOREIRA, F. C. A. RISCO M. F. PIRES, J. D. AMBROSE, M. DROST, W. W. THATCHER (2000): Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83, 1237-1247.
 - MORROW, D. A., D. HILLMAN, A. W. DADE, Y. KITCHEN (1979): Clinical investigation of a dairy herd with the fat cow syndrome. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2, 161-167.
 - NEARY, M., A. YAGER (2002.): Body Condition Scoring in Farm Animals Michael Neary, Extension Animal Scientist Ann Yager, Animal Sciences Student Purdue University Department of Animal Sciences.
 - OPSOMER, G., Y. T. GROHN, J. HERTL, H. LAEVEN, M. CORYN, A. DE KRUIF (1999b): Protein metabolism and the resumption of ovarian cyclicity postpartum in high yielding dairy cows. *Reprod. Dom. Anim.*, (Suppl. 6), Proceedings of the 3rd Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction 54-57.
 - OVERTON, T. R. (2003.): Managing the Metabolism of Transition Cows. Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference, Reno.
 - OVERTON, T. R. (2004): Optimizing the Transition Cow Management System on Commercial Dairy Farms. Florida Ruminant Nutrition Symposium
 - PEJAKOVIĆ, D. (2001): Tjelesna kondicija krava. *Ur. l. Katalinić, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb.*
 - PRANDI, A., M. MESSINA, A. TONDOLO, M. MOTTA (1999): Correlation between reproductive efficiency, as determined by new mathematical indexes and the body condition score in dairy cows. *Theriogenology* 52, 1251-1265.
 - PRYCE, J. E., M. P. COFFEY, S. BROTHERSTONE (2000): The genetic Relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered holsteins. *J. Dairy Sci.* 83, 2664-2671.
 - PRYCE, J. E., R. F. VEERKAMP (2001): The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. In: *Fertility in the High-producing dairy cow*. Ed. M. E. Diskin. Br. Soc. Anim. Sci. Occ. Publ. No. 26, Edinburgh, Scotland, pp. 223-236.
 - PUSHPAKUMARA, P. G. A., N. H. GARDNER, C. K. REYNOLDS, D. E. BEEVER, D. C. WATHES (2003): Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60, 1165-1185.
 - RHODES, F. M., B. A. CLARK, D. P. NATION, V. K. TAUFA, K. L. MACMILLAN, M. L. DAY, A. M. DAY, S. McDOUGALL (1998): Factors influencing the prevalence of postpartum anoestrous in New Zealand dairy cows. *Proc. Of New Zealand Society of Animal Production* 58, 79-81.
 - RISCO, C. A., W. W. THATCHER, F. MORREIRA, C. R. STAPLES, H. H. VAN HORN (1999): Effect of calcium and energy status during the postpartum period on reproductive performance in dairy cows. *Proc. American Association of Bovine Practitioners*, 32, 131-137.
 - ROCHE, J. F., D. MACKAY, M. D. DISKIN (2000): Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61, 703-712.
 - ROCHE, J. R., D. P. BERRY, E. S. KOLVER (2006): Holstein-friesian strain and feed effects on milk production body weight and body condition score profiles in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3532-3543.
 - RUEGG, P. L., R. L. MILTON (1995): Body condition score of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance and diseases. *J. Dairy Sci.* 78, 393-397.
 - RUKKWAMSUK, T., T. WENSING, T. A. M. KRUIP (1999): Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 51, 1133-1142.
 - STAPLES, C. R., W. W. THACHER, J. H. CLARK (1990.): Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73, 938-947.

- STOCKDALE, C. R. (2001): Body condition at calving and the performance of dairy cows in early lactation under Australian conditions. A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 41, 823-829.
- SPICER, L. J., S. E. ECHTERNKAMP, E. A. WONG, D. T. HAMILTON, R. K. VERNON (1995): Serum hormones, follicular fluid steroids, insulin-like growth factors and their binding proteins, and ovarian IGF mRNA in sheep with different ovulation rates. *J. Anim. Sci.* 73, 1152-1163.
- TAYLOR, V. J., D. E. BEEVER, M. J. BRYANT, D. C. WATHES (2003): Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. *Theriogenology* 59, 1661-1677.
- TENNANT, B. C. (1997): Hepatic function, In: *Clinical biochemistry of domestic animals*. (Eds.): J. J., Kaneko, J. W. Harvey, M. L. Bruss, Academic press, pp. 327-352.
- TOMAŠKOVIĆ, KORALJKA ĐURIĆ, J. GRIZELJ, MARTINA KARADJOLE, D. GRAČNER, Ž. PAVIČIĆ (2006): Beziehung zwischen Progesteron P4, IGF-I, Blutparameter und zyklischer Ovarienaktivität der Kühe im Puerperium. *Tierärztliche Umschau* 61, (8) 421-427.
- UCHIDA, E., N. KATOH, K. TAKAHASHI (1992): Induction of fatty liver in cows by ethionine administration and concomitant decreases of serum apolipoproteins B-100 and A-1 concentrations. *Am. J. Vet. Res.* 53, 2035-2042.
- VAN ARENDONK, J. A. M., G. J. NIEUWHOF, H. VOS, S. KORVER (1991): Genetic aspects of feed intake and efficiency in lactating dairy heifers. *Livest. Prod. Sci.* 29, 263-275.
- VAN DEHAAR, M. J., G. YOUSIF, B. K. SHARMA, T. H. HERDT, R. S. EMERY, M. S. ALLEN, J. S. LIESMAN (1999): Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 82, 1282-1295.
- VEERKAMP, R. F., S. BROTHERSTONE (1997): Genetic correlations between linear type traits, food intake, liveweight and condition score in Holstein Friesian cattle. *Anim. Sci.* 64, 385-392.
- VILLA-GODOY, A., T. L. HUGHES, R. S. EMERY, E. P. STANISIEWSKI, R. L. FOGWELL (1990): Influence of energy balance and body condition on estrus and estrous cycles in holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 73, 2759-2765.
- VRIES, M. J. DE, R. F. VEERKAMP (2000): Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83, 62-69.
- WALTNER, S. S., J. P. MCNAMARA, J. P. HILLERS (1993): Relationships of body condition score to production variables in high production Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76, 3410-3419.
- WATHES, D. C., Z. CHENG, N. BOURNE, V. J. TAYLOR, M. P. COFFEY, S. BROTHERSTONE (2007): Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Dom. Anim. Endocrin.* 33, 203-225.
- WILDMAN, E. E., G. M. JONES, P. E. WAGNER, R. L. BOMAN, H. F. TROUTT JR., T. N. LESCH (1982): A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65, 495-501.
- YAMADA, K., T. NAKAO, N. ISOBE (2003): Effects of body condition score in cows peripartum on the onset of postpartum ovarian cyclicity and conception rates after ovulation synchronization /fixed-time artificial insemination. *J. Reprod. Dev.* 49, 381-388.
- YAMAMOTO, M., H. NAKAGAWA-UETA, N. KATOH, S. OIKAWA (2001): Decreased concentration of serum apolipoprotein C-III in cows with fatty liver, ketosis, left displacement of the abomasum, milk fever and retained placenta. *J. Vet. Med. Sci.* 63, 227-231.
- YELICH, J. V., R. P. WETTEMAN, T. T. MARRTSON, L. J. SPICER (1996): Luteinising hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13, 325-338.
- ZULU, V. C., Y. SAWAMUKAI, K. NAKADA, K. KIDA, M. MORIYOSHI (2002): Relationship among insulin-like growth factor-I, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 64, 879-885.