

MOGUĆNOSTI UPORABE NOVIJIH BIOTEHNOLOŠKIH DOSTIGNUĆA U UNAPREĐENJU KVALITETE MLIJEKA

Marija Vrdoljak, M. Konjačić, Andrijana Kegalj, A. Madir, Anita Pamuković

Sažetak

Novija biotehnoška dostignuća ušla su u sve segmente animalne proizvodnje, pa tako i u proces proizvodnje mlijeka. Interes uzgajivača je unaprijediti genetsku osnovu i tehnologiju kako bi što učinkovitije proizveli kvalitetno mlijeko i ostvarili primjeren profit. Primjenom biotehnologija otvaraju se mogućnosti pomoću kojih je moguće napraviti korak naprijed u selekciji, unaprijediti genetsku osnovu, te uz kvalitetna grla proizvesti mlijeko koje će po svome sadržaju i po kvaliteti odgovarati točno određenim zahtjevima u proizvodnji određenog tipa i vrste mliječnih proizvoda.

Od biotehnoških metoda koje se češće koriste su embrio transfer i seksirano sjeme kvalitetnih bikova. Metode se rabe u funkciji unapređenja uzgojnog programa kao i praktične selekcije (unapređenja) stada. U radu je opisana tehnologija embriotransfera, seksiranog sjemena te polimorfizama proteina mlijeka i njihov utjecaj na količinu mlijeka, mliječne masti i proteina kao i na sposobnost mlijeka za preradu.

Ključne riječi: biotehnoška dostignuća, mlijeko, unaprijeđenje.

Uvod

Primjena reproduktivnih biotehnologija ima dugoročan učinak u stočarstvu. Proizvodna svojstva ovise o genotipu kao najbitnijem čimbeniku, kao i o utjecajima okoline i njihovoj interakciji (Matković i sur., 2000). Jedna od novijih biotehnologija, gledano s aspekta stočarstva je metoda biotehnologije rasplodivanja ili ART – Assisted Reproductive Technologies. Biotehnologija rasplodivanja podrazumijeva zahvate kojima se pod kontroliranim uvjetima vrši rasplodivanje životinja i utječe na genetsku selekciju te na taj način šire poželjna genetska svojstva za proizvodnju velikog broja potomaka od najkvalitetnijih ženskih grla. Tehnologije razvoja embrija predstavljaju kombinaciju potpomognute oplodnje, stanične i molekularne biologije i genetike (Galli i sur., 2003). U stočarskoj proizvodnji ima važnu ulogu u povećanju superiornijih genotipova, a samim tim i povećanje svjetskog stočnog fonda (Galli i Lazzari, 2005). Metode asistirane reprodukcije razvijaju se zadnjih 50 godina, a sastoje se od nekoliko generacija:

- I. generacija: umjetno osjemenjivanje (U.O.)
- II. generacija: embriotransfer (ET)
- III. generacija: proizvodnja zametaka *in vitro*
- IV. generacija: manipulacija zamecima, kloniranje, transgeneza

Opis tehnologije–tehnologija MOET-a

Umjetno osjemenjivanje (U.O.) pripada prvoj generaciji biotehnologije, a predstavlja osjemenjivanje više plotkinja sjemenom jednog bika. Umjetnim osjemenjivanjem ubrzava se multipliciranje genotipova kvalitetnih rasplodnjaka, sprječava se širenje spolno prenosivih bolesti, brža je reprodukcija, racionalno korištenje rasplodnjaka (produžavanje vremena njegovog iskorištavanja) i jednostavan je prijenos i trgovina genetskog materijala na velikim udaljenostima.

Embriotransfer (druga generacija biotehnologije) je metoda koja nam omogućava da na kravama niske proizvodnje, lošijeg eksterijera, koje prenose mnoga loša svojstva na potomstvo “proizvedemo” telad vrhunskih genetskih svojstava i proizvodnje, poput njihove prave (biološke) majke i oca. Embriotransfer (ET) se već duže vrijeme koristi u govedarskoj proizvodnji, kako mesa tako i mlijeka.

Marija Vrdoljak, Andrijana Kegalj, Anita Pamuković, Veleučilište „Marko Marulić“ Kralja Petra Krešimira IV br. 30, 22300, Knin, Hrvatska; tel: ++385 (0) 22 668 123; e-mail: mvrdoj@veleknin.hr
Miljenko Konjačić, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo, Svetošimunska c. 25, 10040 Zagreb; Ante Madir, Pršut Voštane d.o.o. Čaporice 145, 21240 Trilj.

Pomoću multiple ovulacije i embriotransfera (MOET), metoda koje se koriste zadnji 30-tak godina, dobije se 80% embrija koji se koriste u komercijalne svrhe (Galli i sur., 2003). U SAD-u i Kanadi godišnje se proizvede 40.000-50.000 teladi primjenom ET (www.naab-css.org/education/biotech.html), što predstavlja odnos 1:700 ako govorimo o teladi koja je začeta konvencionalnim metodama.

Prirodnim pripustom iskoristi se tek mali dio reproduktivnih svojstava mužjaka i ženke, tako prosječni bik godišnje daje 25-70 teladi, a prosječna ženka jedno tele u godini. Naime smatra se kako žensko tele raspolaže sa oko 150.000 „potencijalnih“ jajnih stanica, a muško tele gotovo bilijunima spermija (Zobel, 2011). Preciznošću selekcije i korištenjem sjemena progno testiranih bikova Embriotransferom se utječe na povećanje rasplodnih potencijala najkvalitetnijih ženskih životinja. MOET je stabilna biotehnološka metoda, a superovulacijom može se dobiti 5 kvalitetnih zametaka po zahvatu tj. po kravi davateljici po ispiranju. Sam postupak može se primijeniti na istoj životinji 3-4 puta godišnje, što znači da se tijekom jedne godine može dobiti 15-20 zametaka po kravi. Postotak bređosti nakon transfera svježih zametaka iznosi 61%, a zamrznutih 60%. (http://www.hlede.net/studentski_radovi/smotra_2003/BIOTEHNOLOGIJA.htm). Dobivena telad u potpunosti je fiziološki i morfološki jednako razvijena kao i telad dobivena prirodnim pripustom ili U.O. Gubitci su oko 11%, a perinatalna smrtnost je oko 9%. Uporaba ET ima više povoljnih aspekata: brzo širenje željenog genoma životinja, može se provoditi na genetski manje vrijednim životinjama (kravama) koje takvim načinom iskorištavanja pridonose provođenju uzgojnih programa, lakša manipulacija materijalom prilikom prijevoza, manji troškovi prijevoza, smanjena mogućnost širenja zaraznih bolesti, očuvanje genetskog fonda te ugroženih vrsta, stvaranje nukleus stada. Jedan od ograničavajućih čimbenika primjene ET je cijena postupka, koja je za 500-1000\$ skuplja od troškova nastalih primjenom konvencionalne metode oplodnje. Smanjenje troškova primjene metode ET je mogućnost obučavanja vlasnika kako bi ga sami provodili. Cijena takvog tečaja je između 3,000-4,000\$, jer najveći troškovi nastaju kada nedovoljno obučeno osoblje radi sa nedovoljno kvalitetnom stokom (www.naab-css.org/education/biotech.html). Prednosti embrio transfera u odnosu na prirodni pripust je u tome što njegovim korištenjem možemo dobiti više potomaka od najboljih krava, dobiti potomstvo od sekundarno jalovih krava te možemo ostvariti bližnjenja.

Proizvodnja zametka *in vitro* predstavlja treću generaciju biotehnologije. Uključuje polučivanje govedih jajnih stanica od krava davateljica, te njihovo dozrijevanje (IVM), oplodnju (IVF) i uzgoj *in vitro* (IVC) do stadija morule/blastociste (Matković i sur., 2000).

IVP (In vitro Production) se lako primjenjuje na svim kategorijama životinja (telad pred pubertet, junice, krave), različite dobi i pasmina, reproduktivnog statusa, različite učestalosti polučivanja nezrelih oocita, različito primijenjenih stimulacijskih hormona ili različitih protokola *in vitro* oplodnje (različiti mediji i kulture) što se odražava i na sam uspjeh oplodnje (Faber i sur., 2002). Osim takvog, ekonomskog aspekta primjene, postoji i biotehnološki aspekt koji se očituje u mogućnosti cijepanja zametaka, određivanje spola zametaka (PCR-Polymerase Chain Reaction), dubokog zamrzavanja IVP zametaka i proizvodnje transgenih životinja (Makek, 2003). Eyestone i Campbell (1999) navode mogućnost zamjene gena kodiranih za veliki protein mlijeka krave s humanim genom za isto svojstvo, tako bi kravlje mlijeko s humanim proteinom mlijeka imalo veće hranidbene vrijednosti što bi bilo od neprocjenjive važnosti u ishrani nedonoščadi.

Učinkovita proizvodnja zametka *in vitro* preduvjet je za primjenu biotehnologije četvrte generacije: kloniranja, transgeneze, određivanja spola potomstva i dr. Visoko tehnološkim postupcima kontrolira se bližnjenje, proizvodne osobine (laktacija, rast jedinke), spol teladi i mogu se klonirati odrasle životinje, dok se naprednijim biotehnologijama smatraju one tehnologije gdje se izravno manipulira genomom životinja da proizvedu nešto poželjno ili da se odstrani ono nepoželjno (http://www.hlede.net/studentski_radovi/smotra_2003/BIOTEHNOLOGIJA.htm).

Pojam MOET (Multiple Ovulacija embrio transfera) opisuje zatvoreni sustav u kojem se ove tehnike koriste za povećanje prosječne stope genetske dobiti. MOET se u zemljama u razvoju smatra još više učinkovitijom nego u razvijenim državama. Jedan od razloga je što je transport zametaka jeftiniji za transport nego odrasle krave, a smanjen je rizik prijenosa zaraznih bolesti. Embrio transfer zametci koji se presađuju u domaće primateljice imaju prednosti nad odraslim životinjama jer primaju pasivni imunitet preko kolostruma, a imaju fiziološku i prirodnu adaptaciju prema novoj sredini. Također još jedna prednost ET je u tome što od mliječnih krava možemo proizvesti tovnj podmladak iz jajnih stanica sakupljenih u klaonici i osjemenjenih in vitro s bikovima mesnih pasmina.

Kod mliječnih krava, MOET se može primijeniti prije nego uđu u proizvodnju ili poslije prve laktacije. Genetska dobit je 30 do 50% brža na junicama u proizvodnji bikova i potencijalnim bikovskim majkama (Gordon, 2003). Tehnologija MOETA-a provodi se pod strogim nadzorom veterinarara i vlasnika goveda, kako životinje davateljice tako i primateljice. Pri odabiru krave davateljice vodi se računa da je krava posve zdrava u reproduktivnom smislu i da daje najveće moguće rezultate u proizvodnji. Vršiti se kontrola zdravstvenog stanja životinja pri čemu se provodi sanitarni i ginekološki pregled. Utvrđuje se opće i reproduktivno stanje životinja, te provodi kompletan pregled (dob, kondicija, znakovi bolesti, reproduktivni status, reproduktivne anomalije). Kriterij za odabir krave davateljice razlikuju se u proizvodnji mesa i proizvodnji mlijeka. Pri odabiru krave davateljice za proizvodnju mlijeka osnovni kriteriji su proizvedena količina mlijeka, kvaliteta mlijeka te ocjena vanjštine.

Također krava davateljica mora biti posve zdrava u reproduktivnom smislu i davati najveće moguće rezultate u proizvodnji (Zobel, 2011). Rektalnom palpacijom i ultrazvučnom pretragom utvrdi se prisutnost funkcionalnog žutog tijela. Zatim slijedi postupak izazivanja superovulacije u krave davateljice uz pomoć hormonalnih preparata prostaglandina te foliko stimulirajućeg hormona (FSH). Kod ovih krava ovulacija se događa tijekom nekoliko sati te ih je potrebno osjemenjivati više puta tj. sve do ovulacije posljednjeg folikula i oslobađanja jajne stanice. Za umjetno osjemenjivanje koristi se zamrznuto sjeme vrhunskih bikova koje se primjenjuje u oba roga maternice, zbog otežanog prijenosa sperme kroz reproduktivni trakt pod utjecajem superovulacije. Postupak ispiranja maternice provodi se sedmog dana po osjemenjivanju. Kateterom se ispiru maternica (rogovi maternice) kako bi se dobile oplodene jajne stanice (embriji, zametci teleta). Prelievanjem tekućine u manje posude vrši se sakupljanje zametaka koji se pregledavaju pod mikroskopom te se svaka nađena oplodena stanica odvaja. Zametci se pažljivo pregledavaju i klasificiraju što znači da samo oni zametci koji udovoljavaju vrlo strogim kriterijima ulaze u daljnji postupak, dok ostali bivaju uklonjeni. Sanitarno ispiranje zametaka, koji preporučuje IETS (International Embryo Transfer Society), sastoji se od deset ispiranja zametaka u različitim posudicama s medijem radi uklanjanja mogućnosti prijenosa zaraza. Zametci dobre kakvoće mogu se zamrznuti na temperaturu od -196°C i pohraniti u tekući dušik. Na taj način su dostupni za odmrzavanje te presađivanje u željenom trenutku. Zamrzavanje se provodi uporabom krioprotektivnih aditiva tj. dodataka koji sprječavaju kristalizaciju tekućine u stanici. Oplodena jajna stanica prebacuje se u maternicu krave primateljice sedmi dan nakon oplodnje (toliko je provela u maternici krave davateljice). Najvažniji čimbenik je odabir zdravih reproduktivno sposobnih primateljica (junica ili prvotelka) što je moguće lošijeg genetskog potencijala. Krava primateljica ne smije bolovati od teških deformacija stražnji udova, upala vimena, mora se uredno tjerati i ono što je jako bitno da nakon ovulacije na istom jajniku razvije kvalitetno i što je moguće pravilnije žuto tijelo. Primateljice se također trebaju pripremiti za ovaj zahvat što podrazumijeva aplikaciju antiparazitika, minerala i vitamina kako bi embriotransfer bio što uspješniji. Dobro selekcionirane muzne krave također su dobre primateljice. Primateljice koje nose vrijednu genetiku drže se pod intenzivnim nadzorom. Poželjno je da budu mirne naravi, da imaju urođen majčinski instinkt i mliječnost u slučaju da se želi držati telad u sustavu krava-tele. Krava primateljica je

zapravo samo inkubator koji omogućuje rast, razvoj i rođenje teleta s kojim nije ni u kakvom genetskom srodstvu (Zobel, 2011).

Embrio transfer se vrši nakon odmrzavanja u sinkroniziranu primateljicu. Po davateljici transferira se samo jedan zametak. Palpacijom jajnika utvrđuje se prisutnost žutog tijela te se odabire rog u koji se ubacuje zametak. Pistolet za ET priprema se s pajetom odmrznutog zametka te se pažljivo uvede u rog maternice. Pregled na bređost vrši se trideset dana nakon transfera, a nakon devedeset dana bređost se utvrđuje palpacijom per rectum. Tijekom bređosti primateljice se drže pod nadzorom. Postupak provođenja tehnologije ET za životinje je stresan, te ima negativan učinak na zdravlje životinje i u konačnici na rezultat samog postupka. U svakom trenutku primjene tehnologija mora se paziti na zdravlje i dobrobit životinja te pokušati ublažiti djelovanje stresa. Također mediji koji se koriste moraju biti kvalitetno pripremljeni, sterilni i sadržavati propisane antibiotike. Postoje pravila vezana uz kontejnere u kojima se nalazi tekući dušik i kojih se treba pridržavati, a to su: tekući dušik se mora redovito puniti, besprjekorno držati red te imati točna i vidna identifikacija u kontejneru. Zametci se moraju pohraniti odvojeno od svakog drugog materijala, a sav materijal mora biti sterilan. Oprema se koristi samo za jednu davateljicu i ne smije se koristiti za drugu davateljicu prije čišćenja i dezinfekcije.

Odgovornost za svaki dio posla zapsan je u svakom kartonu te postoji pismena evidencija o svakom segmentu izvršene radnje. Certifikati i potrebna pismena evidencija prilaže se uz zametke pri prodaji te se cijeli postupak prijavljuje selekcijskoj službi. Potpisom voditelja tima koji nadzire cjelokupni postupak, ovjerava se ispravnost navedenih podataka. Ovakav sustav se provodi u cijelom svijetu, podupire ga IETS, i priznat je od svih udruga uzgajatelja te selekcijskih službi (http://www.hlde.net/studentski_radovi/smotra_2003/MOET4.htm).

Seksirano sjeme

Seksirano sjeme (eng. gender selected semen, sexed semen), sjeme s određenim spolom, je sjeme podvrgnuto postupku odvajanja ženskih (x) od muških (y) kromosoma. Cilj ove napredne tehnologije je da pomogne uzgajivačima da dođu do što većeg broja ženskog podmlatka. Galli i Lazzari (2005) navode da uporaba seksiranog sjemena u komercijalne svrhe u Europi započinje 2003. godine, a ekspanzija proizvodnje goveđeg seksiranog sjemena 2007 i 2008. godine, s procjenom od 4 milijuna doza za 2008. godinu (Seidel, 2009). Pri uzgoju goveda mliječnih pasmina primarni proizvod kako nam i samo ime navodi je mlijeko. Seksirano sjeme može doprinijeti povećanju profitabilnosti mliječne industrije na način da osigura dovoljan broj životinja koje daju mlijeko kao i dovoljan broj ženskih jedinki za remont stada.

Seksiranim sjemenom osjemenjuju se samo neoplođivane junice. Mlade junice su genetski najbolji dio stada koji treba osjemeniti ako želimo najbrži napredak u stadu i što bržu mogućnost povratka investicije (DeJarnette i sur., 2009). Također junice su i najplodniji dio stada, jer nisu opterećene proizvodnjom, a ta činjenica je od presudne važnosti kod uporabe seksiranog sjemena.

U prvoj polovici 20. stoljeća, napredak ubiološkim znanostima, osobito genetikci rezultirao je brojnim otkrićima, uključujući i identifikaciju spolnih kromosoma. U prirodnoj reprodukciji, omjer spolova je otprilike 50:50. Protočnom citometrijom (eng. flow cytometry) vrši se odvajanje X-spermija i Y-spermija s točnošću od 90% i više (Garner i Seidel, 2008; Xu i sur., 2009). Kod goveda i konja X kromosom sadrži oko 4% više DNK od Y kromosoma, koji imaju nešto manju težinu te upijaju manje fluorescentne boje. Razlika u težini omogućava seksiranje sjemena na osnovu razlike u težini Y i X kromosoma (Faber i Ferré, 2004).

Detektor mjeri fluorescenciju te razdvaja pozitivne od negativne grupe. Pozitivna grupa uglavnom sadrži X kromosome (ženske) i sortira ih u jedan kanal, dok negativne koji sadrže Y kromosom (muški) sortira u drugi kanal, a jedan dio koji je ostao neraspoređen ide u srednji kanal tj ravno. Seksirano sjeme se pakira u pajete od 0,25 ml, a sadrži oko dva milijuna spermija po dozi (Majić-Balić i Fabijančić, http://www.crsh.hr/files/0425_1_sexsjeme.pdf).

Kao i svaka druga tehnologija pa tako i ova ima svojih i prednosti i nedostataka. Jedna od prednosti uporabe sexiranog sjemena što nastaje manje problema kod telenja (ženska telad-sitnija), bolja biosigurnost stada (junice se rađaju i ostaju u stadu), sexiraju se isključivo genetski izuzetno vrijedni bikovi sa dobrom plodnošću, proizvodnja visoko vrijednih junica za prodaju, garantirano 90-95% ženske teladi, plodnost ovog sjemena iznosi 43-45% (Majić-Balić, Fabijančić, http://www.crsh.hr/files/0425_1_sexsjeme.pdf).

Nedostatak ove tehnologije je nešto lošija plodnost prilikom primjene ovakvog sjemena uglavnom radi oštećenja spermija, te kratak životni vijek seksiranog sjemena u genitalnom traktu. Jedan od bitnih čimbenika je cijena seksiranog sjemena koja je znatno viša u odnosu na cijenu komercijalnog sjemena (Seidel, 2009).

Utjecaj polimorfizma proteina na sastav i na procesing mlijeka

Polimorfizmom se smatra postojanje dva ili više alela u istom lokusu u istoj populaciji. Postojanje polimorfizma za β -laktoglobulin kravljeg mlijeka otkrili su Aschaffenburg i Drewry 1955 godine. Nakon tog otkrića uslijedila su brojna istraživanja kojima je bio cilj utvrđivanje najpovoljnijih genetskih varijanti koje bi našle primjenu u mljekarskoj industriji, a koje se komercijalno mogu iskoristiti kao dodatni kriterij u selekciji bikova koji se koriste za umjetno osjemenjivanje (Antunac i sur., 1991). Glavne grupe proteina kravljeg mlijeka čine: Kazeini koji su ujedno najzastupljeniji i čine 80% ukupnih proteina mlijeka α 1-kazein (α 1-CN), α 2-kazein (α 2-CN), β -kazein (β -CN), κ -kazein (κ -CN), dok ostatak čine proteini sirutke α -laktalbumin, β -laktoglobulin, serum albumin, imunoglobulini i proteaze peptoni. Genetske varijante alfa-laktalbumin, β -laktoglobulin, α 1-kazein i κ -kazeina utječu na količinu mlijeka te na sastav mlijeka i njihov međusobni omjer (Barreras i sur., 2001). Caroli i sur. (2004) navode da je polimorfizam pronađen na α 1-kazeinu (CSN1S1), β -kazeinu (CSN2), κ -kazeinu (CSN3) i β -laktoglobulinu. Razvojem metode lančane reakcije polimeraze (*engl.* Polymerase chain reaction; PCR) omogućena je identifikacija polimorfizma proteina mlijeka neposredno na kodogenoj sekvenci odgovornog gena, neovisno o spolu, dobi ili sekreciji mlijeka jedinke (Ivanković i sur., 2011). Prema Caroli i sur. (2009) zna se za osam različitih varijanti α 1-CN: (A, B, C, D, E, F, G, H), 4 α 2-CN (A, B, C i D), 12 β -CN (A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G, H1, H2, I), 11 κ -CN (A, B, C, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J), 11 β -LG (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W), i 3 α -LA (A, B, C) varijante u Bosroda.

Raspored pojedinih genetskih varijanti razlikuju se od pasmine do pasmine. Postoje varijante koje su karakteristične samo za određene pasmine ili se rijetko pojavljuju, a s druge strane postoje i neke varijante koje se pojavljuju u svim pasminama. Svojstva mlijeka koja su važna u proizvodnji sira vezana su za sastav mlijeka. U proizvodnji sira važna su koagulacijska svojstva, sinereza, kvaliteta i randman sira. Istraživanja koja se provode, a u kojima se analizira veza između polimorfizma i proizvodnje sira usmjerena su na traženje najpovoljnijih genetskih varijanti, koja će optimalno odgovarati procesima proizvodnje sira. Polimorfizam bjelančevina β -laktoglobulina (β -Lg) i kapa kazeina (κ -CN) ugrađen je u suvremene uzgojne programe goveda kroz koje se nastoje funkcionalno unaprijediti populacije. β -laktoglobulin kao glavni protein sirutke je determiniran genom pozicioniranim na 11. kromosomu goveda, dok je κ -CN pozicioniran na 6. kromosomu. Polimorfnom β -Lg A svojstvene su aminokiseline Asp i Val koje se nalaze na pozicijama 64. i 118., dok je obliku β -Lg B na istim pozicijama svojstven Gly i Al. Za polimorfni κ -CN A obliku svojstvene su aminokiseline Thr i Asp na poziciji 136. i 148., dok je κ -CN B obliku na istim pozicijama svojstven Ile i Ala (Ivanković i sur., 2009). U većini istraživanja uočeni su pozitivni učinci B varijante β -CN, κ -CN i β -LG za poželjna svojstva koagulacije mlijeka i sira. (Samaržija i sur., 1991; Jensen i sur., 2012). Genetskim istraživanjima nastojale su se utvrditi veze između polimorfni alelnih varijanti β -Lg i κ -CN te laktacijskih odlika i preradbenih karakteristika mlijeka (Antunac i sur., 1991). Pozitivan učinak potvrđen je kod AA genotipa od alfa-laktalbumina na

mliječnost, ali i na manji postotak mliječne masti i proteina, BB genotip povezan je s nižim postotkom mlijeka, ali višim postotkom mliječne masti i ukupnih proteina. Kod β -Lg (glavni sastojak proteina sirutke) također je potvrđen pozitivan učinak AA genotipa na mliječnost (Barreras i sur., 2001), premda se bilježe istraživanja koja prednost daju AB genotipu β -Lg (Ivanković i sur., 2011). Kod BB genotipa β -Lg potvrđen je povoljan učinak na udio mliječne masti, udio kazeina u mlijeku, ukupni udio proteina i veći prinos sira (Barreras i sur., 2001; Jensen i sur., 2012). Ivanković i sur. (2011) navode da mlijeko κ -CN haplotipa BB iziskuje kraće vrijeme sirenja, da je veći prinos sira s većim udjelom bjelančevina te da B alelna varijanta κ -CN skraćuje vrijeme koagulacije od 10 do 30 %.

Zaključak

Unaprjeđenje genetske osnove jedan je od načina ostvarenja visoke proizvodnje mlijeka i ostvarenja što većeg profita. Mljekarska industrija odnosno procesing mlijeka ima za cilj zadovoljiti potrebe potrošača u kvalitativnom i kvantitativnom smislu. U procesingu mlijeka oni nastoje pribaviti i koristiti što sadržajnije i kvalitetnije mlijeko. Sadržajnost mlijeka primarno se odnosi na kvalitetu mliječne masti i proteina kao i ukupan udio suhe tvari u mlijeku. Kontinuiranim znanstvenim napretkom biotehnologije nam pružaju mogućnost kroz koju je moguće unaprijediti genetsku osnovu te uz kvalitetna grla proizvesti mlijeko koje će po svome sadržaju i po kvaliteti odgovarati točno određenim zahtjevima u proizvodnji određenog tipa i vrste mliječnih proizvoda.

LITERATURA

1. Antunac, N., J. Lukač-Havranek, I. Čurik, D. Samaržija (1991): Polimorfizam proteina mlijeka u odnosu na proizvodnju i sastav mlijeka. *Mljekarstvo* 41, 297-302.
2. Barreras, A., O. Robinson, F.J. Monge, O. Vizcarra, L.H. Navarro (2011): Effects of genotypes of casein and serum proteins on milk production in holsteins. *Vol. 52*.
3. Biotehnologija rasplodivanja: Mogućnosti primjene u stočarstvu hrvatske, dostupno na: http://www.hlede.net/studentski_radovi/smotra_2003/BIOTEHNOLOGIJA.htm
4. Breakthroughs In Biotechnology, dostupno na: www.naabcss.org/education/biotech.html
5. Caroli, A., S. Chessa, P. Bolla, E. Budelli, G.C. Gandini (2004): Genetic structure of milk protein polymorphism and effects on milk production traits in a local dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 121, 119-127.
6. Caroli, A.M., S. Chessa, G.J. Erhardt (2009): Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science* 92, 5335- 5352.
7. DeJarnette, J.M., R.L. Nebel, C.E. Marshall (2009): Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. *Theriogenology* 71, 49– 58.
8. Eyestone, W. E., K.H.S. Campbell (1999): Nuclear transfer from somatic cells: application in farm animal species. *Reproduction in Domestic Ruminants IV* (ed. Thatcher, W. W., Inskeep, E. K., Niswender, G. D., Dobreska, C.). *Journal of Reproduction and Fertility, Suppl.* 54, 489-497.
9. Faber, D. C., J.A. Molina, D.F. Ohlrichs, D.F. Vander Zwaag, L.B. Ferre (2002): Commercialization of animal biotechnology. *Theriogenology Vol 59, Issue 1*, 125-138.
10. Faber, D.C., L.B. Ferré (2004): Advancements in Reproductive Technology in Cattle. Dostupno na: http://www.bifconference.com/bif2004/BIFsymposium_pdfs/faber.pdf
11. Galli, C., R. Duchi, G. Crotti, P. Turini, N. Ponderato, S. Colleoni, I. Lagutina, G. Lazzari (2003): Bovine embryo technologies. *Theriogenology* 59, 599-616.

12. Galli, C., G. Lazzari (2005): Embryo technologies in dairy cattle. The 26th European Holstein and Red Holstein Conference, Prague.
13. Garner, D.L., G.E. Seidel (2008): History of commercializing sexed semen for cattle. *Theriogenology* 69, 886–895.
14. Gordon, I. R. (2003): *Laboratory Production of Cattle Embryos*. CABI Publishing. 2nd Edition.
15. Ivanković, A., J. Ramljak, A. Dokso, N. Kelava, M. Konjačić, S. Paprika (2011): Genetski polimorfizam β -laktoglobulina i κ -kazeina pasmina goveda u Hrvatskoj. *Mljekarstvo* 61, 301-308.
16. Jensen, H. B., J. W. Holland, N. A. Poulsen, L.B. Larsen (2012): Milk protein genetic variants and isoforms identified in bovine milk representing extremes in coagulation properties. *Journal of Dairy Science*. 95 :2891–2903.
17. Majić-Balić I., A. Fabijančić (2012): Seksirano sjeme – Centar za reprodukciju u stočarstvu Hrvatske. Dostupno na: http://www.crsh.hr/files/0425_1_sexsjeme.pdf.
18. Makek, Z. (2003): Primjena asistirane reprodukcije u hrvatskoj veterinarskoj medicini. IV Srednjeeuropski Bujatrički kongres – asistirana reprodukcija u govoda. Međunarodni znanstveno-stručni kongres, 23-27 travanj.
19. Matković, M., I. Getz, Z. Makek, A. Tomašković, M. Cergolj (2000): Biotehnologija rasplodivanja: mogućnost primjene u stočarstvu hrvatske. Drugi hrvatski veterinarski kongres s međunarodnim sudjelovanjem. Cavtat. Zbornik radova, 215-224.
20. Multipla Ovulacija i EmbrioTransfer (MOET), dostupno na: http://www.hlede.net/studentski_radovi/smotra_2003/MOET4.htm
21. Seidel, G.E. (2009): Sperm sexing technology—The transition to commercial application An introduction to the symposium “Update on sexing mammalian sperm”. *Theriogenology* 71, 1–3.
22. Samaržija, D., J. Lukač-Havranek, I. Čurik, N. Antunac (1991): Polmorfizam proteina mlijeka u proizvodnji sira. *Mljekarstvo* 41, 319-327.
23. Zobel, R. (2011): Embriotransfer u govoda: kako, kada i zašto?. Dostupno na: <http://veterina.com.hr/?p=5661>
24. Xu, J., S.A. Chaubal, F. Du (2009): Optimizing IVF with sexed sperm in cattle. *Theriogenology* 71, 39–47.

POSSIBILITY OF NEW BIOTECHNOLOGY ACHIEVEMENTS IN IMPROVEMENT OF MILK QUALITY

Summary

Recent biotechnology advances have entered into all segments of animal production, including the process of milk production. The breeders are interested into improving the genetic base and technology in order to produce quality milk more effectively and make a suitable profit. Applying biotechnology opens the opportunities with which it is possible to move forward in the selection process, to improve the genetic basis, and produce milk which will, due to its content and quality, match the specific requirements in the production of a certain types and sorts of dairy products. Biotechnological methods that are often used are embryo transfer and semen sexation of high-quality bulls. Methods are used in order to improve the breeding program, as well as the practical selection (promotion) of the herds. This paper describes the embryo transfer technology, semen sexation, as well as milk protein polymorphisms and their effect on milk yield, milk fat and protein, including the ability of milk processing.

Key words: biotechnology achievements, milk, improvement.

Primljeno: 22.04.2013.