

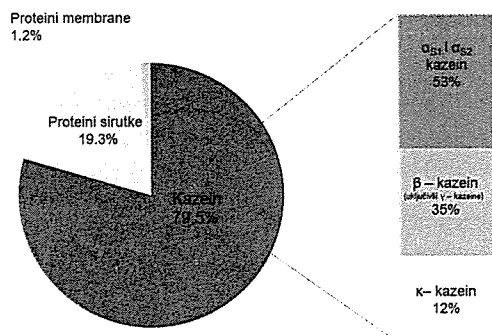
Odgovarajućim genotipom do veće efikasnosti proizvodnje kravljeg sira

Za očekivati je da će se genotipizacijom i selekcijom povećati broj životinja poželjnog genotipa za kapa kazein

Dr. sc. MARIJA ŠPEHAR / mspehar@hpa.hr
Prof. dr. sc. KLEMEN POTOČNIK / Klemen.Potocnik@bf.uni-lj.si

Za proizvođače sira najvažnije je svojstvo mlijeka njegov kemijski sastav s obzirom na to da odgovarajući sastav mlijeka odnosno bjelančevina rezultira višim prinosom sira. Pri proizvodnji sira od kravljeg mlijeka ključnu ulogu igra kapa kazein (κ -kazein) koji se ubraja u bjelančevine mlijeka.

Kapa kazein je od osobitog interesa za polimorfizam mliječnih bjelančevina zbog utjecaja na kvalitetu mlijeka i njegov sastav. Čini oko 12% ukupnih kazeina u mlijeku (slika 1). Normalno kravlje mlijeko sadržava 3-4% bjelančevina, od kojih je 79,5% kazeina, 19,3% bjelačevina sirutke i 1,2% bjelančevina koje se nalaze u membrani masne globule. Bjelačevine sirutke i kapa kazein izvor su minerala i aminokiselina za telad, i oni također igraju ključnu ulogu u koagulaciji i procesu sirenja mlijeka.

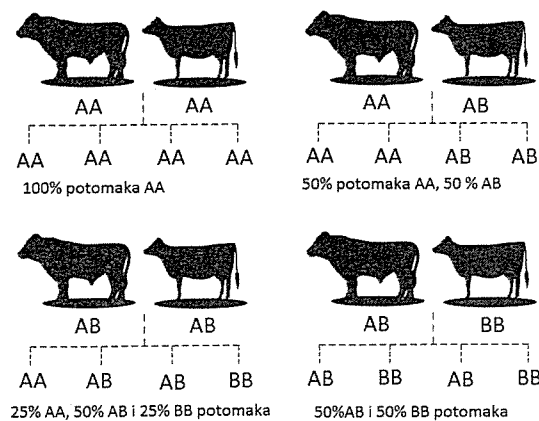


Slika 1. Udio pojedinih frakcija u mlijeku

Bjelančevine mlijeka, a posebice kapa kazein zbog malog broja lokusa koji utječu na njihovu sintezu, često su predmet genetskih istraživanja pa spadaju među gotovo najbolje proučene genske komplekse domaćih životinja. Tako je poznato da se gen *CSN3*, odgovoran za sintezu kapa kazeina, nalazi na 6. kromosomu goveda. Dvije su glavne kapa kazein varijante: A i B koje se razlikuju u aminokiselinama na poziciji 136 i 148 (alanin).

Varijanta B povezuje se s povećanom mliječnošću, većim udjelom bjelančevina i većom količinom proizvedenog sira. S navedenim dvjema varijantama moguća su tri genotipa kapa kazeina: AA, AB i BB. Genotip BB smatra se najpoželjnijim za proizvodnju sira. Studije su pokazale da je prinos sira 7-15% veći kod životinja s BB genotipom, a ujedno je smanjeno vrijeme grušanja sira za 25% i povećana čvrstoća gruš za 50%.

Nasljeđivanje varijanti kapa kazeina prikazano je na slici 2. Kada bik i krava imaju AA genotip kapa kazeina njihova će telad imati samo tu varijantu genotipa. Ako bik ima homozigotni genotip AA a krava ima genotip AB, tada će 50% njihovih potomaka imati AA genotip a ostalih 50% bit će AB genotipa. U slučaju da su i bik i krava heterozigoti (AB), 25% potomaka imat će manje poželjan AA genotip, 50% bit će heterozigotnoga genotipa AB, dok će preostalih 25% potomaka imati poželjni BB genotip. Ako je bik heterozigotnog genotipa AB a krava homozigotnog genotipa BB, tada će 50% potomaka imati genotip AB a ostalih 50% bit će poželjnoga homozigotnoga genotipa BB.



Slika 2. Moguće varijante i nasljeđivanje varijanti kapa kazeina

Proizvodnja veće količine sira

Selekcija na povećanje frekvencije B varijante kapa kazeina omogućava proizvodnju veće količine sira iz iste količine mlijeka uz pozitivan utjecaj za koagulacijska svojstva i čvrstoću gruš. Isto tako je tijekom prošlog desetljeća na Novom Zelandu, u Australiji i nekim europskim zemljama započela trgovina mlijekom i mliječnim proizvodima koji potječu od krava poželjnoga genotipa za kapa i beta kazein. U tim je zemljama kao jedan od dodatnih uzgojnih ciljeva u uzgojnim programima uvedeno povećanje frekvencije B varijante kapa kazeina u populaciji kako bi se popravila kvaliteta mlijeka i poboljšale karakteristike proizvodnje sira.

Kod **simentalske** pasmine od veljače 2015., osim genskih defekata određuju se i varijante genetskih svojstava **kapa kazeina** koristeći tzv. prilagođeni čip. Direktnim gen (marker) testom moguće je utvrditi o kojoj se od dvije varijante kapa kazeina radi (A ili B), tj. određuju se genotipovi kapa kazeina (genotip **AA**, **AB** ili **BB**) kod genotipiziranih životinja. Nažalost, genotip **BB** nije učestao kod simentalske pasmine. Među genotipiziranim muškim životinjama na web stranici ZAR-a dostupna je informacija za samo njih 36 s poželjnim genotipom (**AB** ili **BB**), iako je pretpostavka da je u populaciji puno više njih s poželjnim genotipom. U hrvatskoj populaciji genotipizirane simentalske teladi među 50 najboljih po genomskoj UV dva teleta ima poželjan genotip **BB**, a 14 ih ima genotip **AB**. U holstein populaciji, gdje je također niska frekvencija B alela, naistaknutiji nositelji su progno testirani bikovi Baxtino, Björk, Bowers, Boswell, Genesis, Goldberg, Jabez, Jacob i Nog Gerino, te genomski bikovi Alonso Red, Colorado P Red, Draxler P Red, Fanatic, Frostbite, Ferris, Lexfort i Sacarno Red.

Osim spomenute A i B varijante kapa kazeina kod holsteina postoji i E varijanta. Ta se varijanta pojavljuje i kod simentalske pasmine, pogotovo u linijama s visokim udjelom krvi crvenog holsteina. Mlijeko s visokim udjelom E varijante kapa kazeina upotrebljava se samo kao konzumno mlijeko jer od njega nije moguće napraviti sir.

Uključivanje beta i kapa kazeina kao dodatnih svojstava u provedbu uzgojnog programa opravdano je i u populaciji smeđega goveda. Tako je primjerice u Sloveniji genotipizirano 40 životinja iz populacije smeđega goveda (34 muška i 6 ženskih teladi) te je utvrđena frekvencija alela A od 26,25% i alele B od 73,75%. To je dobar rezultat u usporedbi s drugim pasminama. S druge

strane, selekcija na kapa kazein kod smeđega goveda u Italiji vrlo je uspješna. U talijanskoj populaciji smeđega goveda udio željenog B alela 15% je viši u odnosu na uzorkovane životinje u Sloveniji. U posljednjih 17 godina učestalost alela B povećao se s 62 na 84%, što je više od 1,2% godišnje.

Beta kazein

Nedavno je otkriveno da sastav kazeina utječe i na zdravlje potrošača. U tom kontekstu najčešće se spominje beta kazein. A1 i A2 genetske su varijante beta kazeina različitih kemijskih struktura. Iako se razlikuju samo u jednoj aminokiselini, A1 varijanta probavlja se drugačije nego poželjna A2 varijanta u probavnom traktu čovjeka. Istraživanja provedena u nekoliko zemalja sugeriraju da postoji povezanost između konzumacije mlijeka koje potječe od krava s A1 varijantom i bolestima suvremenog čovjeka poput dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, autizma i shizofrenije. Biološka pozadina mutacije beta kazeina i potencijalnih učinaka na zdravlje ljudi opisana je u brojnim studijama. Selekcija na poželjnu A2 varijantu beta kazeina provedena je u stadima uzgajivača na Novom Zelandu. U tim su stadima iz uzgoja izlučene one životinje koje su imale jednu ili obje mutirane (A1) alele. Upravo je na Novom Zelandu uspostavljen marketing "A2 mlijeka" gdje je osnovana vrlo uspješnu tvrtka pod nazivom "A2 The Milk Company™".

Poželjni genotip za kapa kazein

Za očekivati je da će se genotipizacijom i selekcijom povećati broj životinja poželjnog genotipa za kapa kazein. Na taj će se način ostvariti mogućnosti za ekonomski profitabilniju proizvodnju sira. Ovakva je selekcija najzanimljivija uzgajivačima koji prerađuju mlijeko u sir jer će od iste količine mlijeka dobiti veću količinu sira bolje kakvoće uz manju potrošnju energije i vremena kod prerađivanja. Dugoročno se očekuje da će i kompanije koje otkupljuju mlijeko platiti višu cijenu za mlijeko povoljnoga genotipa za kapa kazein, jer će s takvim mlijekom proizvoditi više sira bolje kakvoće uz isti kapacitet mljekare. S današnjom tehnologijom moguće je u vrlo kratkom roku povećati isplativost proizvodnje sira.