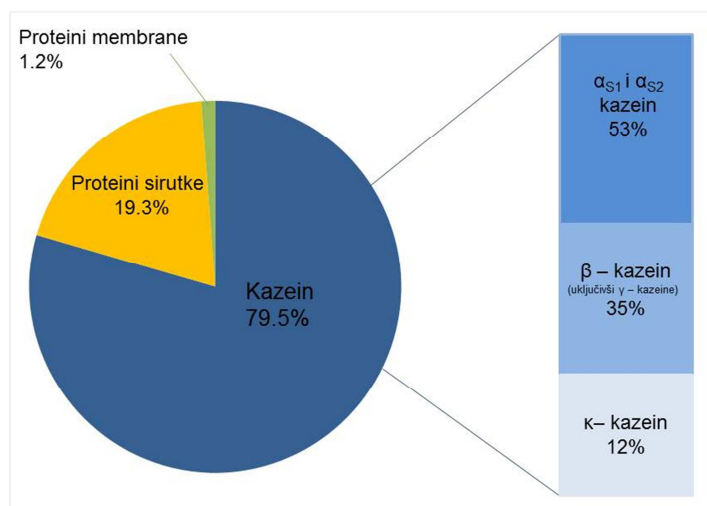


Kappa kazein

Za proizvođače sira najvažnija osobina mlijeka je njegov kemijski sastav obzirom da odgovarajući sastav mlijeka odnosno bjelančevina rezultira višim prinosom sira. Pri proizvodnji sira od kravljeg mlijeka ključnu ulogu ima **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% od ukupnih kazeina u mlijeku (slika 1). Normalno kravlje mlijeko sadrži 3 do 4% proteina, 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 su izvor minerala i aminokiselina za telad, i oni također igraju ključnu ulogu u koagulaciji i procesu sirenja mlijeka.

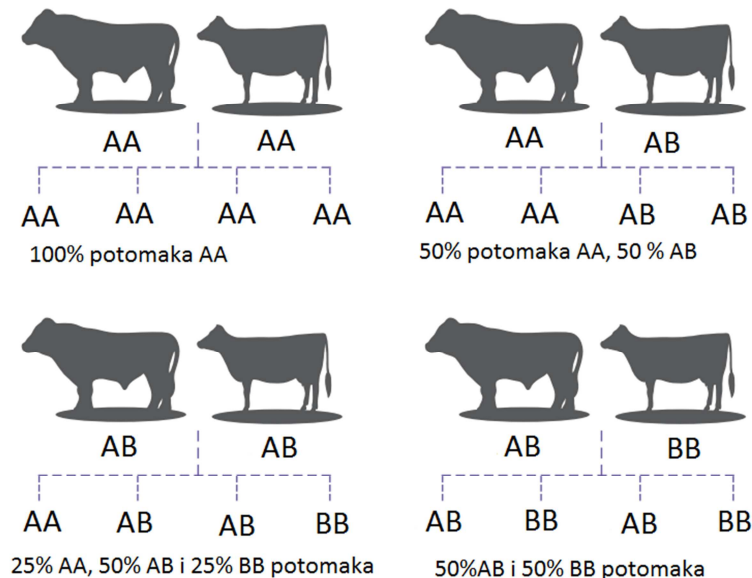


Slika 1. Udio pojedinih frakcija u mlijeku

Bjelačevine mlijeka, a posebice kapa kazein zbog malog broja lokusa koji utječu na njihovu sintezu, često su predmet genetskih istraživanja, pa spadaju gotovo među 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 amino kiselinama na poziciji 136 i 148 (alanin). **Varijanta B se povezuje s povećanom mliječnošću, većim udjelom bjelančevina i većom količinom proizvedenog sira.** Sa navedene dvije varijante moguća su tri genotipa kapa kazeina: AA, AB i BB. **Genotip BB se smatra najpoželjnijim za proizvodnju sira.** Studije su pokazale da je prinos sira za 7 do 15% veći kod onih životinja koje imaju BB genotip, a ujedno je smanjeno vrijeme grušanja sira za 25% i povećana čvrstoća gruša 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% će biti AB genotipa. U slučaju da su i bik i krava heterozigoti (AB),

25% potomaka će imati manje poželjni AA genotip, 50% će biti heterozigotnog 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% će biti poželjog homozigotnog genotipa BB.



Slika 2. Moguće varijante i nasljeđivanje varijanti kapa kazeina (Izvor:

https://www.zoetisus.com/_locale-assets/mcm-portal-assets/products/publishingimages/genetics-images/clarifide-pdfs/milk_proteins.pdf)

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 gruša. 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 poželjnog 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 se od veljače 2015. godine, pored genskih defekata, određuju i varijante genetskih osobina **kapa kazeina** koristeći tzv. prilagođeni čip. S 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. Na žalost, genotip BB nije učestao kod simentalske pasmine. Među genotipiziranim muškim životinjama na web stranici ZAR-a dostupna je informacija za samo njih 36 sa poželjnim genotipom (AB ili BB), iako je pretpostavka da u populaciji imao puno više njih s poželjnim genotipom. U hrvatskoj populaciji genotipizirane simentalske teladi među 50 najboljih po genomskoj UV, dva teleta ima poželjni genotip BB, a 14 ih ima genotip AB.

Nedavno je otkriveno da sastav kazeina utječe i na zdravlje potrošača. U tom kontekstu se najčešće spominje **beta kazein**. A1 i A2 su genetske 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™".

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