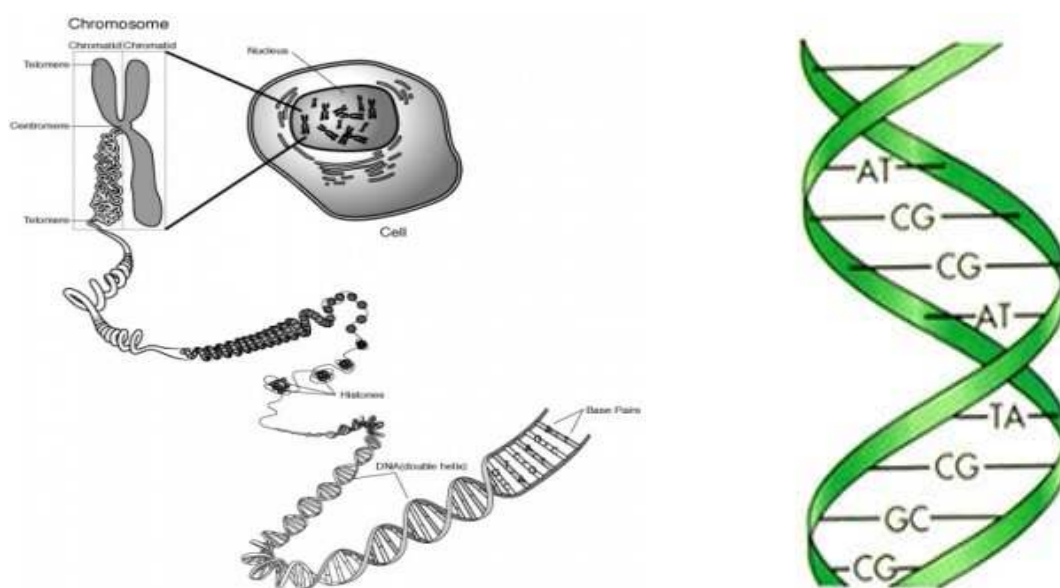


Primjena genomske selekcije u ovčarstvu i kozarstvu

mr.sc. Marija Špehar (mspehar@hpa.hr)

doc. dr.sc. Gregor Gorjanc (gregor.gorjanc@bf.uni-lj.si)

Unapređenje stočarske proizvodnje sa genetskog stajališta ima za cilj izabrati (selekcionirati) životinje poželjnih fenotipova za gospodarski značajna svojstva, te ih koristiti kao roditelje slijedećih generacija potomaka. U posljednjih nekoliko godina, tradicionalne metode selekcije su nadopunjene genetskim analizama organizama temeljenim na otkrivanju gena koji utječu na izražaj određenih gospodarski značajnih svojstava ili određivanju njihove približne lokacije/regije u genomu. Tako dolazimo do pojma **genomike** koja proučava genetski materijal neke jedinice na molekularnoj razini cijeloga genoma. Genetski materijal jedinice čine kromosomi. Njihov se broj razlikuje od vrste do vrste, pa tako ovce imaju 27 parova (tj. 54 kromosoma), a koze 30 parova (tj. 60 kromosoma). Svaki je kromosom izgrađen (slika 1a i 1b) od DNA molekule koja ima izgled duge dvostruke uzvojnice. Ona nosi upute o tome kako životinja raste, razmnožava se i reagira na okolišne promjene, kako probavlja i pohranjuje hranjive tvari i reagira na bolesti.



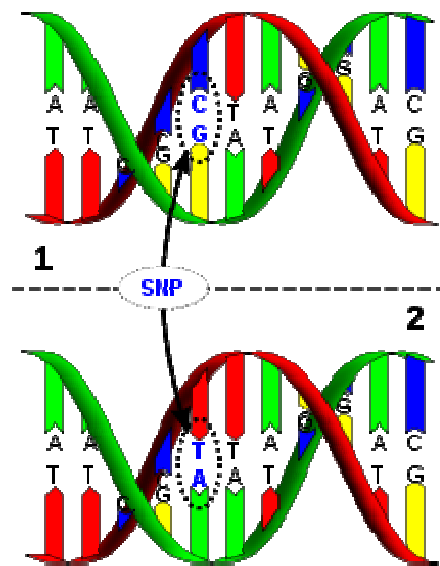
Slika 1a. Kromosom i njegova građa (izvor: <http://www.mountsinai.on.ca/care/pdmg/genetics/basic>)

Slika 1 b. Slijed nukleotidnih baza u DNA molekuli (izvor: <http://www.calabriadna.com/>)

U građi DNA molekule varijabilni dio su tzv. nukleotidne baze: adenin (A), guanin (G), citozin (C) i timin (T). Upravo poredak ovih baza duž lanca DNA molekule je ono što jednu životinju čini različitom od druge i različitom od ostalih vrsta. Određeni broj nukleotidnih baza na određenoj poziciji duž kromosoma čini gene. Geni su osnovna jedinica nasljeđivanja i smješteni su na određenoj poziciji u kromosomu. Mnoge proizvodne osobine ovaca, kao što su količina mlijeka, tjelesna težina ne kontrolira samo jedan nego su pod utjecajem velikog broja gena.

Kao što je ranije napomenuto, genomika omogućila otkrivanje gena odgovornih za izražaj gospodarski značajnih svojstava ili određivanje njihove približne lokacije u genomu i to

koristeći genetske markere. Genetski markeri nisu geni koji utječu na proizvodna ili druga svojstva životinja već označavaju određeno mjesto u genomu gdje se potencijalno nalaze geni. Često se u genomu javljaju tzv. **'snip'** (SNP) **markeri** (engl. Single Nucleotide Polymorphisms). Ti markeri označavaju promjenu samo jedne nukleotidne baze u molekuli (slika 2). Jedinka dobije gene (zapisane na molekuli) od oca i majke što je na slici 2 prikazano sa dva segmenta sekvence - tako je npr. kopija 1 od oca, a kopija 2 od majke. SNP marker označava razliku DNA molekule u samo jednoj nukleotidnoj bazi (C-G kod oca i T-A kod majke). Ovakve razlike u molekuli se često kodiraju sa slovima, npr. A i B. Moguće kombinacije su AA (homozigot za alelu A), AB (heterozigot) i BB (homozigot za alelu B) za svaki SNP marker.



Slika 2. SNP marker genotipa jedne životinje (izvor: www.sheepcrc.au)

Poznato je na tisuće SNP za koje se zna pozicija u genomu kao i posljedica promjene nukleotidne baze. Tako npr. životinje s težim runom imaju adenin (A) u određenom SNP, dok one s lakšim runom imaju gvanin (G) u istom SNP. Međutim, za mnoge SNP se ne zna uzrokuju li bilo kakve promjene u izražaju nekih svojstava ili su možda samo u blizini nekog gena. Iz tog razloga je testirano više od 50.000 SNP da se vidi njihova povezanost s izražajem određenog svojstva. Ovo se testiranje provodi koristeći tzv. Illumina SNP50K čip (slika 3). SNP čip je mala staklena ploča koja ima 12 panela (utora), gdje se testira 50.000 SNP za pojednu životinju pokazujući koji je nukleotid prisutan na pojedinom SNP položaju. Prije samog testiranja potrebno je uzeti uzorak tkiva (najčešće se koristi krv, sjeme, folikul dlake ili sluznica) iz kojeg se u laboratoriju izolira DNA i provede genotipizacija (npr. koristeći Illumina SNP50K čip). Rezultat genotipizacije su signali za svaki od 50.000 SNP markera koji se računski pretvaraju u SNP marker genotip (AA, AB ili BB). Time se dobije rezultat (genotip) za više od 50.000 SNP markera za svaku genotipiziranu životinju. Razvoj Illumina OvineSNP50K čipa je proveden putem međunarodnog konzorcija za istraživanje genoma ovaca koristeći genom 23 pasmine ovaca. Ovaj čip je u primjeni od 2010. godine. Od jeseni 2011. godine čipovi se koriste i u kozarstvu - Illumina SNP50K za koze je razvijen koristeći genom 25 pasmina koza.



Slika 3. Illumina OvineSNP60K čip (izvor: Sheep CRC)

Nakon provedene genotipizacije i dobivanja SNP genotipa, ove informacije možemo primjeniti kod:

- Slijedivosti proizvoda – utvrđuje se izvornost porijekla (janječeg) mesa i mesnih proizvoda;
- Provjera podrijetla – za genotipiziranu janjad i jarad se može provjeriti porijeklo pod uvjetom da je DNA dostupna za ovnove i ovce. Na ovaj način se mogu popraviti greške u porijeklu, a ujedno i spriječiti uzgoj u srodstvu. Pravilna identifikacijom životinja omogućiti će se i bolji management u stadu i povećati pouzdanosti procijene uzgojne vrijednosti;
- Utvrđivanje povijesti populacije i raznolikosti pasmina ovaca i koza u svijetu – utvrditi se može povezanost između jedinki i pasmina, te izračunati efektivna veličina populacije. Tako je provedeno istraživanje kojim su bile obuhvaćene 74 pasmine ovaca i kojim je prikazana njihova genetska povezanost. Osim toga, utvrđena je i veća efektivna veličina populacije ($N_e=300$) pojedinih pasmina u odnosu na pasmine goveda;
- Tzv. GWAS istraživanja koja uključuju otkrivanje SNP u kompletnom setu DNA koji se nalaze u blizini gena čije su genetske varijacije povezane s određenim bolestima (malformacije, kožne bolesti), sa rogatošću/bezrožnošću, prekrivenošću klaoničkih trupova tzv. žutom mašću (slika 4);



Slika 4. Prekrivenost trupa tzv. žutom mašću (izvor: McEwan i sur., 2010)

- Genomska selekcija – na području genomske selekcije ovaca u svijetu najveći napredak je ostvaren u Australiji i Novom Zelandu. Trenutno je u tijeku međunarodni projekt ISGC (International Sheep Genomics Consortium) u kojem sudjeluju znanstvenici iz Australije i

Novog Zelanda, ali i ostalih država i to Austrije, Brazila, Kine, Finske, Francuske, Njemačke, Grčke, Indije, Irana, Izraela, Italije, Kenije, Norveške, Španjolske, Švicarske, Turske, Velike Britanije i SAD-a. Cilj projekta je razvoj metoda genomike koja će pomoći pri otkrivanju gena odgovornih za proizvodna svojstva i otpornost ovaca. U suradnji sa već spomenutim Illumina poduzećem izrađen je tzv. OvineSNP50 čip koji se koristi za identifikaciju SNP markera povezanih sa svojstvima otpornosti na bolesti i poboljšanje mesnih proizvoda.

U Europi se na području genomske selekcije kod ovaca najviše radi u Francuskoj. Za potrebe genomske selekcije korišten je već spomenuti OvineSNP50 čip u sklopu više projekata u koje su aktivno uključene i uzgojne organizacije u Francuskoj. Jedan od ciljeva projekata je uključivanje utjecaja SNP kao dodatne informacije za procjenu uzgojne vrijednosti za svojstva mliječnosti za pasminu ovaca Lacaune na način kao što opisno prije. Rezultati upotrebe SNP podataka kažu, da je moguće procijeniti uzgojnu vrijednost mladih životinja sa relativno visokom pouzdanošću procjene što omogućava povećanje genetskoga napretka.

Razvoj genomske selekcije u ovčarstvu, a naročito u kozarstvu odvija se sporijim tempom nego u govedarstvu. Međutim, ovce i koze čine znatni udio u ukupnoj svjetskoj proizvodnji mlijeka, mesa i vlakna naročito u zemljama u razvoju. Stoga je bitno iskoristiti genetsku varijabilnost za poboljšanje proizvodnje ali i otpornosti na različite bolesti koristeći suvremene metode uzgoja. Genomska selekcija je svakako jedna od njih.