

Genomske uzgojne vrijednosti u svinjogojstvu

Boris Lukić¹, Raguž Nikola¹, Špehar Marija², Goran Kušec¹

¹Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Hrvatska

²Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb

Uvod

Primjena genomske informacije u raznim područjima proizvodnje hrane, pristup je koji podrazumijeva korištenje DNK (*Deoksiribonukleinska kiselina*) informacija radi unaprjeđenja uzgoja i proizvodnje, kvalitete proizvoda itd. Ove se genomske tehnologije u proizvodnji hrane svakodnevno koriste u uzgoju brojnih i različitih vrsta organizama (bakterije, kvasci, biljke itd.), dok se u stočarskoj proizvodnji ove suvremene tehnologije koriste uglavnom u selekciji životinja s glavnim ciljem povećanja ekonomske dobiti, učinkovitosti proizvodnje te kvalitete proizvoda. Uzgoj svinja, odnosno selekcija je danas usmjerena uglavnom na proizvodnju križanaca za razliku od uzgoja mliječnih krava, gdje je naglasak na proizvodnji životinja u čistoj pasmini. S pojavom spomenutih naprednih tehnologija, ovi se koncepti te uzgoj općenito, mogu izmijeniti te dodatno unaprijediti.

Cilj ovog rada je predstaviti i pojasniti uzgajivačima svinja koje su prednosti korištenja genomske tehnologije u selekciji te koji su nedostaci. Također, s obzirom na iznimno dinamično razdoblje proteklih godina vezano uz ovu tematiku, drugi je cilj ovog rada upoznati uzgajivače sa praksom i terminologijom koja se koristi u kontekstu genomske dostignuća u suvremenoj stočarskoj praksi koja je često i ljudima iz struke nejasna, te završno ukazati na razdoblje koje nas čeka ispred nas, u bliskoj i daljnjoj budućnosti.

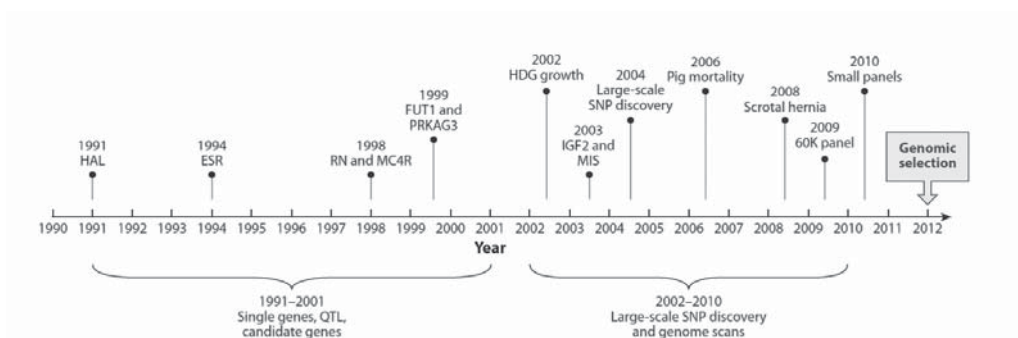
Klasična selekcija u uzgoju svinja

Klasični pristup u selekciji domaćih životinja koristi informacije o porijeklu i fenotipu (pojedinačnim mjerenjima svojstava svake životinje, npr. dnevni prirast) kako bi procijenio uzgojnu vrijednost pojedinih jedinki za dati fenotip. Uzgojna je vrijednost osnova za odabir životinja koje će biti roditelji slijedećih generacija potomaka. U uzgoju svinja, ovaj je pristup pokazao iznimne rezultate za većinu ekonomskih važnih svojstava, primjerice, konverzija hrane je u zadnjih 50 godina unaprjeđena za 50% (Dekkers, 2004).

Međutim, u određenim slučajevima kada svojstva koja želimo unaprijediti imaju nizak heritabilitet ili malo prikupljenih podataka ovaj je pristup postigao lošije rezultate. Također, nisu znatno unaprjeđena ovim pristupom ona svojstva koja se mogu izmjeriti samo u kasnijoj životnoj dobi ili nakon klanja, samo na muškim ili samo na ženskim životinjama te u slučaju svojstava otpornosti na bolesti (Meuwissen, 2003).

Genomska selekcija u uzgoju svinja

U selekciji svinja, vrlo su rijetki primjeri u kojima je bilo moguće iskoristiti pojedinačne genetske markere koji se nalaze u blizini gena odgovornih za izražaj određenog svojstva i to iz razloga jer ih je teško otkriti, te zato što uglavnom imaju slabi utjecaj na svojstva od ekonomskog interesa. Izuzeci su *PRKAG3 (RN)* gen otkriven sredinom 80-ih (Monin i Sellier, 1985.) koji ima snažan utjecaj za završne pH vrijednosti mesa nakon



*HAL (Halotan gen); ESR (Estrogen receptor gen); Rn (Rendement Napole gen); MC4R (Melanokortinski 4 receptor), FUT1 (FUT1 gen), PRKAG3 (PRKAG3 gen), HDG growth (Visoki dnevni prirast), IGF2 (Inzulinu srodan faktor rasta 2), Large scale SNP discovery (otkrivanje SNP polimorfizama u velikom obimu), Pig mortality (mortalitet svinja), Scrotal hernia (Skrotalna hernija), 60K panel (primjena gustih mapa sa 60000 SNP polimorfizama), Small panel (primjena rjedih mapa sa manjim brojem SNP polimorfizama).

Grafikon 1. Primjena genomske informacije u selekciji svinja od 1990. godine do danas (izvor: Eenennaam i sur., 2014.)

klanja, te slabu sposobnost zadržavanja vode kod pasmine Hampshire. Drugi genetski marker poznatiji kao halotan gen ili *RYR1*, odgovoran je za visoku sklonost na malignu hipertermiju potaknutu stresom. Genomske informacije o ova dva gena se počinju koristiti u uzgojnim programima svinja tijekom 90-ih godina.

Danas, uzgajivači svinja imaju dostupan novi pristup za unaprjeđenje uzgoja odnosno genetskog napretka koji za razliku od prethodno opisanog koristi istovremeno veliki broj (preko 60000) genomskih markera neovisno o njihovoj biološkoj funkciji. Ovaj je pristup prvi put predložen u radu Meuwissen i sur. (2001), u kojem se uzgojne vrijednosti procjenjuju na temelju gustih mapa genomskih markera, gdje zbroj utjecaja svih markera predstavlja tzv. direktnu genomsku vrijednost životinje. Ovim se genomskim markerima vrlo precizno može utvrditi srodstvo između životinja u populaciji, te se u ovom slučaju matrica srodstva, koja se prije formirala iz porijekla sada formira koristeći veliki broj SNP (engl. *Single-nucleotide polymorphism*) marker genotipova. Ograničavajući faktor u komercijalnoj primjeni genomske selekcije je relativno visoka cijena koju provoditelji uzgojnih programa ili uzgojne kompanije moraju platiti da bi laboratorijski odredili genotipove za svaku životinju pojedinačno, odnosno za genotipizaciju njihovih životinja. Potrebno je i vrlo oprezno odlučiti koje životinje treba genotipizirati iz nukleusa stada te koje iz komercijalnih farmi što dodatno ograničava široku primjenu. Pored navedenog, genomski je selekcija vrlo sofisticirana metodologija za čije je provođenje potrebno imati odgovarajuću infrastrukturu (veliki broj životinja, ljudski kapaciteti, novčana sredstva itd.) Međutim, s obzirom da je cijena genotipiziranja životinja u posljednjih nekoliko godina pala, vodeće su uzgojne kompanije (PIC, Topigs, Hypor) počele sa provođenjem genomske selekcije čije su genomski odabrane krmače i nerastovi dostupni za komercijalno iskorištavanje. Također, ovu su metodologiju uglavnom iskoristile navedene kompanije jer za razliku od ostalih u relativno kratkom roku mogu ostvariti ekonomsku dobit i povrat investiranih sredstava u istraživanje i razvoj.

Prednosti i nedostaci genomskog pristupa

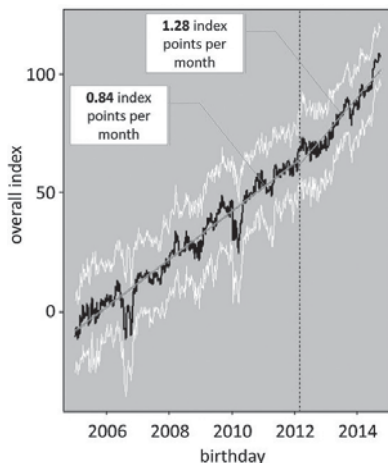
Brojne straživačke skupine u svijetu istražuju kolika je razina unaprjeđenja uzgoja odnosno koliki je genetski napredak proizašao s ovim pristupom. Genetski napredak ovisi o selekcijskom intenzitetu, generacijskom intervalu te o točnosti procjene uzgojnih vrijednosti. U slučaju mliječnog govedarstva, za postizanje što višeg genetskog napretka naglasak je dat na visoku točnost uzgojnih vrijednosti, koja iznosi oko 90% u slučaju progenog testiranja. Prema tome, uloga genomskih procjena kod mliječnih krava biti će u skraćivanju generacijskog intervala, a nešto manje u točnosti procjena. U selekciji svinja pak, naglasak nije na skraćivanju generacijskog intervala (jer je inače kratak), stoga genetski napredak proizlazi prvenstveno iz točnosti genomskih procjena koje su dostupne u istoj dobi životinja, a trenutno su u usporedbi za mliječnim kravama relativno niske. Glavna svojstva od interesa u selekciji svinja su mjerljiva za života u oba spola (prirast, konverzija, mortalitet prasadi) osim svojstava polovice i kvalitete mesa, stoga baze podataka sadržavaju iznimno veliku količinu podataka za sva testirana grla, čisto-krvna te križance što predstavlja znatan trošak genotipizacije pri odabiru kandidata za selekciju. Za razliku od sustava mliječnog govedarstva gdje uzgojni sustavi dijele baze podataka, u uzgoju svinja podaci se koriste zasebno gdje svaki provoditelj uzgojnih programa ili uzgojne kompanije vode vlastite matične knjige i provodi vlastitu selekciju što je ujedno i veliki problem za sustavnu primjenu genomskih tehnologija.

Uspješni primjeri genske selekcije u uzgoju svinja

U posljednjih su 3-4 godine, vodeće uzgojne kompanije započele sa primjenom genske selekcije (GBLUP metodologija sa genomskom matricom) koju kombiniraju sa informacijama iz pedigreea. Od ove se metodologije najviše koristi očekuje kod svojstava sa niskim heritabilitetom, spolno vezanim svojstvima te teško mjerljivim svojstvima. Za neka proizvodna svojstva te svojstva plodnosti koja su od najvećeg značaja u rutinskom vrednovanju, genske uzgojne vrijednosti su unaprijedile točnost procjena značajno, primjerice za svojstvo broj rođene prasadi sa pUV 0,25 (uzgojne vrijednosti procjenjene matricom srodstva) na gUV 0,42 (uzgojne vrijednosti procjenjene genomskom matricom) (Ibanez-Escriche i sur., 2014). Za svojstvo dnevnog prirasta točnost procjena pUV je iznosila 0,29 dok za gUV 0,50; za svojstvo dnevnog unosa hrane pUV 0,27 dok za gUV 0,50; za svojstvo debljina leđnog mišića pUV 0,28 dok za gUV 0,51 (Ibanez-Escriche i sur., 2014). Navedeni se rezultati odnose na PIC svinje. Drugi primjeri gdje se postigao veliki napredak je primjerice broj sisa (Knol i sur., 2016.). Dodatkom 4 najutjecajnijih SNP markera u model sa pedigree matricom, točnost je unaprijeđena za 27%, dok je sa zamjenom matrice srodstva sa genomskom matricom odnosno primjenom isključivo genomskih informacija točnost povećana za 50%. Drugi primjer je u slučaju svojstva mortalitet prasadi nakon odbića gdje je točnost uzgojnih vrijednosti porasla također za 50%. Vjerojatno se najznačajniji genetski napredak sa primjenom genomskih informacija može vidjeti na grafikonu 2., gdje je nakon 2012. godine kad je uvedeno gensko vrednovanje genetski napredak porastao za 50% za ukupni selekcijski indeks od 8 svojstava (Knol i sur., 2016.).

Zaključak

Genomska je selekcija unazad nekoliko godina postala standardna metoda genetskog vrednovanja, ali samo kod vodećih uzgojnih kompanija. U uzgoju svinja gdje su točnosti procjena uzgojnih vrijednosti glavni čimbenici u postizanju višeg genetskog napretka, genske uzgojne vrijednosti su pokazale značajna unaprjeđenja u postizanju



Grafikon 2. Genetski trend za selekcijski indeks prije i poslije primjene genomske selekcije
Izvor: (Knol i sur., 2016.)

viših točnosti genetskog vrednovanja. Da bi ova tehnologija postala prihvaćena kao rutinska metoda na svima razinama, potrebno je dosta truda uložiti u stvaranje uzgojnih strategija i pristupa. Važno je napomenuti cijenu koštanja genotipizacije životinja kao glavni ograničavajući faktor zajedno sa ljuskim kapacitetima i pratećom infrastrukturom, jer upravo je ekonomska opravdanost ulaganja u ovu tehnologiju upitna ukoliko krajnji rezultati odnosno financijska dobit nije zadovoljavajuća. Dodatne prednosti koje prate primjenu ove tehnologije su mogućnosti iskorištavanja utjecaja dominantnosti u uzgojnim programima te kontrola uzgoja u srodstvu.

Literatura

1. Dekkers J.C. (2004): Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons. J. Anim. Sci. 82(E-Suppl.):E313–28
2. Eenennaam Alison Van L., Weigel Kent A., Young Amy E., Cleveland Matthew A., Dekkers Jack C.M. (2014): Applied Animal Genomics: Results from the Field. The Annual Review of Animal Biosciences 2014. 2:105–39
3. Ibáñez-Escriche Noelia, Forni Selma, Noguera Jose Luis, Varona Luis (2014): Genomic information in pig breeding: Science meets industry needs. Livestock Science 166 (2014) 94–100.
4. Knol Egbert F., Nielsen Bjarne, Knap Pieter W. (2016): Genomic selection in commercial pig breeding Animal Frontiers, Vol. 6, No.1. 15-22.
5. Meuwissen T. (2003): Genomic selection: The future of marker assisted selection and animal breeding. In Marker assisted selection: A fast track to increase genetic gain in plant and animal breeding? Pp. 54-59. Turin, Italy, 17-18 Oct. 2003. FAO, Rome.
6. Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J. and Goddard, M. E. (2001): Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. Genetics 157, 1819-1829
7. Monin G. and Sellier P. (1985): Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. Meat Science Volume 13, Issue 1, 1985, Pages 49-63