

SELEKCIJA U SVINJOGOJSTVU HRVATSKE**D. Vincek****Sažetak**

Uzgojni program/i određuje/u način kako doći do ekonomske koristi od životinja, te ih je potrebno dopunjavati, mijenjati i prilagođavati sukladno zahtjevima tržišta. Nekada su se uzgojni programi zasnivali na dokazanim pojedincima koji su imali određene vještine kojima su unaprijeđivali svoju proizvodnju. U svinjogojstvu se organizirani oblik provođenja uzgojno selekcijskog rada počeo provoditi 1931. godine kada je osnovan savez selekcijskih zadruga za uzgoj svinja. U početku je ustrojena matična evidencija, kontrola utroška hrane, prirast te rasplodna proizvodnja. Na taj način su stvorene osnove za početak provedbe selekcijskog rada. Za procjenu uzgojnih vrijednosti svinja u Hrvatskoj do 2004. godine upotrebljavali su se različiti selekcijski indeksi, te se nakon toga prešlo na procjenu uzgojne vrijednosti nerasta i nazimica u proizvodnim uvjetima (field test) te na procjenu uzgojne vrijednosti krmača na veličinu legla putem najbolje linearne nepristrane procjene (BLUP). Uzgojnim programom iz 1997. godine definirani su uzgojni ciljevi. Međutim, nakon deset godina provođenja programa definirani uzgojni ciljevi još uvijek nisu ostvareni. Zadane norme i nisu tako velike same po sebi, jer je većina europskih zemalja i njihovih uzgoja davno dostigla zadane vrijednosti.

Metode ocjenjivanja uzgojne vrijednosti [selekcijski indeks, BLUP (sire ili animal model)] koriste i danas informacije koje se temelje na fenotipu da bi se procijenio genotip. Problem je u osobinama s niskim heritabilitetom. Ta se skupina svojstava izražava kasnije u životu, a budući da su neka od njih teško mjerljiva, ne mogu se koristiti kao kriterij selekcije. Iz tog razloga, u novije vrijeme, postignuća iz molekularne genetike koriste se i u stočarstvu u cilju njegovog genetskog unaprijeđivanja.

Ključne riječi: selekcija, svinje, selekcijski indeks, BLUP, molekularna genetika

Uvod

Selekcija (odabir), prirodna je, a kasnije i usmjerena neminovnost koja je modelirala životinje tijekom njihove geneze. Mnogo prije udomaćivanja domaćih životinja isključivo je priroda vršila odabir, nekad blaži, nekad stroži, a samo prilagođene jedinice odnosno populacije su preživjele. Nakon pripitomljavanja životinja, čovjek se upliće u selekciju usmjerenim i ciljnim uzgojno-selekcijskim radom, koji uglavnom nije bio u sukobu s prirodom same

Dragutin Vincek - Varaždinska županija Franjevački Trg 7, 42000 Varaždin, Hrvatska, (e-mail: poljoprivreda@varazdinska-zupanija.hr), tel: 00/385/42/390-579

životinje. Rezultati promišljenog uzgojnog rada ogledaju se u mnoštvu pasmina životinja koje se odlikuju mnogobrojnim poželjnim ekonomskim svojstvima kao što su: meso, plodnost, prirast itd.

Selekcija predstavlja uzgoj najboljih jedinki. Pod najboljim jedinkama podrazumijeva se izbor takvih životinja koje će svojim genetskim potencijalom prenesenim na potomstvo, omogućiti ostvarenje takvog uzgojnog cilja koji donosi odgovarajuću ekonomsku dobit. Selekcijom se ne stvaraju novi geni, već se mijenja njihova frekvencija, odnosno povećava se frekvencija poželjnih a smanjuje frekvencija nepoželjnih gena (osobina). Frekvencija gena se u selekcioniranoj skupini razlikuje od one koja je bila u populaciji prije selekcije. Ukoliko nema razlike tada su frekvencije gena iste i kod potomaka i kod roditelja.

Uzgojni program/i određuju način kako doći do ekonomske koristi od životinja, te ih je potrebno dopunjavati, mijenjati i prilagođavati tržištu. Nekada su se "uzgojni programi" zasnivali na dokazanim pojedincima (uzgajivačima) koji su imali određene vještine kojima su "unaprijeđivali svoju proizvodnju". Na temelju dugogodišnjih iskustava i "dobrog oka" odabirali su za rasplod po svom mišljenju najbolje životinje. Iako nije bilo velikog selekcijskog pritiska određeni napredak se ostvarivao, što u komparaciji s današnjim metodama i načinima predstavlja vrlo mali učinak.

Na samom početku prilikom definiranja uzgojnog/ih programa postavljaju se dva osnovna pitanja:

- 1) *U kojem smjeru želimo ići?*
- 2) *Kako do tamo stići?*

Zbog toga uzgojni program mora također dati konkretne odgovore na sljedeća pitanja:

- 1) *Što je uzgojni cilj? Koja svojstva je potrebno popraviti i u kakvom odnosu su ona u odnosu na ostala svojstva?*
- 2) *Što i tko će se mjeriti? Koja svojstva? Koje životinja?*
- 3) *Da li trebamo koristiti kakvu reproduktivnu tehnologiju (umjetno osjemenjivanje, embrio transfer)?*
- 4) *Koliko i koje životinje trebamo za selekciju roditelja sljedeće generacije?*
- 5) *Kako ćemo pariti selekcionirane muške i ženske životinje?*

Uzgojni cilj jedna je od najvažnijih osobina koju treba što točnije definirati. Ukoliko selekcijom pokušavamo popraviti "kriva" (ili loša) svojstva možemo se

dovesti u situaciju da pokvarimo (unazadimo) čitavu populaciju na kojoj vršimo određeni uzgojni program s tako zadanim ciljevima. Vrlo često se zna dogoditi da uzgojni program pati zbog nedovoljno precizno definiranog/ih uzgojnih ciljeva.

Kada su zadani uzgojni ciljevi, unutar uzgojnog programa potrebno je definirati svojstva (osobine) koja će se mjeriti (dnevni prirast, debljina leđne slanine i itd.). Navedena svojstva spadaju u kvantitativna ili metrička svojstva. Treba voditi brigu da su kvantitativna svojstva nasljedno uvjetovana većim brojem gena, od kojih svaki od njih ima neki mali učinak odnosno doprinos u izražavanju svojstva. Broj mogućih kombinacija genotipova je vrlo velik i fenotipski se izražava kao neprekidno variranje. Radi se zapravo o simultanoj segregaciji mnoštva gena, koji su poznati pod nazivom minor geni. Često ih nazivaju i poligenima. Kvantitativna svojstva su, za razliku od kvalitativnih, pod utjecajem vanjskih ili okolišnih čimbenika koji dodatno doprinose njihovoj varijabilnosti. Stoga je ukupna odnosno fenotipska varijabilnost kvantitativnih svojstava rezultat djelovanja gena i okolišnih čimbenika.

Kada uvažimo sve nabrojeno vrlo važno je i unutar uzgojnog programa odrediti načine (baza, porijeklo, BLUP, genetski marker...) procjene uzgojnih vrijednosti koje će najtočnije procijeniti onaj dodatni dio genotipa (ili fiksirati pojedini gen) koji se prenosi na sljedeću generaciju kako bi se ostvarili zadani ciljevi.

Metode selekcije svinja u Hrvatskoj

Počeci

U povijesti organizacije i provođenja određenih postupaka selekcije prvi zabilježeni podaci datiraju iz kraja 19. stoljeća kada se na prostorima današnje Hrvatske počinju organizirati marvogojska udruženja. Kako su u ono vrijeme udruženja imala određene ovlasti, počelo se izmjerama i ocjenama goveda, što su bile gotovo jedine mjere selekcije. Određeni napredak napravljen je uvođenjem kontrole mliječnosti (od 1929. godine).

U svinjogojstvu se organizirani oblik provođenja uzgojno selekcijskog rada počeo provoditi 1931. godine kada je osnovan savez selekcijskih zadruga za uzgoj svinja. U početku je ustrojena matična evidencija, kontrola utroška hrane, prirast te rasplodna proizvodnja. Na taj način su stvorene osnove za početak provedbe selekcijskog rada. Za daljnji uzgojno selekcijski rad bitan je bio Program uzgoja i selekcije svinja u Republici Hrvatskoj iz 1979. godine. Povećanjem broja životinja pod kontrolom, postalo je nužno korištenje računala

u svrhu obrade podataka i izračuna selekcijskog indeksa. Plan i program je doživio svoje izmjene i nadopune 1997. godine, ali samo u dijelu fenotipskog praćenja (željeni uzgojni ciljevi) dok je u odabiru najboljih životinja kao budućih roditelja i dalje ostao na snazi selekcijski indeks.

Selekcijski indeks

Metodu selekcijskih indeksa prvi su razradili i primijenili u stočarstvu Hazel i Lush 1942. godine. Formula tako konstruiranog indeksa bila je:

$$SI = 0.13 \times W - 0.232 \times S + 0.164 \times P, \quad \text{gdje je:}$$

W - tjelesna masa svinja sa 180 dana,

S - konformacija svinja pred klanje,

P - proizvodnost majke iskazana veličinom i masom legla pri odbiću.

Za procjenu uzgojnih vrijednosti svinja u Republici Hrvatskoj do 2004. godine upotrebljavali su se različiti indeksi. Za pasmine A i B (*očinske pasmine*) unutar uzgojnog programa, upotrebljavao se jedan indeks, a za pasmine C i D (*majčinske pasmine*) različiti indeksi:

$$SI_{A(B)} = (X_P - \bar{X}_P) - 154(X_H - \bar{X}_H) - 24(X_S - \bar{X}_S) + 36(X_E - \bar{X}_E)$$

$$SI_C = 0.9(X_P - \bar{X}_P) - 172(X_H - \bar{X}_H) - 25(X_S - \bar{X}_S)$$

$$SI_D = 1.2(X_P - \bar{X}_P) - 122(X_H - \bar{X}_H) - 18(X_S - \bar{X}_S)$$

U ovim jednadžbama \bar{X}_P , \bar{X}_H , \bar{X}_S , \bar{X}_E su prosjeci skupina odnosno vršnjaka za dnevni prirast u gramima, utrošak hrane u HJ/kg prirasta, debljina slanine u mm i ocjena eksterijera s 1-5 bodova. Fenotipska manifestacija svojstava za pojedina grla kojima se izračunava indeks u istim mjernim jedinicama iskazan je s X_P , X_H , X_S , X_E .

Nakon izračunavanja selekcijskog indeksa za svako pojedinačno grlo prema navedenim jednadžbama bilo je potrebno obaviti standardizaciju indeksa prema formuli:

$$I_s = \frac{I - \bar{i}}{s_i} s_i + \bar{i}$$

I_s je standardizirani indeks, I je indeks svakog pojedinačnog grla iz skupine jedinki iste pasmine u određenom vremenskom intervalu (3 mjeseca) \bar{i}

je prosječni indeks skupine, s_i je standardna devijacija indeksa skupine, s_t standardna devijacija kojoj se teži i i_s je razina na koju se želi svesti indeks (obično 100).

Prilikom procjena indeksom pretpostavlja se da su prosjeci populacija (ili pojedinih utjecaja kao što je farma, godina, itd.) poznati. Međutim u stvarnosti, prosjeci i utjecaji, ne samo da nisu poznati, već se mijenjaju tijekom uzgojnog rada. S obzirom da se životinje procjenjuju na temelju raspoloživih podataka (ne vodi se briga o porijeklu, razlici između farmi, godinama testiranja) ponekad se ne može dovoljno točno procijeniti uzgojna vrijednost pojedine životinje.

BLUP

U hrvatskom svinjogojstvu od 2004. godine prešlo se na procjenu uzgojne vrijednosti nerasta i nazimica u proizvodnim uvjetima (field test) te na procjenu uzgojne vrijednosti krmača na veličinu legla putem najbolje linearne nepristrane procjene (BLUP), a koristeći mješoviti linearni model (Henderson, 1984.). BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) ili najbolje linearno nepristrano predviđanje je statističko-matematička metoda koja se smatra najboljom i najobjektivnijom za procjenu uzgojnih vrijednosti (UV). Općenito, BLUP je način nepristrane procjene slučajnih utjecaja u tzv. mješovitom modelu (engl. mixed model) u kojem se istovremeno procjenjuju sistematski okolišni utjecaji (npr. farma, godina, sezona) i slučajni utjecaji (npr. zajednička okolina u leglu, slučajni utjecaj životinje ili uzgojna vrijednost). Mješoviti model u kojem je slučajni utjecaj sama životinja, a istovremeno koristeći pedigree u definiranju genetske veze među životinjama, zove se animal model. Taj model, dakle, koristi sve raspoložive izvore informacija:

- 1) mjerenja,
- 2) porijeklo,
- 3) procjenu parametara.

Razvojem računalnih programa za procjenu uzgojnih vrijednosti (VCE-5, PEST), uporaba miješanog modela se raširila u uzgoju i selekciji domaćih životinja. Prvi začeci primjene BLUP-a evidentirani su u Skandinavskim zemljama i Kanadi (1984.), dok su se nešto kasnije prve analize radile i u Sloveniji (1984.).

Neke prednosti procjene pomoću BLUP-a u odnosu na selekcijski indeks:

- moguća procjena uzgojne vrijednosti (UV) između farmi i uvažavanje drugih sustavnih utjecaja, kao što su sezona, godina, itd., na taj je način moguća nepristrana procjena i usporedba genetske vrijednosti životinja iz različitih farmi, godina, generacija itd.
- procjena UV uvažavajući informacije srodnika iz pedigreea
- definiranjem genetskih skupina mogu se uspoređivati rezultati selekcijskog rada i doprinos uvezenih životinja
- objektivnija procjena genetskog trenda
- točnost procjene UV-a (korelacija između prave i procijenjene UV) se povećava, jer je i količina informacija koja se koristi veća; na temelju toga može se očekivati značajno veći genetski napredak.

Procjena uzgojnih vrijednosti nazimica i nerastova iz proizvodnih uvjeta

Model je apstrakcija stvarnosti i ne može nadomjestiti cjelovitu sliku. Analizom podataka, informaciju želimo objasniti na proizvodnoj razini. Za analizu izvora varijabilnosti trajanja testa i debljine ledne slanine u nerasta i nazimica koriste se dva različita modela. Model za trajanje testa pri 100 kg [1] uz prosječnu vrijednost (μ), uključuje sljedeće sistematske utjecaje: interakciju godina-mjesec (M_i) i genotip (G_j). Ako smo imali podatke za životinje oba spola, također je i spol uključen u model (S_k). Model za debljinu slanine [2] uz navedene sistematske utjecaje uključuje regresiju na težinu na kraju testa ($x_{ij[k]lmn}$) unutar genotipa. Slučajni dio modela, koji uključuje utjecaj zajedničkog legla (l_{jm}), direktni genetski utjecaj životinje ($a_{ij[k]lmn}$) i utjecaj uzgajivača (h_l), isti je za oba modela.

$$y_{1ij[k]lmn} = \mu_1 + M_{1i} + G_{1j} [+ S_{1k}] + h_{1l} + l_{1jm} + a_{1ij[k]lmn} + e_{1ij[k]lmn} \quad [1]$$

$$y_{2ij[k]lmn} = \mu_2 + M_{2i} + G_{2j} [+ S_{2k}] + b_{2j} (x_{ij[k]lmn} - \bar{x}) + h_{2l} + l_{2jm} + a_{2ij[k]lmn} + e_{2ij[k]lmn} \quad [2]$$

Procjena uzgojnih vrijednosti za veličinu legla

Veću plodnost križanih krmača unutar uzgojnog programa moguće je ostvariti radom na poboljšanju genetske osnove čistih pasmina iz vlastitog uzgoja. Tako model [3] za procjenu veličine legla kod prvopraskinja ($y_{ijklmnop}$) uključuje sezonu uspješnog pripusta kao interakciju godine i mjeseca (S_i), genotip svinje (G_j), nerasta-oca legla (B_k), te redno prasenje (Z_l) kao sistematske utjecaje. Utjecaj starosti kod prasenja ($x_{ijklmnop}$) opisuje kvadratna regresija unutar rednog prasenja. Model za veličinu legla kod starijih krmača

($y_{2ijklmnop}$) pored nabrojanih utjecaju uključuje i interval od odbića do uspješne koncepcije (P_m) i duljinu prethodne laktacije ($z_{ijklmnop}$) kao linearnu regresiju. Slučajni dio modela, koji uključuje stalan okoliš (p_{jn}), utjecaj zajedničkog legla (l_{jo}), direktni genetski utjecaj životinje (a_{jnop}) isti je za oba modela.

$$\left[\frac{y_{ijklmnop}}{y_{2ijklmnop}} \right] = \mu + S_i + G_j + B_k + Z_l + b_{1l}(x_{ijklmnop} - \bar{x}) + b_{2l}(x_{ijklmnop} - \bar{x})^2 + \left[\frac{0}{P_m + b_3(z_{ijklmnop} - \bar{z})} \right] + p_{jn} + l_{jo} + a_{jnop} + e_{ijklmnop} \quad [3]$$

Molekularna genetika i selekcija

Vratimo li se u prošlost kojih pedeset godina, tada se može konstatirati da su brojna saznanja iz populacijske genetike omogućila značajna genetska poboljšanja u produktivnosti ratarskih kultura i domaćih životinja. Ova se poboljšanja odnose prije svega na razvoj i primjenu takvih metoda ocjene uzgojnih vrijednosti koje su, iako se ocjenjivanje vršilo na temelju fenotipa, omogućile veću točnost u predviđanju uzgojne vrijednosti. Metode ocjenjivanja uzgojne vrijednosti [seleksijski indeks, BLUP (sire ili animal model)] koriste i danas informacije koje se temelje na fenotipu da bi se procijenio genotip. Problem je u osobinama s niskim heritabilitetom kao i u osobinama koje su povezane s reproduktivnom sposobnosti, zdravljem i otpornošću na bolesti i stopom preživljavanja. Ta se skupina svojstava izražava kasnije u životu, a budući da su neka od njih teško mjerljiva, ne mogu se koristiti kao kriterij selekcije. U novije vrijeme se postignuća iz molekularne genetike koriste i u stočarstvu u cilju njegovog genetskog unaprijeđivanja. Ova se postignuća odnose prije svega na analizu DNA primjenom različitih tehnika molekularnih markera ili biljega.

Mogućnost selekcije životinja na temelju segmenta DNA i njihova fenotipa temelji se na spoznaji da se životinje mogu genotipizirati ukoliko postoji podudarnost u genetskim varijacijama fragmenta DNA i gena životinja. Budući da se odsječci DNA zapravo ponašaju kao genetski markeri, to se uključivanje informacija genskih markera u kriterije za selekciju, naziva selekcija uz pomoć genskih markera (MAS). U ocjenjivanju uzgojne vrijednosti danas se koriste informacije koje povezuju markere s lokusima kvantitativnih svojstava i ugrađuju u jednadžbe miješanih modela, koji se temelje na sličnosti između srodnih jedinki.

Riječ „*assisted*“ implicira da na selekciju također utječu i drugi izvori informacija, kao što je to i kod promatranja obilježja kod životinja. Mnoga istraživanja koriste markere zajedno s pedigree-om u procjeni UV koristeći BLUP. Korist od markera unutar BLUP-a ovisi prije svega o dužini gena i broja korištenih markera, a učinkovitost MAS-a raste kroz generacije. Istraživanja mogućnosti primjene ovakvog načina selekcije u stočarstvu su novijeg datuma. Rezultati ukazuju na to da se u principu mogu koristiti saznanja o detekciji lokusa za kvantitativna svojstva, ali ostaje još dosta neriješenih pitanja na koja će se dobiti precizniji odgovori i dokazi tek nakon provedbe većeg broja istraživanja.

U prošlosti, jedan od najvažnijih ciljeva u selekciji svinja bila je mesnatost kao postotak mišićnog tkiva u svinjskim polovicama. To je rezultiralo znatnim poboljšanjem u sastavu svinjskih trupova, ali se kasnije pokazalo da je izuzetna mišićavost svinja najčešće povezana s nepovoljnim svojstvima kakvoće mesa. Ta nepovoljna svojstva očituju se kao poremećaji u sposobnosti zadržavanja vode, nekarakterističnoj boji, smanjenom udjelu intermuskularne masti, nepovoljnom pH. Okolišni čimbenici (uvjeti držanja, transport, uvjeti i postupci klanja) imaju značajan utjecaj. Kakvoća svinjskog mesa najvećim je dijelom uvjetovana genetskim čimbenicima, što omogućava uporabu modernih DNA metoda u cilju razvoja optimalne kakvoće svinjskog mesa. Primjerice DNA analiza se može upotrijebiti za potpunu eliminaciju recesivnog Hal gena iz populacije svinja, ali i za proizvodnju izrazito mesnih tovljenika heterozigotnih na taj gen od kojih se različitim tehnološkim postupcima mogu proizvoditi određeni proizvodi optimalne kakvoće. Kombinacijom molekularnih metoda i klasičnih selekcijskih postupaka očekuje se brzi napredak u poboljšavanju kakvoće mesa svinja i stvaraju se pretpostavke za dobru osnovu u proizvodnji vrijednih, delikatesnih proizvoda od svinjskog mesa.

Zaključak

Uzgojnim programom (na razini RH) iz 1997. godine definirani su uzgojni ciljevi. Međutim, nakon deset godina provođenja programa uzgojni ciljevi još uvijek nisu ostvareni. Zadane norme i nisu tako velike same po sebi, jer je većina europskih zemalja i njihovih uzgoja davno dostigla (čak prestigla) zadane vrijednosti. Prilikom definiranja uzgojnog programa trebalo je voditi brigu oko dva segmenta;

- 1) aktivno uključiti udruge uzgajivača svinja,
- 2) primjenjivati najnovije metode u ostvarivanju uzgojnih ciljeva.

Ad 1) Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju puno toga će biti promijenjeno u korist uzgajivača i njihovih udruženja. Uloga uzgojnih organizacija unutar Europske unije je vrlo velika. Zakonom o stočarstvu (EU), uzgojnim organizacijama je namijenjena uloga, kakvu do sada nisu imali, iako im po prirodi stvari ona pripada. Udruženja će provoditi uzgojne programe, što znači da će uzgajivači neposredno odlučivati kakve životinje žele uzgajati, odnosno u kojem smjeru bi trebala ići selekcija. Isto tako uzgajivači svinja će reći kakva je to svinja koju danas želi svjetsko tržište. Možda u konačnici Hrvatskoj neće uopće trebati jedinstveni „nacionalni“ uzgojni program, budući da su danas selekcija i uzgojni programi pojedinih životinja i/ili hibrida u rukama vrlo velikih kompanija i uloga „malog uzgajivača“ u procesu stvaranja i sudjelovanja u uzgojnom programu pada iz godine u godinu.

Ad 2) za vrijeme desetogodišnje provedbe hrvatskog uzgojnog programa selekcija se većinom provodila na fenotipskim osobinama. Seleksijski indeks kao izvor informacija koristio je isključivo fenotipske karakteristike bez podataka porijekla i procjene parametara populacije (varijance i kovarijance) te su se uspoređivale životinje unutar tromjesečnog razdoblja. Uvođenjem BLUP-a svim prije navedenim nedostacima može se doskočiti, međutim upitna je kakvoća baze podataka. Na temelju dosadašnjih analiza utvrđeno je kako u Hrvatskoj nije postojala dovoljna logička kontrola podataka. Oko 95% odabranih nazimica imalo je završnu tjelesnu masu 100 i 110 kg, što znači da su se birale samo takve nazimice ili kod vaganja nije postojala dovoljna preciznost. Selekcija se temelji na varijabilnosti (različitosti) i točnom podatku. Bez različitosti (na primjer, tjelesne mase) sve bi životinje bile jednake i bio bi onemogućen odabir boljih životinja, a samim time i poboljšanja određenog svojstva. Ako se želi povećati (selekcionirati) neko svojstvo, a samim time i ostvariti profit, potrebno je imati raspon određenog svojstva, kako bi se pronašla ona «najbolja» za daljnji uzgoj.

Odgovornost u provođenju nacionalnog uzgojnog programa možemo tražiti prije svega u nadležnom Ministarstvu i instituciji/ama koje su odgovorne za poslove selekcije. U ovom slučaju nitko nije previše pažnje obratio na selekciju i što se njome dobiva. U samom početku nisu dovoljno dobro definirana svojstva na koja će se vršiti selekcija kao i na što točniju procjenu uzgojnih vrijednosti. Takav način rada nije se „nametnuo“ (o educiranosti poljoprivrednika se može raspravljati) na cijelom području RH, što podrazumijeva i uključenje obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava koja i dalje drže preko 75% krmača i nazimica. Nažalost kod obiteljskih gospodarstava uzgojni program se uopće ne provodi ili se provodi sporadično, ovisno o prilikama na tržištu.

Molekularna genetika donosi nove informacije, za koje moramo pronaći način, kako ih najbolje iskoristiti u selekciji domaćih životinja. Usprkos tomu, da selekcija s genskim markerima povećava genetski napredak, u praksi će biti potrebno odvagati učinkovitost i troškove uporabe. Prednosti odabira životinja uz pomoć genetskih analiza su prije svega svojstva koja je teško izmjeriti, koja su mjerljiva samo pri jednom spolu, kod svojstava koja tek možemo mjeriti u odrasloj dobi, odnosno kod onih svojstava koja imaju niski heritabilitet kao što je to veličina legla kod svinja. Ugradnjom odgovarajućih genetskih markera u uzgojne programe omogućava se biranje uzgojno pogodnih jedinki u ranoj životnoj dobi, neovisno o spolu, konstituciji, fiziološkom statusu i drugim čimbenicima, prije nego što se ekonomski bitna proizvodna svojstva uopće ispolje.

LITERATURA

1. Dekkers J.C.M. and Julius van der Werf. Marker-assisted selection in livestock-case studies
2. Flisar Tina, Malovrh Špela., Kovač Milena (2007.). Molekularne metode v selekciji prašičev. Spremljanje proizvodnosti prašičev-monografija, 5.del, Domžale, 23-30. Slovenia
3. Ivanković, A. (2005). Uporaba molekularne genetike u animalnoj proizvodnji, Stočarstvo 59:2005 (2) 121-144
4. Jovanovac Sonja (2005). Populacijska genetika domaćih životinja, Poljoprivredni fakultet Osijek, Skripta.
5. Jurić, I., Gordana Kralik, Janeš. M., Marija Uremović, Jurić, I., Hrabak, V., Dominiković, Z. (1997.). Plan i program uzgoja svinja u Republici Hrvatskoj, Hrvatski stočarsko selekcijski centar, Zagreb
6. Malovrh Š., Kovač M., Logar B. (2001.). Genetic evaluation in pigs in Slovenia. Životnov" d. nauki, vol.40, no.3/4, str. 19-22
7. Malovrh Š., Gorjanc, G., Kovač M. (2003.). Napoved plemenske vrednosti in postopek odbire pri merjasci. Spremljanje proizvodnosti prašičev, 1.del, Domžale, str:5-15
8. Urankar, J., Malovrh, Š., Ule, I., Kovač, M. (2004.). Proučitev komponent variance za velikost gnezda pri prašičih. Spremljanje proizvodnosti prašičev-monografija, 2.del, Domžale, 71-78.
9. Uremović, M., Uremović, Z. (1997.). Svinjogojstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
10. Uremović, M., Janeš, M., Kralik, G., Đikić, M., Vitković, A. (2000.). Upute i pravilnici za provedbu programa uzgoja svinja. Hrvatsko stočarsko selekcijski centar, Zagreb
11. Van der Werf, J.: An overview of animal breeding. Use of New Technologies, The Post Graduate in veterinarian Science of the University of Sydney

12. Villanueva B., Pong_Wong, R., Fernandez, J., Toro, M. A. (2005). Benefits from marker-assisted selection under an additive polygenic genetic model, *J. Anim. Sci.* 83:1747-1752
13. Vincek D., Gorjanc G., Malovrh Špela, Kovač Milena (2003).. Implementation of best linear unbiased prediction (BLUP) in pig breeding in Croatia. 3rd Congress of Genetic Society of Slovenia, Bled, May 31st – June 4th
14. Vincek D., Gorjanc G., Luković Z., Malovrh Špela, Kapš M., Kovač Milena (2004.). Odabir i stupnjevanje nazimica koristeći BLUP. *Stočarstvo* 58:2004 (3) 179-190
15. Vincek D., Malovrh Špela, Kovač Milena (2005.). Testiranje i procjena uzgojnih vrijednosti u svinjogojstvu, Hrvatski stočarski centar, Zagreb
16. Webb J. (2000). *Swine genetics for the next 25 Years*, Cotswold International, United Kingdom

SELECTION IN SWINE BREEDING IN CROATIA

Summary

Breeding program determine how to gain economic benefit from animals. It is necessary to update them, change them and adapt them to market demands. Earlier, breeding programmes were based on proven individuals who had certain skills that were used to advance production. Organized implementation of breeding selection in swine breeding began in 1931 when the association of selection co-operatives in swine breeding was established. At the beginning identification database, control of food consumption, increase and breeding production were formed. This was the basis for the beginning of selection implementation. Until 2004 different selection indexes were used to estimate the breeding value of swine. After 2004 the estimation of breeding value of boars and gilts in production conditions (field test) and the estimation of breeding value of sows on the litter size by the best linear unbiased prediction (BLUP) were used. The 1997 breeding program defined breeding aims. Nevertheless, after ten years of implementation of the program, defined breeding aims have not been achieved yet. Set norms are not so high since in the majority of European countries they were achieved long ago.

Even today methods of estimation of breeding value [selection index, BLUP (sire or animal model)] use information based on phenotype in order to estimate genotype. Features with low heritability represent a problem. This group of features is expressed later in life, and since it is hard to measure some of the features, they cannot be used as a criterion of selection. For this reason achievements in molecular genetics are used nowadays to genetically advance livestock breeding.

Key words: selection, swine, selection index, BLUP, molecular genetics

Primljeno: 7.10.2008.