

# Mogućnost praćenja i kontrole rasplodivanja divljih konja

---

**Batinić, Branimir**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:869444>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

VETERINARSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI STUDIJ

*VETERINARSKA MEDICINA*

DIPLOMSKI RAD

Branimir Batinić

Mogućnost praćenja i kontrole rasplodivanja divljih konja

Zagreb, 2024.

Branimir Batinić

Odjel klinika Veterinarskog fakulteta

Klinika za porodništvo i reprodukciju

Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: prof. dr. sc. Tugomir Karađole

Mentorice: izv. prof. dr. sc. Iva Getz

prof. dr. sc. Nikica Prvanović Babić

Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Krešimir Severin
2. prof. dr. sc. Nikica Prvanović Babić
3. izv. prof. dr. sc. Iva Getz
4. izv. prof. dr. sc. Ivan Folnožić (zamjena)

Rad sadržava 56 stranica, 7 slika, 2 tablica, 121 literaturnih navoda.

## **ZAHVALA**

Hvala Majci mojoj i mom Ocu, bratu i sestrama dragim.

Hvala obitelji i prijateljima pravim, hvala psima i konjima mojim,

Hvala Sarajevu i Savi.

Hvala Mentorima, Profesorima i Knjizi.

Hvala Yellowstone-u i Lamar dolini.

Hvala pjesmi „*Dont Think Twice, Its All Right*“ i „*Gloryland*“

Hvala planinama, mojim lutanjima i pravom putu.

Hvala Bogu i Životu,

Za sve što jesam i što ću biti!

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>2</b>
2.1 Opis vrste i staništa .....	2
2.2 Ponašanje i socijalna struktura divljih konja .....	3
2.3 Divlji konji širom svijeta .....	3
2.4 Utjecaj divljih konja na ekosustav .....	5
<b>3. OSOBITOSTI RASPLOĐIVANJA DIVLJIH KONJA</b> .....	<b>7</b>
3.1 Spolna zrelost kobila i pastuha .....	7
3.2 Specifičnost rasplodivanja prema dobi kod divljih konja .....	7
.....	9
3.3. Fiziologija i sezonalnost rasplodivanja .....	10
3.4. Obrasci ponašanja kobila i pastuha tijekom sezone parenja .....	11
3.5. Komparativna biologija rasplodivanja divljih konja .....	13
<u>    </u> 3.5.1. Sezonalnost .....	13
<u>    </u> 3.5.2. Spolna zrelost kobila i pastuha u divljini .....	13
<u>    </u> 3.5.3. Porod kobila u divljini .....	14
<u>    </u> 3.5.4. Prisilna kopulacija i incest .....	14
<u>    </u> 3.5.5. Parenje s jednim ili više pastuha .....	15
<u>    </u> 3.5.6. Plodnost konja u divljini .....	16
<b>4. METODE PRAĆENJA I KONTROLE RASPLOĐIVANJA DIVLJIH KONJA</b> .....	<b>18</b>
4.1 Prilagodba omjera spolova radi ograničavanja stope reprodukcije .....	19
4.2 Metode kontrole plodnosti kobila .....	19
<u>    </u> 4.2.1. Kirurška Ovariektomija .....	20
<u>    </u> 4.2.2. Imunokontracepcija .....	21
<u>        </u> 4.2.2.1 Cjepivo antigena svinjske zone pellucide ( <i>Porcine Zona Pellucida</i> cjepivo, PZP) .....	21
<u>        </u> 4.2.2.2. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) cjepivo .....	23
<u>    </u> 4.2.3. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) agonist cjepivo .....	24
<u>    </u> 4.2.4. Steroidni hormoni .....	25
<u>        </u> 4.2.4.1. Prirodni i sintetski progesteron .....	25

___ 4.2.4.2. Prirodni i sintetski estrogen.....	26
___ 4.2.4.3. Kombinacija estrogena i progesterona .....	27
___ 4.2.5. Intrauterini implantati.....	27
4.3. Metode kontrole plodnosti pastuha .....	28
___ 4.3.1. Kastracija.....	28
___ 4.3.2. Vazektomija .....	29
___ 4.3.3. Steroidni hormoni.....	30
___ 4.3.4. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) cjepivo.....	31
___ 4.3.5. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) agonist cjepivo .....	32
4.4. Odabir najperspektivnije metode za kontrolu rasplodivanja konja u divljini .....	33
4.5. Dobrobit životinja pri primjeni metoda kontrole plodnosti.....	34
<b>5. OSVRT NA DIVLJE KONJE S VISORAVNI KRUIZL.....</b>	<b>37</b>
5.1. Opis staništa .....	37
5.2. Nastanak i brojno stanje populacije divljih konja .....	38
___ 5.2.1. Analiza podataka o brojnosti populacije tijekom godina .....	39
5.3. Problemi s kojima se susreće populacija divljih konja na Planini Cincar.....	40
___ 5.3.1. Problemi s nedostatkom vode .....	40
5.3.2. Ostali problemi .....	42
<b>6.    ZAKLJUČCI .....</b>	<b>43</b>
<b>8.    LITERATURA .....</b>	<b>44</b>
<b>9.    SAŽETAK.....</b>	<b>54</b>
<b>10.   SUMMARY.....</b>	<b>55</b>
<b>11.   ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>56</b>

## 1. UVOD

Razumijevanje i kontrola rasplodivanja kao ključnog aspekta biologije svake vrste, igra važnu ulogu u očuvanju i upravljanju populacijama životinja. Divlji konji zahvaljujući socijalnoj strukturi krda i prilagodljivosti različitim staništima predstavljaju posebno zanimljiv predmet istraživanja. Iako su svi divlji konji, osim Perzewalskog konja, potomci domaćih životinja, fiziologija njihove reprodukcije i dinamika unutar populacije su pod značajnim utjecajem prirodne selekcije, što ih čini savršenim modelom za proučavanje reprodukcijских obrazaca u divljini.

Jedna od većih populacija divljih konja u Europi, smještena je na Planini Cincar u Bosni i Hercegovini, po čemu je i sama poznata. Ovi konji su potomci napuštenih domaćih konja koji su se prilagodili životu u divljini i formirali stabilnu, samoodrživu populaciju. Divlji konji na Cincaru predstavljaju jedinstvenu priliku za proučavanje u specifičnim uvjetima koje pruža planinski ekosustav. Njihovo ponašanje, socijalna struktura i spolni ciklusi mogu pružiti dragocjene informacije koje su primjenjive na slične populacije širom svijeta.

Kontrola i praćenje rasplodivanja divljih konja ključni su za očuvanje njihovih populacija i upravljanje ekosustavima u kojima žive. Iako su sposobni samostalno preživjeti u različitim okolišnim uvjetima, njihova prenapučenost može dovesti do smanjenja ključnih resursa i uništavanja staništa drugih vrsta. Njihov povećani broj uz manjak prirodnog staništa dovodi do sukoba s ljudskim interesima, različitih materijalnih šteta, kao i ugrožavanja dobrobiti samih konja. Ipak, neka istraživanja pokazuju da divlji konji i magarci igraju važnu ulogu u očuvanju ekosustava, podržavajući opstanak velikog broja drugih vrsta. Pravilno upravljanje njihovim populacijama može pomoći u očuvanju bioraznolikosti i stabilnosti ekoloških zajednica.

Ciljevi ovog rada su pružiti detaljan pregled fiziologije rasplodivanja divljih konja te analizirati postojeće i provedene metode kontrole i praćenu rasplodivanja provedene na populacijama divljih konja širom Svijeta. Boljim razumijevanjem biologije i fiziologije razmnožavanja divljih konja, rješavanju trenutnih populacijskih problema te spriječavanju potencijalnih problema, uz isticanje važnosti očuvanja staništa, ideja je doprinijeti očuvanju populacije divljih konja na planini Cincar.

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1 Opis vrste i staništa

Jedini pravi preostali divlji konj na svijetu je Przewalski konj. Ostale populacije takozvanih „divljih“ konja rasprostranjenih u Australiji i Sjevernoj Americi zapravo su poludivlji konji (eng.: *feral horse*). Poludivlje životinje predstavljaju domaće životinje koje samostalno preživljavaju u divljini, bez ikakve pomoći ili upravljanja od strane ljudi. Međusobnim grupiranjem i razmnožavanjem, te stvaranjem potomaka, također sposobnih za opstanak u divljini, stvaraju se populacije poludivljih životinja. I domaće i poludivlje populacije konja dijele mnoge slične osobine s populacijom divljih konja. Domaći konji su lako prilagodljivi životu u divljini, a poludivlja krda pokazuju osobine preživljavanja tipične za divlje životinje (McGREEVY, 2004.).

*Equus ferus* - hrani se određenim vrstama trava, šaševa i zeljastih biljaka, uključujući grube i abrazivne travke, čime stvara mozaik visokih i niskih biljnih zajednica na travnjacima, što pridonosi stvaranju veće bioraznolikosti. Divlji konji nastanjuju široki spektar otvorenih staništa kao što su stepe, travnjaci, šikare i pustinje, a mogu se pronaći i u močvarama, tresetištima i šumama, što potvrđuje njihovu prilagodljivost različitim ekosustavima. Populacije divljih konja obitavaju u vrlo raznolikom klimatskim uvjetima, od hladno borealnih do toplih tropskih klima (Slika 1). Zbog svoje široke špotojeće ekološke tolerancije i svojih specifičnih osobina, konji su idealnom vrsta za ponovno naseljavanje divljine u velikom dijelu svijeta (NAUNDRUP i SVENNIG, 2015.).



Slika 1. Rasprostranjenost konja u divljini (NAUNDRUP i SVENNIG, 2015.)



## 2.2 Ponašanje i socijalna struktura divljih konja

Socijalna struktura divljih konja sadrži niz kompleksnih čimbenika koji uvjetuju njihovo preživljavanje i reprodukciju. Potrebno je razumijeti aspekte ponašanja divljih konja, a također i ekologiju, kako bi se moglo učinkovito upravljati populacijom istih. Divlji konji žive u tzv. krdima (haremima). U prvom redu je nedvojbeno dominantni mužjak Pastuh, koji vodi i štiti harem od drugih pastuha i predatora. Unatoč njegovom muževnom ponašanju, krda obično predvodi Kobila. Kobile čine većinu harema. Najčešće na jednog pastuha ide 8 -15 kobila. Hijerarhija među njima prirodnim redoslijedom postavlja starije i iskusnije kobile na viši rang. Ždrebac, mladunci ostaju privrženi majkama unutar harema, sve do trenutka kad dosegnu spolnu zrelost. Mlade kobile –omice napuštaju krdo u dobi od 1 – 1.5 godina i odlaze u drugo krdo ili formiraju s mladim pastusima novo. Mladi pastusi–omci napuštaju krdo u dobi od 1 do 2 godine i čine grupe mladih pastuha (engl. *bachelor* grupe) (McCORT, 1984.). Poznato je da konji međusobno stvaraju čvrste i snažne veze, pa se tako neke kobile bolje brinu međusobno, nego što se brinu za vlastitu ždrijebac. Kobila predvodnica često ne pokazuje pokornost pastuhu, dok su niže rangirane kobile pod većim utjecajem pastuha. Socijalne interakcije unutar harema prvenstveno predstavljaju uspostavljanje hijerarhije, uz pomoć različitih oblika ponašanja, npr. ugrizi, udarci i prijetnje. Svaki konj zna svoje mjesto i funkciju unutar krda te poštuje hijerarhiju (McCORT, 1984.).

## 2.3 Divlji konji širom svijeta

### a) Perzewalski konj (*Equus ferus perzewalskii*)

Perzewalski konj nekada je bio rasprostranjen širom stepa centralne Azije, ali i Europe od kuda je potisnut gospodarskim napretkom. Trenutno u divljini Mongolije, Kine i Rusije živi oko 2,500 jedinki zahvaljujući raznim uzgojnim programima u zoološkim vrtovima i zatočeništvu u svrhu spriječavanja izumiranja vrste s čime je bila suočena 1960-ih kada je zabilježen posljednji primjerak u divljini. Početkom 1990-ih započeli su programi reintrodukcije konja u njihova prirodna staništa (BOUMAN, 1986.). Godine 1998, u zatvorenu zonu Černobila puštena je 31 jedinka, a njihov broj se udvostručio tokom jednog desetljeća. Bez obzira na uspješnost dosadašnjih projekata reintrodukcije divljih konja u prirodu, ovaj problem zahtjeva još mnogo napora (GASHCHAK i PASKEVYCH, 2019.).

b) Mustang (*Equus ferus caballus*)

Mustanzi su divlji konji Sjeverne Amerike. Potječu od konja različitih pasmina koji su zajedno s mnogim misionarima i istraživačima dospjeli na Američko tlo u 16. stoljeću. Prepoznatljivi su po svojoj iznimnoj ljepoti, snazi i izdržljivosti. Prilagodili su se različitim područjima te ih tako možemo pronaći u pustinjama, dolinama i planinama Nevade, Montane, Arizone te u drugim oblastima zapadnih država Sjedinjenih Američkih Država. Trenutni broj ovih konja premašuje 45.000, što predstavlja ekološki problem zbog pretjeranog iskorištavanja prirodnih resursa čime je ugrožena bioraznolikost okoliša ali i sama populacija konja. Ured za upravljanjem zemljištem (Bureau of Land Management – BLM) u SAD-u odgovoran je za kontrolu brojčanog stanja, programima za hvatanje i usvajanje kako bi održali ekološku ravnotežu i spriječili prenapučenost (FREY i THACKER, 2020.).

c) Brumbij (*Equus ferus caballus*)

Brumbiji su divlji konji Australije. Potječu od konja koji su došli na tlo Australije zajedno s Europljanima, uglavnom u 18. i 19. stoljeću. Poznati su po svojoj izdržljivosti i sposobnosti preživljavanja u surovim uvjetima poput suša i visokih temperatura. Prvotno su korišteni za rad u poljodjelstvu, ali njihovim bjegom u prirodu, stvorili su velike populacije divljih konja. Brumbiji se danas suočavaju s problemima prenapučenosti i negativnog utjecaja na okoliš, kako tvrde pojedine organizacije. Svojom ispašom i kopanjem mogu dovesti do erozije tla, te uništiti floru i faunu. To je razlog zbog kojeg trenutno u Australiji postoje mnogobrojni programi za njihovo upravljanje, uključujući kontrolu populacije kroz hvatanje i preseljenje, kao i programi kastracije (WALTER, 2002.).

d) Divlji konji s visoravni Kruzi

Podno planine Cincar (Livno, BiH) na visoravni Kruzi, obitava jedinstvena populacija divljih konja u Europi. Nastali su za vrijeme industrijalizacije kada su strojevi zamjenili ulogu domaćih konja, ali i za vrijeme rata kada je stanovništvo bilo prisiljeno napustiti ih. Ove konje krasi iznimna snaga koja im je omogućila preživljavanje tokom zimskih perioda u oskudici hrane te obrani od velikih predatora čiji su redovni pijen. Kao i ostale svjetske populacije divljih konja, i ova populacija zahtjeva stručni monitoring i pomoć kako bi se riješavali problemi koji su od

ključnog značenja. Trenutni broj divljih konja premašuje 1000 jedinki, s redovitim godišnjim povećanjem populacije (MIHALJEVIĆ, 2021.).

#### e) Druge populacije divljih konja

Na svijetu postoji veliki broj populacija divljih konja čija brojnost nije toliko značajna. Njihovim uzgojem nastoji se očuvati genetski materijal koji se nije mjenjao dugih niz godina zbog izoliranosti populacije. Neki od njih su direktni potomci divljih konja pa im upravo zbog toga valja posvetiti pažnju. Divlji konji koje LEARY (2020.) ističe su:

- Konik konji (Poljska)
- Chincoteague poniji (Assateague otok)
- Dartmoor poniji (Engleska)
- Namibijski konji (Namibija)
- Misaki-uma konji (Japan)
- Konji delte Dunava (Rumunjska)
- Camargue konji (Francuska)
- Grayson Highland poniji (Virginija)
- Velški planinski poniji (Vels)
- Pottoka poniji (Pirineji)
- Galicijski konji (Španjolska)
- Garrano i Sorraia (Portugal)
- Dulmen poniji (Njemačka)

#### 2.4 Utjecaj divljih konja na ekosustav

Obzirom na rasprostranjenost divljih konja po cijelome svijetu i raznolikosti njihovih staništa kao i veličini populacije, njihov utjecaj na okoliš je različit. Zakon o slobodno lutajućim divljim konjima i magarcima iz 1971. godine (PUBLIC LAW 92-195) u SAD-u, prepoznaje divlje konje kao „integralnu komponentu prirodnog sustava“. Zakonski je dozvoljeno uklanjanje divljih konja s javnih površina samo ako se dokaže da se prenapučeni ili uzrokuju uništavanje staništa. Bez obzira na već provedene mjere smanjenja broja divljih konja na pojedinim područjima, nikada nisu predstavljeni dokazi da divlji konji uništavaju staništa, niti da su njihove

populacijske razine onakve kakvim se predstavljaju. Zapravo, smanjenjem populacije konja na određenom području ima zanemariv učinak na uvjete na pašnjacima. Nakon masovnih akcija hvatanja divljih konja, područja na kojima su obitavali pokazuju minimalne ili nikakve promjene, posebno u slučajevima kada je broj drugih biljojeda ostao isti ili je porastao. U oštroj suprotnosti s tvrdnjama o štetnom utjecaju divljih konja na okoliš, znanstvene studije pokazale su da konji zapravo pozitivno utječu na okoliš na brojne načine. Obzirom na građu konjskog zubala i načinu hranjenja, pašnjaci se lako oporavljaju. „Režući travu“ sjekutićima gornje i donje vilice, omogućuju travi da lako ponovo naraste. Osim toga, probavni sustav ne razgrađuje u potpunosti vegetaciju koju jedu. Rezultat toga je ponovno klijanje i rast pojedinih biljaka. Njihove navike nomadske ispaše čine njihov teritorij kretanja puno većim u odnosu na druge biljojede koji se najčešće zadržavaju u blizini izvora vode. Zahvaljujući tome, njihov utjecaj na vodene tokove i izvore također je minimalan kako navodi Američko društvo za zaštitu divljih konja (American Wild Horse Conservation, raspoloživo na: ( <https://americanwildhorse.org/wild-horses-and-ecosystem> )).

Nova istraživanja o divljim magarcima dokazala su da oni povećavaju dostupnost vode u pustinjским krajolicima. Istraživanja su usredotočena na jedinstvene izvore vode koje su iskopali divlji magarci u pustinjama. Rezultati istraživanja sugeriraju da se pored magaraca, još oko šedeset vrsta kralježnjaka koristi istim izvorom. Slično ponašanje zabilježeno je kod divljih konja u Australiji i Kanadi što ukazuje na njihov pozitivan utjecaj na okoliš (LUNDGREN i sur. 2021.).

### 3. OSOBITOSTI RASPLOĐIVANJA DIVLJIH KONJA

#### 3.1 Spolna zrelost kobila i pastuha

*Ždrebice* postaju spolno zrele u dobi od 12 – 18 mjeseci, neke čak i u periodu od 9. do – 10-tog mjeseca života, dok pojedine tek u 18 mjesecu života. Spolnu zrelost dosežu najčešće prvog proljeća nakon što su oždrijebljene, na što najviše utječe mjesec u kojemu su rođene. Omice koje su se oždriježile u kasno proljećem ili ljeti, ulaze u svoj prvi estrus u dobi od 24 do 28 mjeseci, odnosno drugog proljeća ili ljeta nakon što su se oždriježile. Kobile su sezonski poliestrične te se počinju tjerati kako se produži trajanje dana u proljeće. Svjetlo je jedan od kontrolirajućih faktora za početak tjeranja kobile, iako je moguće da se kobile tjeraju tijekom zimskih mjeseci. Osim klimatskih faktora, veliku ulogu u spolnom sazrijevanju igra prehrana te način držanja životinje, gdje one koje se kvantitativno i kvalitativno lošije hrane ulaze kasnije u pubertet (MAKEK i sur., 2009.).

Pastusi dosežu puni reproduktivni kapacitet sa oko 3 godine starosti. Iako većina pastuha počinje proizvoditi spermu već sa 12 do 13 mjeseci, sposobnost za parenje dolazi naknadno. Na produkciju sperme utječe i godišnje doba. Najniža proizvodnja, pad od oko 50% u odnosu na vršne vrijednosti, očekuje se od rujna do veljače. Produkcija sperme povećava se sa produljenjem dana, počevši od ožuljka, a vrhunac doseže u svibnju i lipnju. Nakon tog perioda produkcija sperme opada (MAKEK i sur., 2009.; Extension horses, 2020) raspoloživo na: <https://horses.extension.org/stallion-reproduction/>

#### 3.2 Specifičnost rasplodivanja prema dobi kod divljih konja

Prije 1980.godine, svi dostupni podatci sugerirali su da se divlji konji ne ždrijebe prije 3. godine života, što nisu potvrdile kasnije studije. BERGER (1983.) je izvijestio o stopi ždrijebljenja od 37% kod dvogotki u Nevadi, što je prvi dokaz značajnog ždrijebljenja kobila mlađih od tri godine.

Mjerenjem koncentracije progesterona u serumu kobila utvrđenja je gravidnost kod dvogotki u četiri krda od pet ispitanih i šest od sedam krda uzorkovanih od strane WOLFE i sur. (1989.), s postotkom gravidnih ženki od 10% do 50% i više među populacijama. Studije su

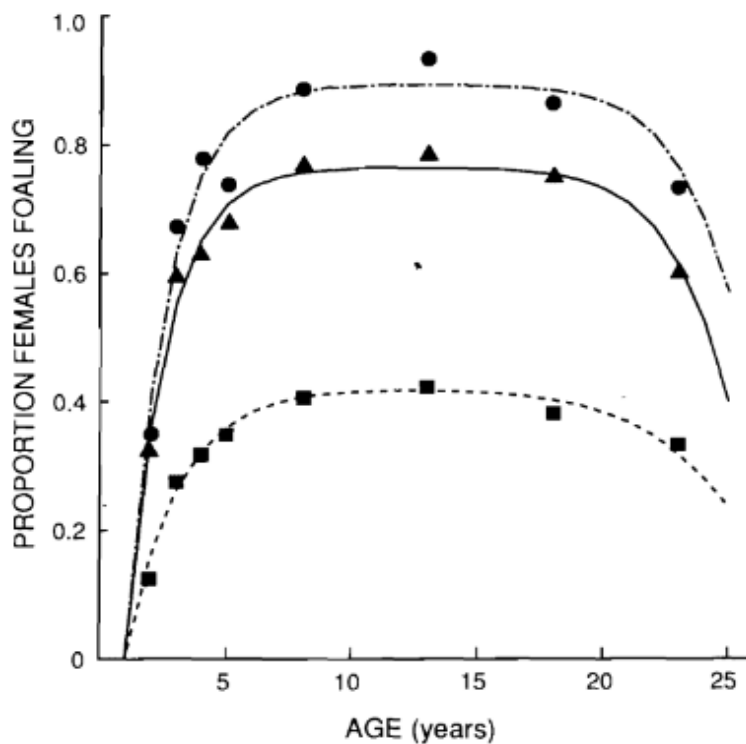
dokazale da je ždriježbljenje kod dvogotki uobičajeno. Varijabilnost u stopama ždriježbljenja kod kobila starih dvije godine može značajno varirati, a razlog toga su regionalne i godišnje razlike koje kontroliraju količinu i kvalitetu hrane, što utječe na njenu dostupnost kao i na spolno sazrijevanje konja.

Korištenjem podataka od tri različita istraživanja GARROTT i sur. (1991.) izradili su tablicu dobno specifične stope ždriježbljenja. Korišteni su podatci o laktaciji 14.788 kobila uhvaćenih u Nevadi tijekom programa smanjenja broja slobodno živućih konja koje je provodila Uprava za zemljište (Bureau of Land Management-BLM). Druga skupina su podatci o procjeni gravidnosti 667 kobila uhvaćenih u istraživačke svrhe 1985. i 1987. godine. Treća skupina podataka odnosi se na 1144 kobile uhvaćene odmah nakon sezone ždriježbljenja u lipnju. Svi podatci uzeti su od kobila koje se bile starije od 1 godine. Dobne skupine određivane su na osnovu morfologije zubi. Procjena starosti do pet godina temelji se na izbijanju i zamjeni sjekutića, dok je dobna skupina kobila starijih od 5 godina procijenjena na temelju trošenja sjekutića, te su onih grupirani u dobne skupine od 5 godina kako bi se smanjile pristranosti u određivanju starosti kod starijih životinja (GARROTT, 1990.). Odstupanja u dobivenim rezultatima prema GINTHER (1979.) pokazuju da opisane metode za određivanje dobi nisu dovoljno precizne, kao što je prikazano u Tablici 1.

Tablica 1. Stope ždriježbljenja specifične za dob. status laktacije uhvaćenih kobila (n=14788), uhvaćene kobile tijekom lipnja (n=1144), kobile s izmjerenom razinom progesterona (n=667) (GARROTT i sur., 1991)

Age (years)	Reduction				Serum progesterone	
	All		June		n	% foaling <sup>a</sup>
	n	% foaling	n	% foaling		
1	2 691	1.2 (31)	243	0.4 (1)		
2	2 262	12.2 (275)	239	30.5 (73)	89	34.8 (31)
3	1 698	26.3 (446)	133	51.9 (69)	73	67.1 (49)
4	1 441	31.2 (450)	146	63.0 (92)	94	77.7 (73)
5	1 047	34.8 (364)	59	66.1 (39)	65	73.8 (48)
6–10	4 242	40.0 (1695)	251	78.5 (197)	219	88.6 (194)
11–15	864	41.7 (360)	40	80.0 (32)	78	93.6 (73)
16–20	428	37.9 (162)	26	76.9 (20)	44	86.4 (38)
>20	115	33.0 (38)	7	57.1 (4)	15	73.3 (11)
Total	14 788	25.6 (3790) <sup>b</sup>	1144	46.0 (526) <sup>b</sup>	667	

Kobile u reprodukciju ulaze kao dvogotke, a udio kobila koje se ždrijebe povećava se do 6- godine starosi. Najveća stopa ždrijebljenja zabilježena je kod kobila starih 6-15 godina, nakon čega dolazi do postepenog pada broja ždrijebljenja kod ženki starijih od 15 godina. Usprkos varijabilnosti među populacijama i dobi, generalno se bilježe visoke stope ždrebljenja, sa 80-90% kobila u optimalnom reproduktivnom uzrastu koje se ždrijebe (Slika 2.).



Slika 2. Krivulje s prilagođenim skupovima podataka o stopama ždrijebljenja divljih konja na temenlju laktacije (kvadrat), smanjenju krda u lipnju (trokut) i postotci gravidnosti određenih razinama progesterona (krug)(GARROTT i sur. 1991.).

### 3.3. Fiziologija i sezonalnost rasplodivanja

Kod određivanja spolne aktivnosti kobilica tijekom godine, treba uzeti u obzir pasminu te geografsku širinu u kojoj žive. PRVANOVIĆ BABIĆ (2017.) navodi kako je Nishikawa odredio kategorije po kojima možemo svrstati kobile u 3 kategorije:

- Sezonski poliestrične kobile kod kojih se javljaju ciklusi u periodu godine kada je dan duži. Takve kobile tijekom jeseni i zime ulaze u fazu spolnog mirovanja. Ovoj kategoriji pripada najveći broj kobilica.
- Kobile koje prolaze kroz spolni ciklus tijekom cijele godine, ali se ovulacija javlja samo u uobičajeno vrijeme.
- Kobile koje se tjeraju cijelu godinu, mogu koncipirati i oždrijebiti se tijekom cijele godine.

Spolnu aktivnost kobilica možemo podijeliti u četiri razdoblja: proljetni prijelazni period, puna sezona, jesenski prijelazni period i zimski anestrus (MAKEK i sur., 2009.).

U područjima s umjerenom klimom, najveći broj kobilica spada u kategoriju sezonski poliestričnih. S proljećem započinje sezona parenja, dok sezonski znakovi služe za sinkronizaciju reproduktivnog ritma uvjetovano ljetnim i zimskim razdobljima (NAGY i sur., 2000.). Spolni ciklus kobile tokom godinu dana čine različite faze. Anovulatorno razdoblje dijelimo na jesensku prijelaznu fazu, srednje anovulatorno razdoblje i proljetnu prijelaznu fazu koja predstavlja povratak kobile u cikličku aktivnost jajnika (AURICH, 2011.). Puna sezona parenja traje od travnja do rujna na sjevernoj hemisferi te od listopada do travnja na južnoj hemisferi (OSBORNE, 1966.). Veliki dio kobilica prolazi kroz anovulatorno razdoblje zimskog anestrusa, a fiziološki status i dob kobile uvjetuju pojavu i trajanje istog (PALMER i DRIANCOURT, 1983.). Zimski anestrus javlja se kod kobilica koje su prethodno bile u laktaciji te mlađih kobilica, međutim neaktivnost jajnika tijekom zimskog razdoblja zamjećuje se samo kod polovice zrelih kobilica (AURICH, 2011.). Spolno sazrijevanje javlja se u starosnoj dobi od 12 do 18 mjeseci (GINTHER i sur., 2008.; SMITH i sur., 1971.). Većina kobilica neovisno o dobi nastavlja biti reproduktivski sposobna (GINTHER, 1992.). Spolni ciklus je razdoblje između dviju uzastopnih ovulacija (HEIDLER i sur., 2004.). Za vrijeme sezone parenja (proljeće/ljeto), prosječno trajanje spolnog ciklusa je otprilike 22 dana s 5-7 dana estrusa (PIERSON i GINTHER, 1987.). Trajanje spolnog ciklusa određuju i reproduktivno stanje i vrsta pasmine (DONADEU i WATSON,



2007.). Maternica, cerviks, vagina i endometrij prolaze kroz razne promjene za vrijeme trajanja spolnog ciklusa. Zahvaljujući kliničkom pregledu lako je razlikovati te promjene.

Razvoj folikula unutar jajnika obuhvaća rast, ovulaciju i anovulatorne hemoragične ili regresivne folikule, uključujući oko 40 000 primordijalnih folikula i 100 rastućih folikula (PERSON i GINTHER, 1985.). Kliničku važnost imaju zreliji stadiji jer su glavni izvor reproduktivnih steroida (estrogena, progestagena i androgena) (GINTHER, 1992.). Navedeni hormoni utječu na rast i regresiju folikula, strukturalne i funkcionalne promjene u maternici i cerviksu, estrusno ponašanje, razvoj oocita i ovulaciju (AURICH, 2011.). Rast antralnih folikula odvija se u folikularnim valovima s podjelom na glavne (primarni i sekundarni) i manje valove; ovisno o tome je li najveći folikul vala dostigao  $\geq 30$  mm u vezi s odabirom folikula (glavni val) ili  $< 30$  mm bez odabira (manji val) (PIERSON i GINTHER, 1985.; GINTHER, 1992.). Minimalan rast folikula za vrijeme anovulatornog razdoblja sadrži nekoliko folikula promjera  $> 15$  mm, a maksimalni promjer najvećeg folikula ne prelazi 16 mm (HEIDLER i sur., 2004.). Dominantni folikul ostaje nerazvijen tijekom tog vremena. Proljetno prijelazno razdoblje ima promjenjivo trajanje (od 30 do 90 dana). Ponovno uspostavljanje folikularnog rasta, tj. razvoj dominantnog folikula upućuje na početak spomenutog razdoblja (OSBORNE, 1966.; PIERSON i GINTHER, 1987.). Tijekom spolnog ciklusa dolazi do rasta grupe od 5-10 antralnih folikula (4-6mm). Prilikom zajedničke faze rasta, većina folikula povećava promjer za 2-4 mm/dan, dok najveći folikul ne dostigne 20-25 mm. Poslije toga, ili svi folikuli (manji val) ili svi osim najvećeg folikula (glavni val) počinju postepeno regresirati. U konačnici, spontana ovulacija preovulatornog folikula glavnog vala nastupa kad dominantni folikul dosegne oko  $39,95 \pm 4,84$  mm, s rasponom od 22 do 50 mm (DAVIES MOREL i sur. 2010.).

### 3.4. Obrasci ponašanja kobilica i pastuha tijekom sezone parenja

Kobile u proljeće s početkom sezone parenja konja, ulaze u spolne cikluse koji će obično trajati tijekom ljetnih mjeseci. Kobilica će pokazivati određene znakove koji ukazuju na to je li u estrusu ili pak nije. Ti znakovi su pod utjecajem dva hormona, estrogen i progesteron. Estrogen uzrokuje da kobilica pokazuje snažne znakove estrusa, dok progesteron uzrokuje gubitak interesa kobile za pastuha ili čak agresiju prema njemu. Znakovi estrusa uključuju otvaranje i zatvaranje (bliskanje) vulve, zauzimanje specifičnog stava uvlačenjem kukova, mokrenje, podizanje repa,

vokalizacija, nemir i ineres za pastuha. Estrogen je dominantni hormon tijekom estrusa. Kao što je ranije spomenuto, estrus traje 5 do 8 dana, ali može trajati duže ili kraće, ovisno o tome da li je kobila u prijelaznom razdoblju ili u punoj sezoni. Tijekom preostalih dana njenog spolnog ciklusa, kobila je pod utjecajem progesterona umjesto estrogena. To razdoblje predstavlja lutealnu fazu ciklusa. Ponašanje koje kobila može pokazivati pod utjecajem progesterona uključuje zabacivanje ili mahanje repom, spuštanje ušiju, izbjegavanje pastuha, vokalizacija ili ravnodušnost. Neke kobile mogu pokazivati različite znakove agresije, uključujući udaranje i grizenje pastuha (SANDAGER i BOTT, 2011.).

Pastusi pod utjecajem hormona tijekom sezone parenja također mijenjaju ponašanje u svrhu održavanja grupe na okupu i usmjerivanja njezina kretanja daje od kobila i pastuha iz drugih harema. Pastuh harema obično se kreće oko kobila dok one pasu ili se odmaraju, a prilikom njihovog kretanja nalazi se na začelju grupe. Dok usmjerava kobilu ili grupu, glava i vrat su spušteni, a uši su čvrsto položene unazad u položaj prijetnje. Glava se može ljuljati s jedne strane na drugu, kao i rotirati oko rostralno-kaudalne osi. Ove reakcije usmjeravanja također su vidljive tijekom udvaranja s ciljem odvajanja kobile od grupe. Osim što mu je pažnja usmjerena na harem, veliki dio pažnje predaje potencijalnim prijetnjama ili upadima drugih pastuha u harem. Obično je prvi koji prilazi jedinkama koje nisu članovi njegovog harema, a nalaze se u blizini. Uljeze, najčešće druge pastuhe, dočekuje izdvajajući svoj harem iza sebe i zauzimajući posebno držanje. Ovo držanje uključuje zakrivljen i podignut vrat, podignut rep, prkosni hod i udaranje nogama. Borba pastuha obično je karakterizirana udaranjem prednjim i stražnjim nogama uz propinjanje na stražnje i grizenje. Pastusi pokazuju karakterističan niz reakcija na urin i izmet. Ove česte reakcije uključuju približavanje, istraživanje i pokrivanje izlučenog urina i izmeta haremskih kobila. Prilikom istraživanja pastusi kopaju i njuškaju uz izvođenje flehmen odgovora. Flehmen, poznat i kao „uvijanje usne“ ili „konjski smijeh“ je reakcija koja je uobičajena kod mužjaka. Kod konja, se sastoji od uvijanja gornje usne prema gore, polaganog udisaja kroz zube i širenjem nosnica uz podignutu glavu i ispružen vrat. U danima prije estrusa, pastuh može u više navrata pokazivati interes za kobilu svojim udvoravanjem. Ove interakcije su obično agresivne prirode od strane kobile što rezultira udaljavanjem pastuha. Vokalizacija tijekom udvaranja i parenja podrazumijeva glasne i duge visoke tonove rzanja, uz režanja i gundanje, ali i nježnije rzanje prije kopulacije (McDONNELL, 1986.).

### 3.5. Komparativna biologija rasplodivanja divljih konja

Nedavne studije su otkrile značajne razlike u biologiji rasplodivanja među različitim krdoma divljih konja diljem Sjeverne Amerike. Ove razlike izražene su u nekoliko ključnih područja: sezonalnost parenja i ždrijebljenja, ponašanje kobila tijekom poroda, prisilna parenja i incest, parenje s jednim ili više pastuha i plodnost. Uzroci značajnih razlika objašnjavaju se genetskim podrijetlom, trajanjem slobodnog stanja krda, ekologijom područja, gustoćom populacije i spolnim omjerima.

Ovaj pregled analizira reproduktivnu biologiju divljih konja iz 14 genetski izoliranih krda u Sjevernoj Americi, koristeći podatke iz 37 studija (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

#### 3.5.1. Sezonalnost

Većina studija pokazuje da kobile imaju sezonski obrazac parenja i oždrijebljenja. Kod krda poput Pryor Mountain, Winnemucca, Stone Cabin Valley, Red Desert, Carson National Forest, Alberta i Assateague Island, sezona parenja zapučinje u ožujku, vrhunac aktivnosti je u svibnju i lipnju, a završava se u kolovozu. Kobile se rijetko ždrijebe nakon 31. kolovoza, dok je najveći broj ždrijebljenja zabilježen u travnju i srpnju. Kod kobila s Assateaguea tijekom osam godina zabilježeno je 13% ždrijebljenja u travnju, 52% u svibnju, 22,6% u lipnju, 10,4% u srpnju, i manje od 1,0% u kolovozu i rujnu. Kod krda u Alberti, 97,4% ždrijebadi rođeno je prije 31. lipnja. Kod krda Carson National Forest i Geanite Range, zabilježena je aktivnost parenja tijekom cijele godine, iako su ždrijebljenja ostala sezonska. Na otoku Sable, parenje i ždrijebljenje odvijaju se tijekom cijele godine, s vrhuncem aktivnosti u kasno proljeće. KIRKPATRICK i TURNER (1986.) nagađaju da je prirodna selekcija dovela do izrazito sezonalnog obrasca reprodukcije koji ograničava ždrijebljenje na razdoblje najpovoljnije za preživljavanje ždrijebadi.

#### 3.5.2. Spolna zrelost kobila i pastuha u divljini

Kobile se uspješno ždrijebe prvi put u trećoj godini života. Pryor Mountains kobile nisu se ždrijebile do treće godine života, dok kod konja s otoka Assateague, kobile nisu ulazile u estrus tijekom drugog ljeta što ukazuje na to da se kobile mlađe od tri godine nikada nisu ždrijebile. U Alberti i na otoku Stable, zabilježena su redovna parenja kod dvogotki, ali rijetke kobile bi se oždrijebile kao rezultat toga parenja. Najranije zabilježena spolna zrelost bila je kod kobila starih

dvije godine, a najmlađa kobila s uspješnim ždriježbljenjem imala je tri godine. Spolno zrele kobile u Garnet Rangeu i Oregonu se nisu ždriježbile do četvrte godine. Broj kobila koje se ždriježbe u trećoj godini, nije toliko velik, vjerojatno zbog kasnog puberteta i velikih energetskehtkih zahtjeva gravidnosti i ždriježbljenja kobila u razvoju. Uspješno ždriježbljenje kobila mlađih od tri godine smatra se rijetkim i nesretnim slučajem (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

### 3.5.3. Porod kobila u divljini

Dominantni pastuh ne dopušta kobilama udaljavanje od harema, ali iznimke se javljaju za vrijeme poroda. U to vrijeme kobile traže skrovito i zaštićeno mjesto kako bi se oždriježbile, te se nakon par dana pridružuju opet skupini. Ovakav obrazac ponašanja zabilježen je kod divljih konja na planinama Pryou, Wassuk Rangeu, Stone Cabin Valleyu, Alberti i na otoku Sable. Na otoku Sable zabilježeno je da jedna kobila koristila isto mjesto za ždriježbljenje tri godine za redom.

Iznimka kod ovog obrasca ponašanja zabilježena je u Red Desert pustinji gdje su se kobile češće ždriježbile u krugu svoga harema. BOYD (1979.) je pretpostavio da je manjak skrovitog i zaštićenog mjesta razlog ovakvog obrasca ponašanja (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

### 3.5.4. Prisilna kopulacija i incest

Nedovoljan je broj istraživanja posvećen ovoj temi. BERGER (1977.) je izvijestio, praćenjem divljih konja na području Granite Rage, o agresivnom ponašanju pastuha prema gravidnim kobilama prilikom preuzimanja novog harema, vjerojatno uzrokujući pobačaj. Nakon pobačaja, pastuh je prisilino kopulirao. Ove podatke treba posmatrati s oprezom jer autor nije pružio podatke koji dokazuju gravidnost kobila i pobačaj. Na otoku Sable, WELSH (1975.) je svjedočio nekoliko prisilnih parenja među konjima ali bez zabilježenih pobačaja i bez prisilnog parenja novih dominantnih pastuha nakon preuzimanja harema.

Incesti kod divljih konja su jako rijetki. WELSH (1975.) je izvijestio o jednom slučaju incesta na otoku Sable. Najveći broj incesta zabilježen je na otoku Assateague, gdje je 25% kobila ostalo u haremima očeva i mnoge su bile uspješno oplodene (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

### 3.5.5. Parenje s jednim ili više pastuha

Općenito, većinu parenja obavlja jedan spolno zreli pastuh, ali zabilježene su iznimke kod nekih krda. Stada u kojima većina haremskih grupa ima jednog pastuha opisana su na planinama Pryor, Wassuk Rangeu, otoku Assateague, Grand Canyon, Carson National Forest, Winnemucca, otoku Shakelford, Alberti, otoku Sable i Challisu. Unatoč prevlasti grupa s jednim pastuhom u planinama Pryor, HALL (1972.) izvijestio je o nekoliko slučajeva gdje su haremske grupe imale dva odrasla pastuha. Takve grupe brojale su više od 10 konja. Na otoku Assateague, od 17 opisanih grupa, četiri grupe brojale su više od jednog spolno zrelog pastuha, a jedno stado imalo je tri mlada pastuha nepoznate dobi i zrelosti. Kod svih pet grupa pastusi su podjednako dominirali. National Park Service (1985.) izvijestio je da je na otoku Assateague obitavalo 107 konja, raspoređenih u 12 haremskih grupa i dvije grupe mladih pastuha. Od 12 harem grupa, dvije su imale više od jednog pastuha, ali su oni bili potomci dominantnog harem pastuha. U National Forest Carson, zabilježeno je 116 konja koje je NELSON (1980.) opisao u 17 grupa, od kojih je 15 imalo jednog spolno zrelog pastuha. Među konjima u Alberti, SALTER (1978.) je izvijestio o podređenim drugim pastusima u četiri grupe od svih 23.

Iznimku u ovom pravilu zabilježili su GREEN i GREEN (1977.) u Ston Cabin Valley. Od 53 grupe, 24 grupe su imale više od jednog pastuha, ali njihova dob i spolna zrelost nisu bili utvrđeni. Najjasnija iznimka od pravila jednog pastuha zabilježena je u Red Desert pustinji gdje je 23% do 45% grupa promatranih između 1976. i 1979. godine brojalo više pastuha unutar jedne haremske grupe. Grupe s više pastuha imale su 2-5 pastuha, s jednim dominantnim pastuhom. Parenje u ovakvim grupama najčešće je obavljao dominantni pastuh, 49% vremena. Poddominantni pastusi su se parili 42% vremena, a ostalih 9% parenja obavljali su pastusi iz drugih grupa. (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

DENNISTON (1979.) iznio je tri teorije o razvoju grupa s više pastuha. Prva teorija sugerira na nestabilnost i slabu strukturu grupe, koja omogućuje interakciju među pastusima iz različitih grupa. Druga teorija temelji se na pretpostavci da mladi pastusi ostaju u svojim haremima jer nisu protjerani od strane dominantnog pastuha. Treća teorija sugerira postupno i suptilno prihvaćanje novog pastuha, gdje novi pastuh prati i štiti grupu, a u konačnici joj se pridružuje i sudjeluje u parenju. Moguće je da grupa postupno prihvaća novog pastuha, dok glavni pastuh polako gubi svoju dominantnu ulogu.

Vjerojatniji razlog u nastanku grupa s više pastuha je omjer spolova u različitim krdima i gustoća populacije na određenom prostoru, što potvrđuje činjenica o nastanku grupa s više pastuha u Chillas, Idaho, nakon preseljanja velikog broja kobila 1985.godine (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

### 3.5.6. Plodnost konja u divljini

Obrazac plodnosti se uvelike razlikuje na temelju dostupnih podataka o različitim krdima. FEIST (1971.) i FEIST i McCOLLOUGH (1975.) utvrdili su da se 43,2% zrelih kobila oždrijebilo tijekom sezone 1970. godine u Pryor Mountain. U Red Desert pustinji, BOYD (1980.) je zabilježio 53% ždrijebjenja kod kobila starih tri godine i 54,5% ždrijebjenja kod kobila od četiri godine. Slične stope ždrijebjenja zabilježene su u Stone Cabin Valley (50%) i Carson National Forest (53,8%). Stopa ždrijebjenja u Alberti bila je 83% (SALTER, 1978.), dok je na otoku Sable iznosila 68,5% (WELSH, 1975.). KIPER i HOUPPT (1984.) tijekom osmogodišnjeg razdoblja zabilježili su stopu ždrijebjenja od 57,1% među kobilama s otoka Assateague koje su bile dobno kategorizirane. Stopa ždrijebljena iznosila je 23% kod trogodišnjih kobila, 46% kod četverogodišnjih kobila, 53% kod petogodišnjih kobila i 69% kod šestogodišnjih kobila. Na otočju Chincoteague stopa ždrijebjenja iznosila je 74,4%. Stope gravidnosti specifične za dob kretale su se od 35% kod dvogotki, do 100% među kobilama u dobi od 15 do 30 godina, s prosječnom stopom gravidnosti od 67,7% za sve kobile (SEAL i PLOTKA, 1983.). Međutim, godinu dana kasnije kod istih kobila izmjerena je stopa od 37,1% (KIRKPATRICK i sur., 1982.).

Kod konja na području Red Desert 1978.godine stopa ždrijebjenja od 86 ždrebadi na 100 spolno zrelih konja, no godinu dana kasnije, nakon oštre zime, stopa je pala na 54% (BOYD, 1979.; BOYD, 1980.). KIPER (1976.) je izvjestio da se samo 10,2% kobila s otoka Assateague oždrijebilo svake druge godine, dok je SALTER (1979.) u Alberti primjetio da se 17% kobila nije oždrijebilo prethodne godine. Slična zapažanja zabilježena su na otoku Sable, gdje se 26,7% zrelih kobila oždrijebilo tri puta tijekom tri godine, 44,4% oždrijebilo dva puta tijekom tri godine i 8,9% kobila koje se nisu nijednom oždrijebile u istom periodu (WELSH, 1975.).

Razlike u stopama ždrijebjenja između različitih krda mogu se djelomično objasniti fiziološkim stresom uzrokovanim dojenjem i gubitkom embrija tijekom oštih zima, što nije podkrijepljeno znanstvenim studijama. KEIPER i HOUPPT (1984.) kao dokaz ove tvrdnje

usporedili su stope ždrijebljenja kobila s otoka Assateague (57,1%) i kobila iz utočišta Chincoteague (74,4%) kojima su ždrijebad uklanjana u srpnju svake godine.

Dobna struktura stada predstavlja vjerojatno glavni odgovorni čimbenik za različite stope plodnosti među krdima. Podatci iz studija koje su proveli FEIST(1971.), HALL (1972.), BOYD (1979., 1980.), WELSH (1975.), KEIPER (1976.) i NELSON (1978., 1980.) pokazuju da plodnost raste s dobi kobila u krdu, iz čega proizlazi činjenica da krda sa starijom dobnom strukturom imaju veću stopu plodnosti (KIRKPATRICK i TURNER, 1986.).

## **4. METODE PRAĆENJA I KONTROLE RESPLOĐIVANJA DIVLJIH KONJA**

Istraživanje kontracepcije usmjereno na upravljanje populacijama divljih konja započelo je kasnih 1970-ih u SAD-u. Studije su bile usmjerene na testiranje učinkovitosti i sigurnosti različitih antikonceptivnih spojeva, cjepiva, uređaja i sustava isporuke te na proučavanje na socijalno ponašanje. Stvarno upravljanje populacijama divljih konja pomoću kontrole plodnosti započelo je 1995. godine na Assateague Island National Seashore, MD, i predstavljalo je prvi pokušaj stvarne promjene cijele populacije i postizanje određenog cilja populacije isključivo putem kontrole plodnosti. Ubrzo nakon toga, započeti su dodatni pokušaji upravljanja cijelim populacijama divljih konja u SAD-u (KRIKPATRICK i TURNER, 2008.).

Važno je napomenuti da u početku nisu postojale metode kontrole plodnosti koje su bile vrlo učinkovite, lako primjenjive i pristupačne za uporabu, a osim toga sve su na neki način utjecale na ponašanje ili fiziologiju slobodno živućih konja i magaraca. Bilo koja metoda koja sprječava reprodukciju može dovesti do toga samo utjecajem na neki aspekt reproduktivnog sustava. Čak i ako bi jedini činak bio sprječavanje rađanja, to bi dovelo do promjene starosne strukture stada smanjenjem broja mladih i moglo bi poboljšati zdravlje ženki smanjenjem kalorijskih zahtjeva za reprodukciju. Stoga je pri kvalifikaciji metoda kontrole plodnosti važno usporediti ne samo prema očitim čimbenicima – kao što su učinkovitost, način primjene i trošak – već i prema njihovim učincima na fiziologiju, ponašanje i socijalnu strukturu. Također, ključno je proširiti usporedbe na promjene socijalne strukture te na učinke na ponašanje i zdravlje koje uzrokuje hvatanje životinja.

Metode kontrole plodnosti variraju od različitih vrsta vakcina do hormonskih agonista. Neke metode su prilagođene žekama, dok se druge mogu koristiti za kontrolu plodnosti mužjaka. Osim što se razlikuju po ciljanoj skupini, neke metode su reverzibilne i omogućuju obnovu buduće plodnosti, dok postoje i metode koje izazivaju trajni sterilitet s većom ekonomskom i logističkom prednosti jer ponovljeni tretmani nisu potrebni.

Odabir najbolje metode za vrstu i situaciju uključuje procjenu mnogih jednako važnih čimbenika, kao što su način primjene, učinkovitost, trajanje učinka ili reverzibilnost, fizioloških



nuspojave i mogući učinci na ponašanje i socijalnu strukturu. Također važno je znati je li ta metoda sigurna za prepubertetske životinje i mogu li se ženke liječiti tijekom gravidosti i laktacije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.1 Prilagodba omjera spolova radi ograničavanja stope reprodukcije

Prilagodba omjera spolova u korist pastuha kao način upravljanja stopama rasta populacija konja i magaraca, predstavlja potencijalnu metodu ograničavanja stope reprodukcije. Omjer spolova se obično donekle prilagođava na način da 60% konja bude muškog spola. Pri takvom omjeru, rast populacije bi se neznatno smanjio. Stope rađanja bi mogle pasti s 20% na 15% godišnje ako bi se udio mužjaka povećao s 0,50 na 0,57. Ako se započne s agresivnijim prilagodbama omjera spolova tako što se drastično promjeni broj kobila u odnosu na pastuhe iznad omjera 40:60, treba biti oprezan i procjeniti moguće posljedice. Na planinskom području Pryor Mountain Wild Horse Range, SINGER i SCHOENEKER (2000.) su otkrili da se s povećanjem broja pastuha, smanjuje broj starijih mužjaka u rasplodu, ali se ne mijenja stopa rađanja. S obzirom da je postojeći broj kobila bio raspoređen na mnogo manjih harema, procjene efektivne veličine populacije povećale su se. Osim toga, pastusi koji nemaju vlastiti harem nastaviti će tražiti kobile za parenje, što će povećati agresiju među pastusima. Zbog iscrpljenosti od borbe i natjecanja među mužjacima, moglo bi doći do smanjenja ukupnog povećanja populacije više nego smanjenje broja kobila u rasplodivanju. Budući da konji imaju poligamijski sustav parenja, od dodatnih pastuha se ne bi očekivao prevelik utjecaj na vjerojatnost reprodukcije kod kobila. Smanjenje stope ždrijebljenja ovisilo bi o broju preostalih kobila. S većim brojem pastuha, povećava se mogućnost izbora partnera, što bi moglo značiti da će pastusi višeg genetskog kvaliteta steći vlastiti harem. Zahvaljujući modelima predviđanja moglo bi se utvrditi kako učinkovito prilagoditi omjere spolova u svrhu ograničenja rasta populacije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2 Metode kontrole plodnosti kobila

Potencijalne metode kontrole plodnosti usmjerene na ženke konja uključuju ovariektomiju, imunokontraceptive, koji potiču imunološki sustav životinje na spriječavanje

gravidnosti, GnRH agoniste, steroidne hormone i intrauterine implantate. Način djelovanja i učinci svake metode pregledani su u nastavku.

#### 4.2.1. Kirurška Ovariektomija

Kirurška ovariektomija i ovariohisterektomija rijetko se primjenjuju na divlje životinje, pogotovo na one veće tjelesne mase. Pristup ženskim reproduktivnim organima, koji se nalaze u trbušnoj šupljini, za razliku od muških spolnih organa, nosi rizik od otvaranja šavova i infekcije. Međutim, postoji i alternativni vaginalni pristup, kolpotomija, kojim se izbjegava vanjski rez i time se smanjuju šanse za kirurške komplikacije ili infekciju. Kobilica se sedira i umiri dok stoji, ali je vezana; lokalni anestetik se ponekad koristi kako bi se smanjilo kretanje kobile tijekom operacije. Rez se pravi kroz zid vagine, a zatim kroz peritoneum kako bi se pristupilo jajnicima. Iako su rizici manji nego kod transabdominalne ovariektomije, preporučuje se epiziotomija i ograničenje kretanja tijekom 2 – 7 dana kako bi se smanjila šansa za evisceraciju. Preporuča se praćenje tijekom 24 – 48 sati zbog znakova hipovolemijskog šoka zbog unutarnjeg krvarenja. Postupak uključuje potencijalni rizik.

Trajanje i učinkovitost uklanjanja jajnika je trajno i 100% učinkovito. Ovariektomija tijekom prvih 2 – 3 mjeseca gravidnosti rezultira pobačajem zbog gubitka progesterona iz žutog tijela. Ovariektomija tijekom laktacije na bi trebala utjecati na proizvodnju mlijeka, budući da su hormoni jajnika (estrogen i progesteron) važni tijekom kasne gravidnosti kada se razvijaju mliječne žlijezde, ali ne i nakon što je proizvodnja mlijeka uspostavljena.

Tipične nuspojave povezane s ovariektomijom kod mnogih vrsta uključuju smanjenu aktivnost i povećanje tjelesne mase. Izostanak hormona jajnika kod konja za posljedicu nema izrazit utjecaj na socio-seksualno ponašanje. Iako je estrogen bitan za uspostavu estrusa i očitovanje njegovih znakova, ovariektomizirane kobile mogu pokazivati znakove slične onima prilikom estrusa. Utvrđeno je da je ponašanje hormonalno podržano od strane adrenalnih spolnih steroida, primjerice estrona i dehidroepiandrosterona, slabog estrogena i androgena. Ovi hormoni, za razliku od ovarijalnih hormona, se ne luče ciklički, pa se estrusno ponašanje prikazuje sporadično. Ako slobodno žive ovariektomizirane kobile također pokazuju estrusno ponašanje i povremeno dopuštaju kopulaciju, interes pastuha bi se održao, što bi poticalo koheziju stada (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.2. Imunokontracepcija

Imunokontracepcija je najopsežnija istražena metoda kontracepcije domaćih i divljih konja. Ova metoda se oslanja na imunološku reakciju na neko ciljno tkivo ili biokemikaliju koja je neophodna za uspješan rasplod. Imunološki odgovor najčešće se pokreće inokulacijom biokemikalija ili tkiva druge vrste u ciljanu vrstu s preduvjetom sličnosti u strukturi ili tkivima domaćina. Imunološki sustav reagira na strane spojeve ubrizgane u tijelo proizvodnjom antitijela koja se između ostalog, vežu i na vlastita strukturno i biokemijski slična tkiva i biokemikalije. Kod konja, dva najčešće proučavana i korištena imunokontraceptiva su cjepiva usmjerena protiv GnRH, peptidnog hormona koji proizvodi hipotalamus, i protiv zone pellucide (ZP), vanjskog sloja membrane koji okružuje oocitu (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

##### 4.2.2.1 Cjepivo antigena svinjske zone pellucide (*Porcine Zona Pellucida* cjepivo, PZP)

Spermiji se moraju vezati za zonu pellucidu oocite kako bi inicirali akrosomalnu reakciju spermija koja je potrebna za oplodnju. Cjepivo sastavljeno od antigena svinjske zone pellucide sprječava prodiranje sperme u ZP te se uspješno koristi za suzbijanje plodnosti u divljih kopitara. Postoje tri formulacije PZP cjepiva: tekuća formulacija popraćena inicijalnom dozom koja je učinkovita godinu dana, formulacija u obliku otpuštajućih peleta koja može biti učinkovita do 22 mjeseca i formulacija u kojoj je PZP inkapsuliran u liposome kako bi se produžila učinkovitost kontracepcije (SpayVac®) (ROELLE i sur. 2017.). Iz tog razloga, aplikacija PZP kontraceptiva uključuje različite metode, ovisno o formulaciji cjepiva. I tekući i peletirani oblik PZP-a može se primijenjivati ručno na uhvaćenim konjima. Konkretno, tekući PZP ima prednost lakšeg korištenja jer se može primijenjivati putem strelice na terenu, zbog čega je i svestranija opcija za primjenu. Problem peletiranog PZP cjepiva javlja se uslijed aplikacije jer zahtjeva ručnu injekciju kako bi puni potencijal bio ispunjen. Moguća je aplikacija i putem strelice uz znatno manju učinkovitost.

Učinkovitost kod tekućeg PZP-a iznosi 88,4%. TURNER i sur. (1997.) su procijenili nekoliko formulacija adjuvansa. Ako se eliminiraju manje učinkoviti adjuvansi, prosječna učinkovitost raste na 91,5%. U većini slučajeva, učinkovitost je procijenjena određivanjem koliko je kobila imalo ždrebadi u sljedećoj sezoni ždriježbljenja ili je gravidnost dijagnosticirana hormonskim analizama. TURNER i sur. (2007.) procijenili su oblik peleta dizajniran za oslobađanje PZP-a u cirkulacijski sustav životinje u razdoblju od 1, 3 i 12 mjeseci kod slobodnoživućih kobila u Nevadi. Stopa plodnosti tijekom 4 godine nakon cijepjenja bile su

5,2%, 14,9%, 31,6% i 46,2%, redom, kod tretiranih kobila. Formulacija je poznata kao PZP-22 jer ostaje učinkovita u 85% slučajeva nakon 22 mjeseca. TURNER i sur. (2008.) zaključili su da je optimalno vrijeme za primjenu PZP-22 za maksimalno trajanje učinka jesen ili zima. BLM je počeo koristiti PZP-22 na slobodnoživućim konjima krajem 2000-ih. Međutim, učinkovitost je varirala kako se tretman proširivao na dodatna terenska mjesta. Broj ždrebadi se smanjio za 30-79% u dvije godine nakon jedne primjene injekcije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.). Vjeruje se da je varijabilnost uzrokovana vremenom godine injekcije, načinom njene primjene (ručno ili strelicom), mjestu injekcije (bok se smatra idealnim područjem, ali to nije uvijek moguće ako se primjena vrši strelicom) i ostalim razlikama u pripremi na terenu. Osim toga, došlo je do usavršavanja u proizvodnji cjepiva tijekom posljednjih nekoliko godina (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.). Istraživanje (KILLIAN i sur., 2008.) o učinkovitost SprayVac®-a kod konja zatočenih u Nevadi, procijenilo je njegovu učinkovitost. 12 kobila dobilo je jednu injekciju u vrat od 1 ml u ožujku 2003. godine. U jesen svake godine tretirane kobile su pregledavane na gravidnost putem ultrazvuka ili rektalnom palpacijom. Tijekom 4 godine istraživanja, učinkovitost kontracepcije kod kobila tretiranih SprayVac-om bila je 100% u prvoj godini te 83% u naredne 3 godine.

Reverzibilnost učinka imunokontracepcije kod konja ovisi o smanjenju titra antitijela, što varira ovisno o izboru cjepiva, adjuvansa, protokolu liječenja, genetskim faktorima i kondicijskom stanju životinje. Istraživanja kod tekućeg PZP-a pokazala su da se plodnost vrati unutar 8 mjeseci, ali vrijeme do plodosti može biti produženo ovisno o godinama tretmana. PZP-22 i SprayVac kao dugotrajnije PZP formulacije pokazuju dulje razdoblje neplodnosti, ali reverzibilnost nije najtemeljitije istražena. Vremenski period povratka plodnosti kod kobila može varirati od 1,4 do 8 godina.

Ujecaj PZP je bez većih fizičkih nuspojava. Istraživanja pokazuju da PZP ne uzrokuje značajne štetne učinke na jajnike ili na neke druge organe, iako njihova dugotrajnija primjena može smanjiti broj ovulacija. Reakcije na mjestu injekcije, poput apscesa ili oticanja su obično blage i rijetko se javljaju. Naprotiv, kontracepcija PZP-om može rezultirati boljim kondicijskim stanjem kobila zbog manjih energetskehtjeva zahvaljujući izostanku gravidnosti i laktacije. PZP također nema štetni učinak na gravidne kobile, ali može uzrokovati manji pomak sezonalnosti ždrijebljenja. Sveukupno, PZP omogućava kobilama duži život, uz minimalne učinke na njihovo zdravlje. Što se tiče utjecaja PZP-a na socijalni aspekt, nisu zabilježene

značajnije razlike u aktivnosti, agresivnosti i seksualnom ponašanju između tretiranih i netretiranih kobilama (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

Novija istraživanja (SCHULMAN i sur., 2024.) o učincima tretmana PZP cjepivima putem strelice, na godišnju stopu rađanja, demografiju populacije i sezonalitet, provedena su na kobilama u području Virginia, Nevada. Analize su uključivale mjesečne podatke o kobilama prikupljane od siječnja 2019.godine do prosinca 2022. što je ukupno 48 mjeseci. Analize su uključivale mjesečne podatke o kobilama, kategorizirane prema broju cijepjenja, razvrstanih u četiri kategorije koje uzimaju u obzir da cjepivo nema gubitka učinkovitosti ili uz gubitak učinkovitosti unutar razdoblja od 6, 12 i 18 mjeseci nakon tretmana; prema podacima o ždrijebljenju, vjerojatnosti da su se kobile ždrijebile ili da će začeti u tom mjesecu; te prema dobi, na zrele kobile i nezrele kobile mlađe od godinu dana. Pad stope ždrijebljenja i broj zrelih kobilama, pokazali su značajno smanjenje godišnjih sezonskih vrhunaca rasplodivanja, bez uočenih promjena u sezonalitetu ili trajanju ždrijebljenja. Tijekom četiri godine, pokrivenost populacije premašila je 70%, posljedično se smanjila stopa ždrijebljenja za 58%, uz stopu začeca od samo 10%. Broj cijepjenih kobilama proporcionalno je rastao. Pretpostavljajući da je trajanje učinkovitosti 12 mjeseci, stabilnost se postiže s prosječno jednim cijepljenjem po kobili godišnje, čime je pružena čvrsta preporuka za učestalost tretmana kao doprinos najboljoj praksi upravljanja.

#### 4.2.2.2. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) cjepivo

GnRH cjepiva djeluju inhibicijski na GnRH hormon, čija je uloga stimulirati hipofizu na proizvodnju folikulo-stimulirajućeg hormona (FSH) i luteinizirajućeg hormona (LH). Ovi hormoni su odgovorni za rast folikula u jajnicima i ovulaciju, što je ključno za rasplod. Blokiranjem djelovanja GnRH, FSH i LH se ne proizvode, što će dovesti do izostanka rasta folikula i ovulacije, te na kraju onemogućuje rasplodivanje. Najčešće korišteno GnRH cjepivo u Sjedinjenim Američkim Državama je GonaCon™, koja dolazi u dvije varijante: GonaCon-KLH™ (konjugirana sa hemocijaninom iz limete) i GonaCon-B (konjugirana s plavim proteinom iz mekušaca). GonaCon-B je jeftinija za proizvodnju i može biti učinkovitija od GonaCon-KLH™ (KILLIAN i sur., 2008a.; MILLER i sur., 2008.). Način primjene ovih cjepiva može biti putem strelice ili injekcijom. U Australiji su dostupne još dvije vrste GnRH cjepiva: Equity™ i Improvac®, koje su proizvedene od strane Pfizer Animal Health.

Efikasnost, reverzibilnost i nuspojave ovih cjepiva variraju ovisno o različitim čimbenicima. Učinkovitost GonaCon-KLH™, u studiji (KILLIAN i sur., 2008a.) provedenoj u Nevadi na 16 kobila bila je 94% u prvoj godini, 60% u drugoj i trećoj godini, te 40% u četvrtoj godini. GonaCon-B™ cjepivo tijekom istraživanja na slobodnim kobilama u Nevadi pokazala se manje učinkovita od GonaCon-KLH™. Učinkovitost je bila 61% u prvoj godini, 58% u drugoj godini i 69% u trećoj godini (GRAY i sur., 2010.). Improvac® cjepivo testirano je na 55 kobila u Južnoj Africi usred sezone parenja. Na dan 35, samo 14,5% kobila pokaivalo je znakove aktivnosti jajnika, dok su na 70. dan, kod svih kobila zabilježena neaktivnost jajnika (BOTH A i sur., 2008.). Equity™ cjepivo testirano je na 24 domaće kobile. Sve kobile su bile cijepljene u dva navrata u razmaku od 28 dana. Sve kobile su pokazale smanjenu aktivnost jajnika, a do četvrtog tjedna nakon booster doze, jajnici tretiranih kobila su izgledali poput onih tijekom anestrusa (ELHAY i sur., 2007.).

Učinkovitost svih cjepiva može varirati ovisno o tjelesnoj kondiciji životinje, vremenu primjene cjepiva s obzirom na spolni ciklus, dozi i vrsti životinje. Životinje s boljom tjelesnom kondicijom i s boljim energetske rezervama imaju jači imunski odgovor, što može poboljšati učinkovitost cjepiva.

Nuspojave GnRH cjepiva uključuju promjene u ponašanju, smanjenu aktivnost jajnika te potencijalnu neplodnost kod nekih životinja nakon višestrukih tretmana. Moguće su promjene u hijerarhiji unutar grupa i smanjenje društvenih interakcija, iako su ti efekti često reverzibilni nakon prestanka djelovanja cjepiva. Nuspojave uključuju smanjenje progesterona, smanjenje veličine jajnika i folikula, a zabilježene su i upalne reakcije na mjestu injekcije koje su prolazne unutar 5 dana (IMBODEN i sur., 2006.) GnRH cjepiva imaju jači supresivni učinak na LH nego na FSH, pa se seksualno ponašanje može nastaviti ali neće doći do ovulacije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.3. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) agonist cjepivo

GnRH agonisti su sintetičke verzije GnRH koje imaju aktivnost sličnu prirodnom hormonu. Često se koriste kod mogih vrsta domaćih životinja za poticanje rasta folikula, izazivanje estrusa i ovulacije. GnRH agonisti mogu imati kontraceptivno djelovanje kada se liječenje produži na više od nekoliko dana. Kod domaćih kobila, Ovuplant® se koristi za induciranje ovulacije, dok se Suprelorin® koristi kao dugotrajni kontraceptiv kod različitih

divljih životinja. Nakon početne faze stimulacije, kontinuirana primjena rezultira smajenjem aktivnosti stanica hipofize koje sintetiziraju FSH i LH, bez čijeg stimulansa jajnici postaju neaktivni. Suprelorin® implantati, uvode se pomoću troakara, što zahtijeva imobilizaciju životinje. Dostupne su dvije formulacije implantata, aktivne najmanje 6 mjeseci i 12 mjeseci, ali je prosječni djelotvorni period trajao 12-18 mjeseci. Iako nisu posebno testirani kao kontraceptivi konja, katkotrajna primjena pokazala je da bi GnRH agonisti mogli imati učinkovitost u uzrokovanju neplodnosti kod kobila (MONTOVAN i sur., 1990.; FITZGERALD i sur., 1993.)

Reverzibilnost GnRH agonista je potvrđena u istraživanjima provedenim na domaćim psima (JUNAIDI i sur., 2003.; LUDWIG i sur., 2009.) i mačkama (TOYDEMIR i sur., 2012.), ali postoje slučajevi produženog ili čak trajnog učinka, posebno kod dugotrajne primjene. Nakon početne stimulacijske faze, kada se može javiti estrusno ponašanje, učinci GnRH agonista na ponašanje nalikuju onome kod ovarijektomije. Spolni ciklusi su odsutni uz mogućeg povremenog izražavanja estrusnog ponašanja zbog adrenalnih spolnih steroida.

Iako GnRH agonisti pokazuju potencijal za učinkovitost i reverzibilnu kontrolu plodnosti kod raznih vrsta, njihova primjena na divljim životinjama zahtjeva daljnja istraživanja kako bi se bolje razumjeli dugoročni učinci, efikasnost i sigurnost (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.4. Steroidni hormoni

Progesteron i estrogen su hormoni koji se mijenjaju tijekom spolnog ciklusa kobile i imaju važnu ulogu tijekom gravidnosti svih sisavaca. Primjenom prirodnih i sintetskih oblika progesterona i estrogena moguće je spriječiti gravidnost, najčešće putem negativne povratne sprege.

##### 4.2.4.1. Prirodni i sintetski progesteron

Tijekom lutealne faze ili diestrusne faze ovarijskog ciklusa i tijekom gravidnosti, visoke razine progesterona potiskuju rast folikula i ovulaciju. Sintetski progestageni su zbog toga pogodni za kontracepciju i koriste se često kod žena i divljih životinja. Progesteron i njegovi sintetski ekvivalenti mogu se primjenjivati u obliku implantata ili kao injekcije koje se mogu aplicirati na daljinu putem strelica. Ukoliko se postigne dovoljno visoka doza, kontracepcijska

učinkovitost je gotovo 100%. Silastični implantati koji sadrže progesteron mogu biti učinkoviti dvije ili više godina i imaju visoku stopu reverzibilnosti koja se može ubrzati uklanjanjem implantata. Studije kontracepcije koje su se provodile na divljim konjima u zatočeništvu, koristile su prirodni progesteron u silastičnim implantatima. Oni koji su bili postavljeni subkutano u području vrata su izgubljeni ili su se inficirali, pa uzrokovanje neplodnosti nije bilo uspješno (PLOTKA i sur., 1998.). U kasnijoj studiji iste populacije divljih konja, umetanje implantata u trbušnu šupljinu spriječilo je njihov gubitak, a infekcija je izostala (PLOTKA i sur., 1992.). Međutim, korištene doze progesterona suzbijale su znakove estrusa, ali ovulacija i začeće nisu bili spriječeni. Istraživanje je obustavljeno zbog invazivne prirode zahvata i narušavanja dobrobiti kobila.

Progesteron i sintetski progesteroni podržavaju gravidnost, ali mogu ometati porod suzbijanjem kontrakcije glatkih mišića maternice. U visokim dozama mogu blokirati porod, što je uočeno kod bijelorepih jelena (PLOTKA i SEAL, 1989.). Za kobilu, tijekom laktacije progesteron nema negativnog učinka na proizvodnju mlijeka, čak može imati stimulatívno djelovanje. Nuspojave progesterona variraju među vrstama. Uporaba progesterona i sličnih sintetičkih proizvoda u svrhu kontracepcije su rijetke. Na temelju istraživanja provedenih na drugim biljojedima, očekivana nuspojava kod njihove primjene je hidrometra (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.4.2. Prirodni i sintetski estrogen

Korištenjem estrogena, uključujući prirodni estradiol i sintetski estradiol, u kontracepcijske svrhe dovodi do smanjenja razine hormona FSH i LH u krvi, što smanjuje razvoj oocita. Istraživanja prirodnog i sintetskog estrogena u divljih konja dovela su do različitih rezultata (PLOTKA i sur., 1988., 1992.; EAGLE i sur., 1992.). U nekim slučajevima, nedovoljne doze i gubitak implantata smanjili su učinkovitost kontracepcije. U jednoj studiji, etinil estradiol implantati su imali kontracepcijsku učinkovitost od 75% do 100%, ovisno o dozi, s djelotvornosti od 16 do 60 mjeseci. Sve tretirane kobile su se vratile u ciklus, što ukazuje na reverzibilnost (PLOTKA i sur., 1992.).

Estrogen u visokim dozama može izazvati ozbiljnije nuspojave, poput abnormalne proliferacije tkiva i rizika od razvoja tumora u organima s estrogenim receptorima, kao što su mliječna žlijezda, jetra, hipofiza te osobito maternica (SANTEN, 1998.). Kod kobila, moguć je



nalaz edema maternice (PELAHACH i sur., 2002.). Zbog ovih rizika, estrogen se rijetko koristi kao samostalni kontraceptiv. Obično se kombinira s progesteronom kako bi se ublažili njegovi negativni učinci (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.4.3. Kombinacija estrogena i progesterona

Glavno kontracepcijsko djelovanje estrogena je inhibicija rasta folikula, dok progesteron sprječava ovulaciju. Kombinacija estrogena i progesterona je učinkovitija od kontraceptiva koji sadrže samo progesteron. Dodatak progesterona omogućuje nižu dozu estrogena, te na taj način smanjuje vjerojatnost nuspojava. Osim toga, progesteron ublažava neke učinke estrogena, poput inhibicije estrusnog ponašanja.

Na zatočenim i slobodno živućim konjima testirana je kombinacija prirodnog progesterona i etinil estradiola u implantatima (PLOTKA i sur., 1992.; EAGLE i sur.,1992.). Učinkovitost je bila 100% kod zatočenih kobila, dok je kod slobodno živućih kobila bila 84-90%. Učinkovitost implantata trajala je 2 do 3 godine, a čini se da su se sve tretirane kobile vratile u spolni ciklus, što je ustanovljeno njihovim ždrijebljenjem (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.2.5. Intrauterini implantati

Predpostavljeni mehanizam djelovanja IUD-ova je izazivanje blage upale endometrija maternice zbg prisutnosti stranog tijela, čime se sprječava implantacija embrija. Dva istraživanja su testirala IUD-ove kod domaćih i zatočenih divljih konja. U istraživanju su korišteni fleksibilni, silastični O-prsten (DAELS i HUGHES,1995.). Nijedna kobila nije ostala gravida dok su IUD-ovi bili na mjestu, ali je zabilježena gravidnost kod svih kobila nakon uklanjanja istih, u naredn dvije godine. Drugo istraživanje (KILLIAN i sur., 2004.), provedeno na 15 divljih kobila, koristilo je IUD s bakrom zbog njegovog spermicidnog djelovanja. Nakon 60 dana boravka s pastuhom, 20% kobila s IUD-om je ostalo gravidno u usporedbi s 75% kontrolnih kobila. Nakon druge i treće godine 71% i 86% kobila bile su gravidne (KILLIAN i sur., 2004.). Smatra se da je došlo do gravidnosti kod pojedinih kobila zbog gubitka IUD-ova, a ne zbog neučinkovitosti uređaja (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

### 4.3. Metode kontrole plodnosti pastuha

Metode kontrole plodnosti kod pastuha uključuju kastraciju, vazektomiju (kemijsku ili kiruršku), i imunokontracepciju. Načini primjene i učinkovitost metoda opisana je u nastavku.

#### 4.3.1. Kastracija

Kastracija je postupak kojim se eliminiraju spolni organi koji proizvode spermu, testisi, čime mužjak postaje neplodan. Riječ je o rutinskom zahvatu kod domaćih pastuha i mnogo je manje invazivna i rizična operacija od ovariektomije kod kobila. Komplikacije su moguće u 10% slučajeva, uključujući arterijsko krvarenje na mjestu reza, nedovoljno postoperativno dreniranje, što može uzrokovat oticanje, infekciju ili nakupljanje tekućine; ili u rijetkim slučajevima evisceraciju (BLODGETT, 2011.). Kirurška kastracija je trajna i 100% učinkovita metoda postizanja neplodnosti kod pastuha.

Kemijska kastracija izvodi se pomoću otopine cinkovog glukonata s l-argininom, razvijena je i testirana na domaćim psima (Erterisol™). Učinkovitost Esterilsola™ nije u potpunosti potvrđena. Podatci pokazuju da učinkovitost ovisi o pravilnom ubrizgavanju otopine tako da se ravnomjerno raspodijeli po testisu. Proizvod je opisan kao gotovo bezbolan (ACC&D, 2012.).

Budući da se kastracijom ukloni glavni izvor androgena, obično dolazi do smanjenja agresivnog i seksualnog ponašanja kod mužjaka. Neki kastrirani konji pokazuju manje promjena u ponašanju nakon kastracije, što može biti posljedica djelovanja nadbubrežnih androgena, ali vjerojatnije je to povezano s razlikama u temperamentu i predhodnom seksualnom iskustvu svake jedinke.

Učinci kemijske kastracije na proizvodnju testosterona nisu posve jasni. Mehanizmi djelovanja cinkovog glukonata trebao bi poštedjeti Leydigove stanice, koje proizvode testosteron. Međutim, ožiljkasto tkivo koje nastaje može utjecati na strukturu Leydigovih stanica i narušiti sintezu i oslobađanje hormona, što bi moglo utjecati na ponašanje mužjaka.

Zadržavanje dijela mužjaka u krdu kao neplodnih, može povećati ili smanjiti agresiju i konkurenciju među preostalim mužjacima. Reproductivni uspjeh također bi se mogao smanjiti ili povećati. Na razini populacije, nije jasno bi li kastracija bila bolja opcija od vazektomije, koja ne

utječe na testosteron i ponašanje specifično za pastuhe. Na kraju, stopa rasta populacije koja uključuje plodne konje oba spola ovisit će o broju plodnih kobila u toj populaciji (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.3.2. Vazektomija

Vezektomija, bilo kirurška ili kemijska, ne utječe na proizvodnju sperme, ali sprječava ejakulaciju sperme blokiranjem epididimisa ili sjemenovoda. Potencijalni nedostatak i kirurške i kemijske kastracije je gubitak testosterona i posljedično smanjenje ili gubitak specifičnog ponašanja pastuha koje je potrebno za održavanje društvene organizacije i integriteta krda. Vazektomija blokira ejakulaciju sperme bez utjecaja na sintezu testosterona čime se očuvaju obrasci ponašanja podržana androgenima. Nakon bilo koje vrste vazektomije, kemijske ili kirurške, prosječno vrijeme potrebno na uklanjanje preostale sperme iz sjemenovoda je oko 6 tjedana, pa bi tretman trebao biti obavljen znatno prije sezone parenja kako bi se osigurala neplodnost.

Kirurška vazektomija kod dominantnih pastuha uspješno se koristi za kontrolu plodnosti u krdima slobodno živućih konja. Socijalna struktura i stabilnost krda nije se razlikovala između tretiranih i netretiranih grupa. Postupak vazektomije bio je 100% učinkovit u sprječavanju ždrijebljenja u stabilnim krdima koja nisu imala podređene pastuhe, dok su neka krda s podređenim pastusima ipak imala ždrijebad (EAGLE i sur.,1993.; ASA, 1999.). Vazektomiranjem samo dominantnih pastuha iz harema rezultat će relativno skromnim smanjenjem rasta populacije, budući da se značajan broj parenja može dogoditi čak i ako su dominantni pastusi neplodni. Drugi pastusi u tom slučaju obaviti će sva parenja (SCULLY i sur., 2015.). Vjerojatnost da će se podređeni pastusi pariti je veća u krdima s vazektomiranim dominantnim pastuhom zbog većeg broja spolnih ciklusa kod kobila, dok kod kobila s plodnim pastuhom postoji veća vjerojatnost da će začeti u prvom mjesecu sezone parenja. Tako kobile s vazektomiranim dominantnim pastusima pružaju više prilika za parenje s podređenim pastusima (ASA, 1999.). Učinkovitiji pristup za kontrolu rasplodivanja određene populacije bio bi vazektomirati veći broj pastuha, bez obzira na dob ili status u krdi (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

U rujnu 2013.godine, pastusi koji su prethodno bili kirurški vazektomirani (SURG, n=25), kemijski vazektomirani (CHEM, n=16) ili netretirani (CONT, n=32) uhvaćeni su i kirurški kastrirani u pripremi za udomljavanje. U usporedbi s obje metode tretiranih pastuha s netretiranim, koncentracije testosterona i estron sulfata u serumu nisu se razlikovale, što sugerira da ova metoda kontracepcije slobodnoživućih pastuha ne bi narušile društvenu hijerarhiju krda. Međutim, slično kao i u CONT grupi, svi CHEM pastusi imali su spermu prisutnu u uzorcima sjemene tekućine iz sjemenovoda. CHEM pastusi imali su više morfološki abnormalne sperme nego CONT pastusi, ali nije poznato je li to utjecalo na stvarnu plodnost. Metoda kemijske vazektomije zahtjeva dodatna istraživanja u populaciji slobodno živućih konja (SCULLY i sur., 2015.).

Nema provjerenih nuspojava vazektomije, zbog čega ima široku primjenu kod ljudi. Međutim, u krdima slobodno živućih konja s vazektomiranim pastusima, kobile koje ne ostanu gravidne nastavljaju prolaziti kroz spolne cikluse do kraja sezone parenja i nastavljaju privlačiti pastuhe (ASA, 1999.). Posljedica toga je duži vremenski period tijekom kojih se pastusi natječu i bore za kobile, što povećava rizik od ozljeda pastuha i smanjuje njihovo vrijeme za ispašu, što im može ugroziti kondicijsko stanje prije zime. Pastusi s lošom kondicijom teže će preživjeti zimu, što bi moglo imati posljedice na dinamiku populacije. Ukoliko dominantni pastuh bude zamijenjen s mladim pastuhom ili bi pak kobile preuzeo dominantni pastuh iz drugog krda, stabilnost harema bi se mogla narušiti (RUBENSTEIN, 1994.), što bi moglo smanjiti plodnost kobila zbog povećane razine uznemiravanja od strane pastuha. Takve promjene mogle bi pridonijeti genetskoj raznolikosti populacije, čime bi se povećala efektivna veličina populacije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.3.3. Steroidni hormoni

Visoke doze androgena mogu suzbiti endogenu proizvodnju testosterona putem negativne povratne sprege i imati supresivni učinak na spermatogenezu. TURNER i KIRKPATRICK (1982.) su tretirali 10 slobodno živućih pastuha s mikroinkapsuliranim testosteron propionatom. Rezultati su pokazali da je samo 28,4% krda s testiranim pastusima imalo ždrijebad, u usporedbi s 87,5% kod netretiranih krda. Iako bi se moglo očekivati da će povećane razine androgena potaknuti agresivnost, to nije zabilježeno u ovom istraživanju. Analizirana su samo ponašanja uz teritorijalno obilježavanje i seksualne aktivnosti. Svi tretirani pastusi su bili pod utjecajem

tretmana približno 8 mjeseci, nakon čega su se vratili u fiziološko stanje. Nuspojava kod ovih kontraceptiva nisu uočene (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.3.4. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) cjepivo

Kao što je objašnjeno u dijelu o primjeni GnRH cjepiva kod kobila, tretman ovim cjepivima inhibira sintezu hormona LH i FSH u hipofizi. Kod pastuha to dovodi do smanjene stimulacije testosterona, koji je ključan za spermatogenezu i ispoljavanje spolnog ponašanja. Iako su cjepiva poput GonaCon™ i drugi eksperimentalni GnRH cjepiva korištena, proizvodnja spermija nije u potpunosti eliminirana (MALMGREN i sur., 2001.; TURKSTRA i sur., 2005.). STOUT i COLENBRANDEN (2004.) tvrde da zreli pastusi tretirani GnRH cjepivima i dalje proizvode dovoljno sjemena za oplodnju kobile.

U prvom istraživanju imunizacije GnRH-om kod domaćih pastuha, MALMGREN i sur. (2001.) ispitivali su eksperimentalno GnRH cjepivo u kombinaciji s adjuvansom Equimune® na četiri domaća pastuha (jedan kontrolni i tri tretirana) izvan sezone parenja. Protokol cijepljenja uključivao je pet injekcija u razmacima od 2-4 tjedna. Svi pastusi pokazali su reakciju, ali jedan je mužjak imao znatno slabiji imunološki odgovor u usporedbi s ostalom dvojicom. Dva tretirana pastuha pokazala su smanjenje testosterona, smanjenu veličinu i histološke promjene testisa i lošiju kvalitetu sperme. Učinci su se pojavili tek nakon 7-9 tjedana od početka tretmana. Nije zabilježena promjena u volumenu ejakulata.

TURKSTRA i sur. (2005.) ispitivali su dva različita adjuvansa, Carbopol® i CoVaccine™ HT, zajedno s eksperimentalnim GnRH cjepivom kod pastuha. Četiri su životinje tretirane s Carbopolom®, a četiri s CoVaccine™ HT tijekom sezone parenja, uz početno cijepljenje pojačano nakon 6 tjedana, i praćenje u razdoblju od 14 tjedana nakon početnog cijepljenja. Nisu zabilježene reakcije na mjestu aplikacije injekcije niti promjene u tjelesnoj težini. CoVaccine™ HT pokazao se superiornijim; tretirani pastusi nisu imali otkriveni testosteron nakon 2 tjedna od tretmana pa sve do kraja istraživanja. Ti pastusi su imali smanjenu pokretljivost spermija, no nije bilo razlika u volumenu ejakulata, koncentraciji ili broju spermija. Oba adjuvansa pokazala su potencijal u smanjenju plodnosti, na način da su smanjila veličinu testisa i promjenila njihovu histologiju. Autori su istaknuli da je CoVaccine™ HT poželjniji zbog superiornijih performansi i zbog boljeg definiranog vremena djelovanja.

JANETT i sur. (2009.) istraživali su učinke cjepiva Equity™ na pet domaćih pastuha, primjenjujući tri injekcije u razmacima od 4-8 tjedana, na koncentraciju testosterona, spolno ponašanje i karakteristike sjemena. Štetni učinci na kvalitetu sjemena zabilježena su kod četiri pastuha, uz razlike u jačini i obliku učinka (manji broj spermija, smanjena pokretljivost i povećane abnormalnosti spermija), dok je jedan pastuh imao slab imunološki odgovor. Ovi inhibicijski učinci trajali su od 24 tjedna do 46 tjedana.

MALMGREN i sur. (2001.) otkrili su da su četiri pastuha nakon cijepjenja GnRH cjepivom pokazala smanjen spolni interes i seksualno ponašanje tijekom 13 tjedna. Slično tome, četiri pastuha tretirana Equity™ cjepivom imala su smanjen libido, dok je jedan pastuh zadržao spolno ponašanje unatoč smanjenju testosterona (JANETT i sur., 2009.). KIRKPATRICK i sur. (2011.) izrazili su zabrinutost zbog primjene GnRH cjepiva jer suzbija ponašanje podržano testosteronom koje je potrebno za održavanje stabilnosti krda, ali nisu dokazali tu tvrdnju (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.3.5. Gonadotropin-oslobađajući hormon (GnRH) agonist cjepivo

GnRH u početku stimuliraju, a zatim inhibiraju sintezu hipofiznih i gonodalnih hormona. Glavni hormon koji je inhibiran kod pastuha je testosteron, a bez njega spermatogeneza nije podržana. Kod domaćih pastuha koji su cijepljeni s GnRH agonistima uočeni su različiti rezultati. Neka istraživanja su izvijestila o prolaznoj stimulaciji nakon koje je uslijedio povratak na početne ili niže koncentracije LH hormona i testosterona (MONTOVAN i sur., 1990.; BOYLE i sur., 1991.), dok su druga pokazala pojačano lučenje LH i spolno ponašanje (ROSER i HUGHES, 1991.; SIEME i sur., 2004.). BRINSKO i sur. (1998.) nisu otkrili suzbijajuće učinke kod onoga što se smatrali visokim dozama, iz čega su zaključili da su pastusi izuzetno otporni na tretman GnRH agonistima u suzbijanju plodnosti. Ipak, sposobost nekih agonista da postignu blagu supresiju sugerira da potentniji analozi ili veće doze mogu biti učinkoviti.

Najčešće formulacije, poput Supreolina®, primjenjuju se u implantatima s usporenim opuštanjem, zbog veće praktičnosti i učinkovitosti od kontraceptivnih tretmana s osmotskim pumama ili injekcijama. Supreolin® se proizvodi u formulacijama s trajanjem učinkovitosti 6 i 12 mjeseci, koje predstavljaju minimalno trajanje jer se supresija nastavlja odvijati dvostruko dulje u većini slučajeva.

Nuspojave GnRH agonista slične su onima kod kastracije zbog nedostatka testosterona koji je odgovoran za seksualno ponašanje. Međutim, kao što je slučaj s kastriranim pastusima s predhodnim seksualnim iskustvom, pastusi tretirani GnRH agonistima mogu pokazivati interes za kobile u estrusu, ali vjerojatno neće moći uspješno konkurirati netretiranim i plodnim pastusima (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

#### 4.4. Odabir najperspektivnije metode za kontrolu rasplodivanja konja u divljini

Opisane metode kontrole rasplodivanja značajno se razlikuju. Najvažniji kriteriji za odabir najpouzdanije metode su način primjene, dostupnost, učinkovitost, trajanje učinka te potencijalne fiziološke i bihevioralne nuspojave. Važnost ovih kriterija može varirati ovisno o karakteristikama područja u kojem se divlji konji nalaze kao i osobitostima njihove populacije.

Prvi kriterij je način primjene metode. Najznačajnija stavka ovog kriterija je potreba za fizičkom imobilizacijom životinje prilikom primjene tretmana određene metode. U većini slučajeva tretmani se primjenjuju kada su životinje okupljene na jednom mjestu. Iako je u nekim slučajevima moguće izvoditi metode iz udaljenosti uz pomoć strelica, to je rijetko jer ponovljeni tretman postaje teži, posebno za cjepiva koja zahtijevaju dopunske doze. Osim toga, neki podatci sugeriraju da je ručna primjena cjepiva određenih kontraceptiva puno efektivnija i pouzdanija.

Drugi kriterij, dostupnost, odnosi se na mogućnost nabave kontraceptiva i na dostupnost kvalificiranog osoblja za pravilnu primjenu. Metode se kreću od eksperimentalnih i registriranih kontraceptiva do ustaljenih kirurških postupaka. Idealna metoda trebala bi biti lako dostupna u dovoljnim količinama i s minimalnom potrebom za stručnim osobljem.

Treći kriterij, učinkovitost, ključan je za određivanje broja životinja koje je potrebno tretirati kako bi se postigli ciljevi upravljanja određene populacije. Metode koje su visoko učinkovite, poput vazektomije, možda neće imati utjecaj na rast populacije ako nije tretiran dovoljan broj životinja. Studije sugeriraju da je potrebno učinkovito tretirati više od 50% populacije kako bi se smanjila njena veličina (GARROTT i SINIFF, 1992.; PECH i sur., 1997.; HOBBS i sur., 2000.; KIRKPATRICK i TURNER, 2008.).

Konačno, trajanje učinka kontraceptiva ima veliku praktičnu važnost. Metode s kraćom učinkovitošću zahtijevaju više truda i resursa, čak i ako je cijena kontraceptiva niska. Metode s

duljim trajanjem su poželjnije jer smanjuju potrebu za osobljem i financijskim resursima, a značajna je i manja potreba za uznemiravanju životinja. Međutim, metode s dužom učinkovitošću treba koristiti s oprezom, jer dugoročna neplodnost životinja može imati trajni učinak na genski bazen populacije (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013.).

Tablica 2. Sažetak karakteristika, učinaka i potencijalne prikladnosti sredstava za kontrolu rasplodivanja divljih kobila (HOBBS i HINDS, 2018.).

Agent	Site of action and effects	Route of administration and duration of effect	Advantages, <i>disadvantages</i> and potential for wild-horse management (in bold)	References
Intrauterine devices (IUDs) Glass marble, Silastic ring, Copper 'T'	Uterus; prevent implantation of embryo	Vaginal insertion into uterus	<i>Capture of animals required; requires repeated administration; limited efficacy, responses highly variable among individuals; possible adverse welfare impacts.</i> <b>LOW, limited duration of effect</b>	Morris <i>et al.</i> 2017; Turner <i>et al.</i> 2015; Daels and Hughes 1995; Rivera del Alamo <i>et al.</i> 2008; Killian <i>et al.</i> 2004, 2006, 2008
Hormones				
<b>Steroids</b> , synthetic oestrogens, progestagens	Disrupts gonadal and pituitary function; prevents oestrus, prevent oestrus	Subcutaneous implants effective <2 years (dose-dependent)	<i>Capture of animals required; requires repeated administration; responses highly variable among individuals; welfare concerns.</i> <b>LOW, limited duration of effect</b>	Squires 2008 (review); Storer <i>et al.</i> 2009; Johnson <i>et al.</i> 2000, 2002, 2003
<b>Non-steroidal hormones</b> , GnRH (agonist or antagonist)	Disrupts hormone release from the pituitary; prevents oestrus	Subcutaneous implants effective <2 years (dose-dependent)	<i>Capture of animals required; requires repeated administration; responses highly variable among individuals; welfare concerns.</i> <b>LOW, limited duration of effect</b>	
Immunocontraceptive vaccines				
<b>Hormone antigens</b> , gonadotrophin releasing hormone, GnRH (various formulations; <i>Improvac</i> , <i>Equity</i> , <i>GonaCon</i> )	Antibodies bind hormone in blood stream; prevents oestrus	Intramuscular <i>Improvac</i> and <i>Equity</i> require boosters (effective <12 months) <i>GonaCon</i> – single-shot effective for up to 3 years without boost	Could be remotely delivered; highly effective in females; no adverse welfare impacts. <b>LOW, requires frequent boosters</b> <i>Gonacon</i> registered product available before other vaccines; may require boosters after ~3 years; <i>identification of already treated animals important; multiple doses not problematic.</i> <b>MEDIUM-HIGH</b>	Elhay <i>et al.</i> 2007; Botha <i>et al.</i> 2008; Imboden <i>et al.</i> 2006; Schulman <i>et al.</i> 2013; Donovan <i>et al.</i> 2013; Killian <i>et al.</i> 2004, 2006, 2008; Gray <i>et al.</i> 2010
<b>Reproductive antigens</b> , zona pellucida (ZP) proteins (various formulations based on use of porcine ZP; <i>ZonaStat H</i> , <i>PZP-22</i> , <i>SpayVac</i> )	Ovary and oocytes, uterus; disrupts oocyte development, blocks fertilisation	Intramuscular require boosters (effective ~12 months)	Could be remotely delivered to females; <i>few impacts on welfare, although mares can show extended periods of oestrous cyclicity; require boosters annually; identification of already treated animals important but multiple doses not problematic; no quality-assured product available in Australia, need to be produced in-house and tested for efficacy; USA-registered PZP product yet to be assessed for registration for field use in Australia.</i> <b>MEDIUM</b>	Kirkpatrick <i>et al.</i> 1990, 1995; Turner <i>et al.</i> 1997, 2002; Bechert <i>et al.</i> 2013; Roelle <i>et al.</i> 2017; Killian <i>et al.</i> 2004, 2006, 2008; Turner <i>et al.</i> 1997, 2001, 2002, 2007, 2008; Rutberg <i>et al.</i> 2017

#### 4.5. Dobrobit životinja pri primjeni metoda kontrole plodnosti

Prilikom primjene bilo koje metode kontrole plodnosti, humanost i dobrobit životinja od ključne je važnosti. Imunokontraceptivi ispunjavaju sve potrebne kriterije za učinkovitost metode



pružajući humanu i ne-smrtonosnu metodu kontrole populacije divljih konja (NETTLES, 1997.; GRAY i CAMERON, 2010.). Ipak, različita su mišljenja oko toga predstavljaju li sve fiziološke i bihevioralne promjene uzrokovane kontracepcijom, negativni utjecaj na dobrobit životinja (RANSOM i sur., 2010.; HAMPTON i sur., 2015.).

#### Stres i ozljede

Sve metode i sredstva za kontracepciju zahtjevaju primjenu tretmana ručnu ili iz udaljenosti (unutar 40 metara); u većini slučajeva to uključuje okupljanje i pasivno hvatanje životinja (MASSEI i COWAN, 2014.). U nastojanju da se standardiziraju postupci i smanje negativni utjecaji na dobrobit životinja u svim mjerama kontrole rasplodivanja populacije divljih konja u Australiji, razvijen je kodeks prakse za humanu kontrolu slobodno živućih konja i standardne procedure za njihovo hvatanje i okupljanje (SHARP i SAUNDERS, 2012.).

#### Reakcije na mjestu injekcije

Iako nisu uobičajene ozljede slobodno živućih konja nakon primjene kontracepcije, sve injekcijske formulacije kontraceptivnih sredstava mogu uzrokovati prolazni lokalni edem, apscese ili granulome (LYDA i sur., 2005.; ROELLE i RANSOM, 2009.). U istraživanjima primjene cjepiva kod konja, zabilježeni su varijabilni nivoi negativnih utjecaja, od minimalnih reakcija pri manuelnom injiciranju (GRAY i CAMERON, 2010.) do prihvatljivo niskih stopa apscesa (ROELLE i sur., 2017.) ili lokaliziranih granuloma (MILLER i sur., 2008.). Apscesi se javljaju u stopi od 0,2% prilikom upotrebe strelica. Ove reakcije na mjestu injekcije nisu bolne, a apscesi se obično povuku bez tretmana nakon 2 tjedna (KIRKPATRICK i sur., 2012.). Kod konja, imunokontracepcijski tretman nije pokazao utjecaj na njihovu dobrobit i aktivnost (GonaCon®, BAKER i sur., 2013.; SpayVac®, ROELLE i sur., 2017.).

#### Promjene u ponašanju

Ovisno o vrsti kontraceptiva, promjene u ponašanju mogu biti složene i imati različite posljedice, iako se često ne uzimaju u obzir prilikom studija. Tvrdilo se da promjene u ponašanju imaju negativni utjecaj na dobrobit kobilama koje su tretirane PZP-om zbog produženog seksualnog interesa pastuha, povećane agresije među pastusima i zbog povećanog interesa prema ostalim kobilama (NUNEZ i sur., 2009.; NUNEZ i sur., 2017.). Međutim, druge studije o kobilama koje

su tretirane kontraceptivima, pokazuju da nema značajnih razlikau ponašanju između kontrolnih i tretiranih kobila (GRAY i CAMERON, 2010.).

### Tjelesna kondicija

Kobile tretirane s PZP-om pokazale su poboljšano fizičko stanje, što je značajno produžilo njihov životni vijek (KIRKPATRICK i TURNER, 2008.). Razlog tome je smanjenje energetske potrebe zbog odsutnosti gravidnosti i laktacije. Iako to odražava poboljšanu dobrobit jedinke, neki autori tvrde da produženje životnog vijeka uzrokuje druge zdravstvene probleme koji dolaze sa starošću (KIRKPATRICK i TURNER, 2007., 2008.).

### Prekomjerno doziranje i kontraindikacije za upotrebu tijekom gravidnosti kobile

PZP cjepiva se smatraju sigurnima za primjenu kod gravidnih kobila (LYDA i sur., 2005.; RUTBERG i sur., 2017.). GnRH cjepiva imaju potencijal spriječiti implantaciju embrija ako se primjene tijekom prvih 6 tjedana gravidnosti, nakon toga se smatra da ne utječe na gravidnost (KIRKPATRICK i sur., 2011.). Od 6 tjedna gestacije, pituitarni LH hormon više nije potreban za nastavak gravidnosti.

Tretiranjem jedinki s višestrukim dozama PZP-a ili GonaCon®-a češće nego što je preporučeno, neće negativno utjecati na dobrobit životinje, što su KIRKPATRICK i sur., (2011.) potvrdili. Višestruki tretmani su česti kod nepravilno identificiranih, prethodno cijepljenih konja i kod konja čija se početna doza smatra neučinkovitom.

## 5. OSVRT NA DIVLJE KONJE S VISORAVNI KRUZI

Rijetka su istraživanja i radovi koja se bave problematikom divljih konja na području planine Cincar, uslijed njihovog dugogodišnjeg postojanja. Pregledana literatura koja se direktno odnosi na ovu populaciju divlji konja obuhvaća dva diplomatska rada na temu: Očuvanje divljih konja na Krug planini (SUČIĆ, 2009.) i Livanjski divlji konji (MIHALJEVIĆ, 2021.). Ostali podatci odnose se na vlastita zapažanja bioloških i fizioloških osobitosti ove populacije, na osnovu kojih je moguće povući paralelu s već istraženim populacijama slobodno živućih konja (Slika 3.)



Slika 3. Autoportret s divljim konjima

### 5.1. Opis staništa

Livanjski divlji konji smjestili su se na visoravni Kruzi, ili kako je još zovu, visoravan Krug (Slika 4.). Područje unutar koje obitava populacija ovih konja zauzima oko 20 000 ha. Na sjevernoj strani smještena je planina Cincar s najvišom nadmorskom visinom, istočno je planinski prijevoj Borova glava i Šujičko polje, zapadno Glamočko polje, a južno grad Livno i Livanjsko polje (MIHALJEVIĆ, 2021.). Topografski, ovo područje karakterizira visinski raspon od 750 do 2 006 m nadmorske visine. Ovim područjem vlada umjereno kontinentalna klima, s jakim vjetrovima, hladnim zimama i toplim ljetima. Područje je prekriveno kamenjarskim krškim pašnjacima, livadama i dolinama, s malo šumskih površina ograničenih na pojedine dijelove.

Zbog geografskih osobina tla, rijetki su stalni izvori pitke vode i otežano je njeno površinsko zadržavanje, zbog čega ovo područje oskudjeva istom (SUČIĆ, 2009.).

## 5.2. Nastanak i brojno stanje populacije divljih konja

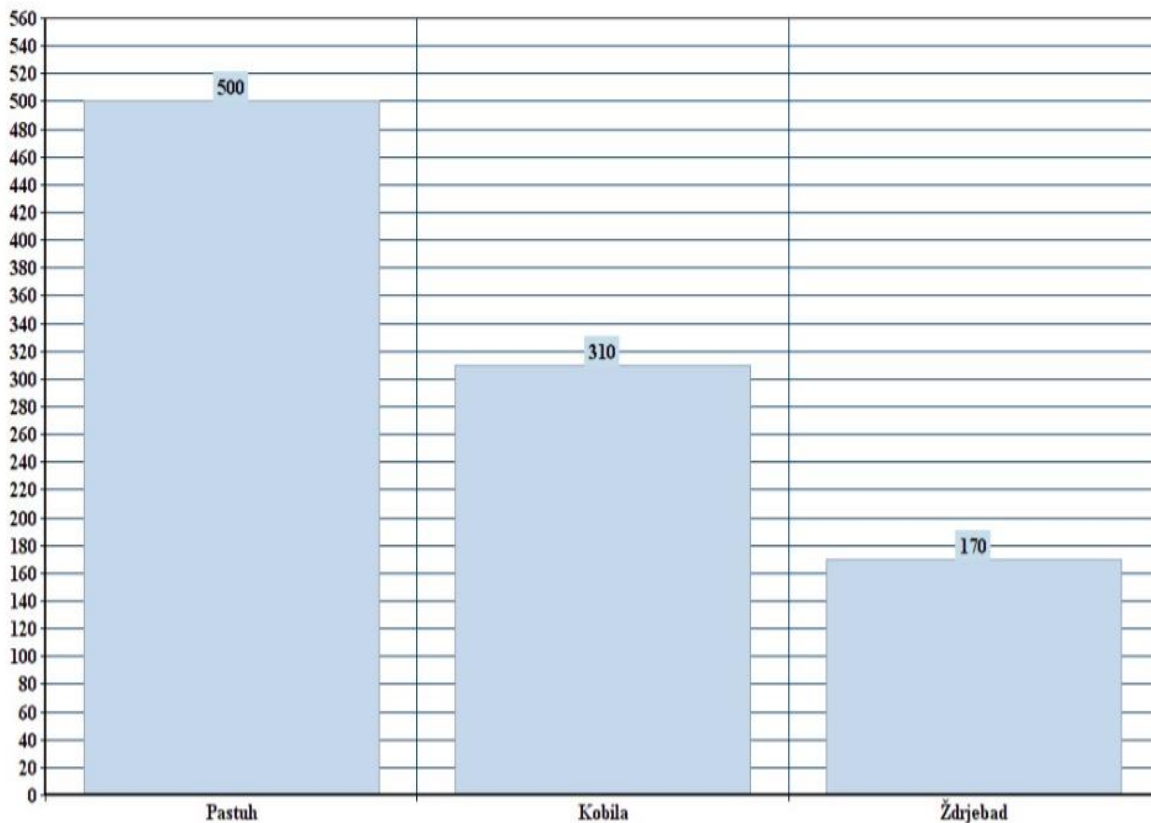
Prema narodnoj predaji, početci nastanka populacije slobodno živućih konja na ovim prostorima datiraju još u sedamdesete godine dvadesetog stoljeća. Domaći konji su se koristili za rad u poljoprivredi, izvlačenje trupaca iz šume i u prijevozu. Industrijaizacijom njihova uloga bila je sve više potisnuta, što je rezultiralo brojnom napuštanju domaćih konja. Zahvaljujući prirodnoj potrebi konja kao vrste i dovoljno velikom broju jedinki, došlo je do formiranja krda, što je omogućilo lakši opstanak i preživljavanje u surovim planinskim uvjetima. Osim prirodnih neprilika i napada predatora, populacija ovih konja uspjela je preživjeti stradavanja tijekom Domovinskog rata, nakon kojeg se njihov broj oporavio i nastavio neprekidno rasti sve do danas.



Slika 4. Divlji konji s planinom Cincar u pozadini- Autorska slika

Prema procjenama iz travnja 2011. godine, populacija slobodno živućih konja brojila je 196 jedinke. Dvije godine nakon, broj populacije narastao je na 334 jedinke, 286 odraslih i 48 ždrebadi, što je 138 jedinki više od prethodnog brojanja. Podatci iz srpnja 2015.godine sugeriraju da je bilo 418 jedinki, od kojih je 65 ždrebada. 2018. godine pretpostavlja se da je bilo oko 700 jedinki, a 2020. godine oko 800. Prema istraživanju (MIHALJEVIĆ, 2021.) usmjerenom na brojnost populacije te njenom spolnom i dobnom kategoriziranju, provedenom u svibnju i lipnju 2021. godine, dobila je se brojka od 980 jedinki, od koje je 500 pastuha, 310 kobila i 170 ždrijebadi što je prikazano na Slici 5. Zbog nepreglednog terena i veličine područja na kojemu se

vršilo istraživanje, podatci o brojnosti nisu u potpunosti točni, što napominje i sam autor (MIHALJEVIĆ, 2021.).



Slika 5. Ukupan broj pastuha, kobila i ždrijebadi izbrojenih tijekom svibnja i lipnja 2021. godine (MIHALJEVIĆ, 2021.)

#### 5.2.1. Analiza podataka o brojnosti populacije tijekom godina

Uzimajući podatke iz 2021. godine o brojnosti populacije kategorizirane po spolu, te na osnovu omjera pastuha i kobila, uz pretpostavku da se on nije drastično mjenjao prethodnih godina, moguće je predpostaviti broj pastuha, kobila i ždrijebadi, na osnovu podataka o brojnosti populacije iz prošlosti. U tom slučaju dolazimo do izračuna za svaku godinu:

- 2021. – 500 pastuha + 310 kobila + 170 ždrijebadi = 980
- 2018. – 360 pastuha + 225 kobila + 115 ždrijebadi = 700
- 2015. – 218 pastuha + 135 kobila + 65 ždrijebadi = 418
- 2013. – 176 pastuha + 110 kobila + 48 ždrijebadi = 334
- 2011. – 103 pastuha + 63 kobile + 30 ždrijebadi = 196

Uzimajući u omjer broj ždrijebadi i broj kobila, moguće je izračunati stopu ždrijebljenja za svaku godinu:

- 2011. – stopa ždrijebljenja od 47,62%
- 2013. – stopa ždrijebljenja od 43,64%
- 2015. – stopa ždrijebljenja od 48,15%
- 2018. – stopa ždrijebljenja od 51,11%
- 2021. – stopa ždrijebljenja od 54,84%

Na osnovu podataka o brojnosti populacije, ukupni rast populacije za svako razdoblje iznosi:

- Od 2011. do 2013.: povećanje od 70,41% (sa 196 na 334 konja)
- Od 2013. do 2015.: povećanje od 25,15% (sa 334 na 418 konja)
- Od 2015. do 2018.: povećanje od 67,46% (sa 418 na 700 konja)
- Od 2018. do 2021.: povećanje od 40,00% (sa 700 na 980 konja)

Cilj analize podataka, uzimajući u obzir da se radi o podacima koji nisu precizni, moguće je lakše doći do pretpostavki koji je odnose na budućnost ove populacije u vidu brojnosti, omjeru spolova i stopi ždrijebljenja.

### 5.3. Problemi s kojima se susreće populacija divljih konja na Planini Cincar

Glavi problemi s kojima se susreće ova populacija su nedostatak prirodnih resursa ključnih za preživljavanje, koji se javljaju ovisno o godišnjem dobu. Iz ovoga problema proizlaze problemi povezani s ljudskim faktorom, koji uključuju stradavanja na prometnicama i uništavanje poljoprivrednih dobara. Pored toga, ova populacija slobodno živućih konja izložena je napadima krupnih predatora, ali i krivolovcima.

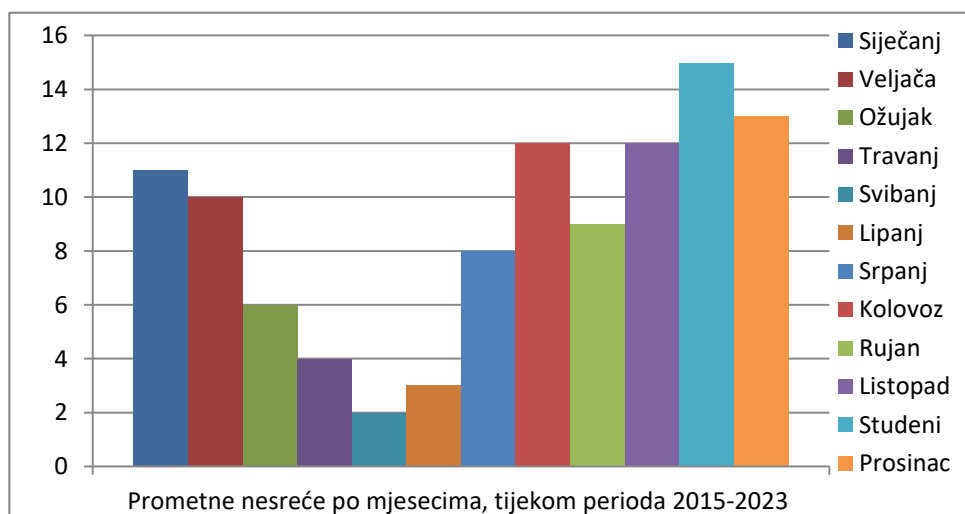
#### 5.3.1. Problemi s nedostatkom vode

Izvori pitke vode na području obitavanja ove populacije su rijetki zbog karakteristika krškog tla s malom sposobnost njenog površinskog zadržavanja, osobito za vrijeme suša tijekom

ljetnjeg perioda. Unatoč dovoljnog broja lokvi koji su namjenjeni za stoku i konje, nerijetko dolazi do njihovog presušenja. Međutim, do nekih lokvi bez obzira što ne presuše u potpunosti, otežan je pristup što dodatno otežava napajanje. Voda iz lokvi u kvantitativnom i kvalitativnom smislu ne zadovoljava potrebe ove populacije, stoga su konji primorani napajati se na prirodnim izvorima koji se nalaze na lokalitetu Bunari u neposrednoj blizini prometnice. Ovaj lokalitet zadovoljava potrebe konja tijekom cijele godine, nikada ne presušuje ljeti, a zimi je također moguće njegovo korištenje (MIHALJEVIĆ, 2021.).

Kao što je spomenuto u prethodnom tekstu, konji često borave u blizini magistralnog puta M104 na relaciji Livno - Šujica. Razlog tome je potreba za pitkom vodom koja se nalazi u neposrednoj blizini prometnice i mineralima koje konji nadoknađuju ližući put koji se tijekom zimskih mjeseci posipa soli.

Analizom podataka o prometnim nesrećama s naletom na divlje životinje, dobivenih iz MUP-a HBŽ, u periodu od 2015. godine do 2023. godine evidentirano je 105 prometnih nesreća tijekom osam godina. Najviše prometnih nesreća dogodilo se u periodu kasne jeseni, zime te sredinom ljeta što možemo povezati s povećanim brojem konja na tom području u spomenutom vremenu, vidljivo na Slici 6. Velika većina prometnih nesreća zabilježena je u noćnim satima. Nepovoljni uvjeti na cesti uzrokovani vremenskim neprilikama te slabija vidljivost najčešći su uzroci prometnih nesreća.



Slika 6. Prometne nesreće po mjesecima, tijekom perioda 2015.-2023. godine

Prijedlozi rješenja ovoga problema obuhvaćaju tri vrste mjera koje su usmjerene na vozače, životinje i stanište. Za sada su napravljeni prvi koraci mjera usmjerenih na ljudski faktor, a oni se odnose na postavljenu signalizaciju na ovoj prometnici i na informiranje vozača o spomenutim problemima. Mjere koje se odnose na životinje i stanište podrazumijevaju njihovo udaljšavanje od prometnica, a rješenje istih bilo bi izgradnja pojilišta i hranilišta koje bi konje zadržalo na drugom području. Druge vrste potencijalnih mjera su: postavljanje zaštitnih ograda, regulacija populacije konja, cestovni reflektori i zvučna upozorenja, te upotreba radiofrekvencijske identifikacije (VIDOVIĆ, 2020.).

### 5.3.2. Ostali problemi

Iako se divlji konj suočavaju s brojnim opasnostima u prirodi, oni najznačajniji s direktnim utjecajem na populaciju su: stradavanje velikog broja ždrijebadi zbog napada velikih predatora, osobito vukova, krivolov i krađa ždrijebadi. Zbog velikog broja stradavanja, na temelju članka 26.e) Ustava Hercegbosanske županije („Narodne novine Hercegbosanske županije“ broj 3/96, 9/00, 10/5) i članka 98. Poslovnika Skupštine Hercegbosanske županije („Narodne novine Hercegbosanske županije“ broj 8/03, 14/3, ¼ i 6/05) Skupština Hercegbosanske županije donijela je prijedlog Zakona o zaštiti divljih konja i proglašenju zaštićenog krajolika „Krug planina“ (NN Hercegbosanske županije 8/2023). Time su se smanjile krivodijelne radnje, ali ne i spriječile (MIHALJEVIĆ, 2021.).



Slika 7. Stradavanje divljih konja na visoravni Kruzi- Autorska slika



## 6. ZAKLJUČCI

1. Populacija konja, bez obzira na podrijetlo, sposobna je prilagoditi se različitim tipovima ekosustava, te uspješno se rasplodivati i preživljavati u teškim uvjetima koje pruža divljina.
2. Broj populacije divljih konja u prosjeku raste za 20% na godišnjoj razini zbog čega lako dolazi do prenapučenosti područja u kojem borave.
3. Različitim metodama kontrole rasplodivanja divljih konja, moguće je kontrolirati broj populacije uz očuvanje njihove fiziologije i dobrobiti.
4. Utvrđivanje brojnog stanja populacije ključno je za odabir metode praćenja i kontrole rasplodivanja divljih konja
5. Omjer spolova populacije divljih konja na visoravni Kruzi je onakav kako znanstvenici smatraju da je idealan za smanjenje stope rasta populacije.
6. Probleme koji dovode do sukoba s ljudskim interesima, prometne nesreće i uništavanje poljoprivrednih dobara, moguće je riješiti: zadržavanjem divljih konja na sigurnom području kroz zadovoljavanje njihovih hranidbenih potreba i potrebom za pitkom vodom u vidu izgradnje hranilišta i pojilišta, prometnom signalizacijom i educiranjem javnosti.
7. Visoravan Kruzi ne zadovoljava osnovne potrebe populacije divljih konja, što širi areal njihovog kretanja.

## 8. LITERATURA

1. ACC&D (ALLIANCE FOR CONTRACEPTION IN CATS & DOGS). (2012): Esterisol™ (“Zinc Neutering”). Product Profile and Position Paper. Available online at <http://www.acc-d.org/ACCD%20docs/PPPP-Esterisol.pdf/>. (10.8.2024.)
2. AMERICAN WILD HORSE CAMPAIGN. (n.d.). Wild horses and the ecosystem. Retrieved from: <https://americanwildhorse.org/wild-horses-and-ecosystem> (17.7. 2024)
3. ANONIMUS (2023.): Odluka o provođenju Prostornog plana Hercegbosanske županije za period od 20 godina. NN Hercegbosanske županije 8/2023. <https://www.vladahbz.com/sadrzaj/slike/objave/2023/09/narodne-novine-8.pdf> (18. 2024.).
4. ASA, C. S. (1999): Male reproductive success in free-ranging feral horses. *Behav.Ecol. Sociobiol.* 47, 89-93.
5. AURICH, C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Anim. Reprod. Sci.* 124, 220-228.
6. BAKER, D. L., J. G. POWERS, M. OEHLER, J. RANSOM, J.P. GIONFRIDDO, T.M. NETT (2013): Field evaluation of the immunocontraceptive, GonaCon-B, in free-ranging horses (*Equus caballus*) at Theodore Roosevelt National Park. *JZWM.* 44, S147.
7. BERGER, J. (1977): Organizational systems and dominance in feral horses in the Grand Canyon. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2, 131-146.
8. BERGER, J. (1983): Induced abortion and social factors in wild horses. *Nature*, 303, 59-61.
9. BLODGETT, G. P. (2011): Normal field castration. In *Equine Reproduction Oxford: Wiley-Blackwell.* str. 1557-1561.
10. BOTHA, A. E., M. L. SCHULMAN, H. J. BERTSCHINGER, A. J. GUTHRIE, C. H. ANNANDALE, S. B. HUGHES (2008): The use of a GnRH vaccine to suppress mare ovarian activity in a large group of mares under field conditions. *Wildl. Res.* 35, 548-554.
11. BOUMAN, J. (1986): Particulars about the Przewalski horse. *Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horse.*
12. BOYD, L. (1979): The mare-foal demography of feral horses in Wyoming's Red Desert. In R. H. DENNISTON (Ed.), *Symposium on the ecology and behavior of wild and feral equids*, University of Wyoming. str. 195-204.

13. BOYD, L. (1980): The natality, foal survivorship, and mare-foal survival of feral horses in Wyoming's Red Desert (Master's thesis). University of Wyoming, Laramie.
14. BOYLE, M. S., J. SKIDMORE, J. ZHANG, J. E. COX (1991): The effects of continuous treatment of stallions with high levels of a potent GnRH analogue. *J. Reprod. Fertil.*, Suppl. 44, 169-182.
15. BRINSKO, S. P., E. L. SQUIRES, B. W. PICKETT, T. M. NETT (1998): Gonadal and pituitary responsiveness of stallions is not down-regulated by prolonged pulsatile administration of GnRH. *J Androl.* 19,100-9.
16. DAELS, P. F., J.P. HUGHES (1995): Fertility control using intrauterine devices: An alternative for population control in wild horses. *Theriogenology.* 44, 629-639.
17. DAVIES MOREL C. G., J.R. NEWCOMBE, K. HAYWARD (2010): Factors affecting pre-ovulatory follicle diameter in the mare: The effect of mare age, season and presence of other ovulatory follicles (multiple ovulation). *Theriogenology.* 74, 1241- 1247.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology>. 2010.05.027
18. DENNISTON, R. H. (1979): The varying role of the male in feral horses. In R. H. DENNISTON (Ed.), *Symposium on the ecology and behavior of wild and feral equids* University of Wyoming. str. 93-98.
19. DONADEU, F. X., E. D. WATSON (2007): Seasonal changes in ovarian activity: Lessons learnt from the horse. *Anim. Reprod. Sci.* 100, 225-242.
20. EAGLE, T.C., E. D. PLOTKA, D.B. SINIFF, J.R. TESTER (1992): Efficacy of chemical contraception in feral mares. *Wildl. Soc. Bull.* 20, 211-216.
21. ELHAY, M., A. NEWBOLD, A. BRITTON, P. TURLEY, K. DOWSETT, J. WALKER (2007): Suppression of behavioural and physiological oestrus in the mare by vaccination against GnRH. *AVJ.* 85, 39-45.
22. EXTENSION HORSES (2020): Stallion reproduction. *Horses, Reproduction, and Breeding*. Retrieved from: <https://horses.extension.org/stallion-reproduction/>
23. FEIST, J. D. (1971): Behavior of feral horses in the Pryor Mountain Wild Horse Range (Master's thesis). University of Michigan, Ann Arbor.
24. FEIST, J. D., D. R. MCCULLOUGH (1975): Reproduction in feral horses. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 23, 13-18.
25. FITZGERALD, B.P., K. D. PETERSON, P. J. SILVIA (1993): Effect of constant administration of a gonadotropin-releasing hormone agonist on reproductive activity in

- mares: Preliminary evidence on suppression of ovulation during the breeding season. *Am. J. Vet. Res.* 54, 1746-1751.
26. FREY, S. N., E. THACKER (2020): Wild horses and burros: An overview. In *All Current Publications* (Paper 1840).
  27. GASHCHAK, S., S. PASKEVYCH (2019): Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*) in the Chernobyl Exclusion Zone after 20 years of introduction. *Theriologia Ukrainica.* 18, 80–100.
  28. GARROTT, R. A. (1990): Demography of feral horse populations in the western United States. Ph.D. thesis, University of Minnesota, St. Paul.
  29. GARROTT, R. A., T. C. EAGLE, E. D. PLOTKA (1991): Age-specific reproduction in feral horses. *Can. J. Zool.* 69, 738-743.
  30. GARROTT, R. A., D. B. SINIFF (1992): Limitations of male-oriented contraception for controlling feral horse populations. *J. Wildl. Manag.* 56, 456-464.
  31. GINTHER, O. J. (1979): Reproductive biology of the mare. McNaughton & Gunn, Inc., Ann Arbor, MI.
  32. GINTHER, O. J. (1992): Reproductive biology of the mare: Basic and applied aspects (2nd ed.). Equiservices.
  33. GINTHER, O. J. V., E. L. D. GASTAL, M. O. D. GASTAL, M. A. D. BEG (2008): Dynamics of the equine preovulatory follicle and periovulatory hormones: What's new? *JEVS.* 28, 454-460.
  34. GREEN, N. F., H. D. GREEN (1977): The wild horse population of Stone Cabin Valley, Nevada: A preliminary report. In *Proceedings of the National Wild Horse Forum.* University of Nevada, Reno. str. 59-65.
  35. GRAY, M. E., E. Z. CAMERON (2010): Does contraceptive treatment in wildlife result in side effects? A review of quantitative and anecdotal evidence. *Reprod.* 139, 45–55.
  36. GRAY, M.E., D. S. THAIN, E. Z. CAMERON, L. A. MILLER (2010): Multi-year fertility reduction in free-roaming feral horses with single-injection immunocontraceptive formulations. *Wildl. Res.* 37, 475–481.
  37. HALL, R. (1972): Wild horse: Biology and alternatives for management, Pryor Mountain Wild Horse Range. Bureau of Land Management Report, Billings, Montana.
  38. HAMPTON, J. O., T. H. HYNDMAN, A. BARNES, T. COLLINS (2015): Is wildlife fertility control always humane? *Anim.* 5, 1047–1071.

39. HEIDLER, B., J. E. AURICH, W. POHL, C. AURICH (2004): Body weight of mares and foals, estrous cycles, and plasma glucose concentration in lactating and non-lactating Lipizzaner mares. *Theriogenology*. 61, 883-893.
40. HOBBS, N.T., D. C. BOWDEN, D. L. BAKER (2000): Effects of fertility control on populations of ungulates: General, stage-structured models. *J. Wildl. Manag.* 64, 473-491.
41. HOBBS, R. J., L. A. HINDS (2018): Could current fertility control methods be effective for landscape-scale management of populations of wild horses (*Equus caballus*) in Australia? *Wildl. Res.* 45, 195-207.
42. IMBODEN I., F. JANETT, D. BURGER, M. A. CROWE, M. HÄSSIG, R. THUN (2006): Influence of immunization against GnRH on reproductive cyclicity and estrous behavior in the mare. *Theriogenology*. 66, 1866-75.
43. JANETT, F., R. STUMP, D. BURGER, R. THUN (2009): Suppression of testicular function and sexual behavior by vaccination against GnRH (Equity™) in the adult stallion. *Anim. Reprod. Sci.* 115, 88-102.
44. JUNAIDI, A., P. E. WILLIAMSON, J. M. CUMMINS, G. B. MARTIN, M. A. BLACKBERRY, T. E. TRIGG (2003): Use of a new drug delivery formulation of the gonadotrophin-releasing hormone analogue Deslorelin for reversible long-term contraception in male dogs. *RFD*. 15, 317-322.
45. KEIPER, R. (1976): Social organization of feral ponies. *Proc. Penns. Acad. Sci.* 50, 69-70.
46. KEIPER, R., K. HOUP (1984): Reproduction in feral horse: an eight-year study. *Am. J. Vet. Res.* 45 5, 1991-5
47. KILLIAN, G., D. THAIN, N. K. DIEHL, J. RHYAN, L. MILLER (2008): Four-year contraception rates of mares treated with single-injection porcine zona pellucida and GnRH vaccines and intrauterine devices. *Wildl. Res.* 35, 531-539.
48. KILLIAN G., K. FAGERSTONE, T. KREEGER, L. MILLER, J. RHYAN (2008a): Management strategies for addressing wildlife disease transmission: Case for fertility control. *Wildl. Damage. Manage. Conf.* 2008; 12, 265–271.
49. KILLIAN, G., L. MILLER, N. L. DIEHL, J. RHYAN, D. THAIN (2004): Evaluation of three contraceptive approaches for population control of wild horses. In *Proceedings of the 21st Vertebrate Pest Conference University of California*, str. 263-268.
50. KIRKPATRICK, J. F., L. ROBIN, F. KIMBERLY (2011): Contraceptive vaccines for wildlife. *Am. J. Reprod. Immun.* 66, 40-50.

51. KIRKPATRICK, J. F., A. TURNER (2007): Immunocontraception and increased longevity in equids. *Zoo Biol.* 26, 237-244.
52. KIRKPATRICK, J. F., J. W. TURNER, JR. (1986): Comparative reproductive biology of North American feral horses. *JEVS.* 6, 224-230. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(86\)80005-9](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(86)80005-9).
53. KIRKPATRICK, J.F., A. T. RUTBERG, L. COATES-MARKLE (2012): Immunocontraceptive Reproductive Control Utilizing Porcine Zona Pellucida (PZP) in Federal Wild Horse Populations (4th ed.). Science and Conservation Center, Billings, MT.
54. KIRKPATRICK, J.F., J. W. TURNER (2007): Immunocontraception and increased longevity in equids. *Zoo Biol.* 26 237–244.
55. KIRKPATRICK, J.F., J. W. TURNER, A. PERKINS. (1982): Reversible fertility control in feral horses. *JEVS.* 2, 114-118.
56. KIRKPATRICK, J.F., R. O. LYDA, K. M. FRANK (2011): Contraceptive vaccines for wildlife: A review. *Am. J. Reprod. Immun.* 66, 40-50.
57. KILLIAN, G., L. MILLER, J. RHYAN, H. DOTEN (2006): Immunocontraception of Florida feral swine with a single-dose GnRH vaccine. *Am. J. Reprod. Immun.* 55, 378-384.
58. KLINGEL, H. (1979): A comparison of the social organization of the equids. In R. H. DENNISTON (Ed.), *Symposium on the ecology and behavior of wild and feral equids* University of Wyoming, str. 23-30.
59. LEARY, C. (2020, October 5): 15 Feral horse colonies from around the world: From brumbies and mustangs to ponies, meet some of the world's free-roaming equine populations. *Treehugger*. Retrieved from <https://www.treehugger.com/feral-horse-colonies-from-around-world-4869119>. (2.8.2024)
60. LYDA R.O., J. R. HALL, J. F. KIRKPATRICK (2005): A comparison of Freund's Complete and Freund's Modified Adjuvants used with a contraceptive vaccine in wild horses (*Equus caballus*). *JZWM.* 36, 610–616.
61. LUDWIG, C., P. O. DESMOULINS, M. A. DRIANCOURT, S. GOERICKE-PESCH, B. HOFFMANN (2009): Reversible down-regulation of endocrine and germinative testicular function (hormonal castration) in the dog with the GnRH-agonist azagly-nafarelin as a removable implant “Gonazon”; a preclinical trial. *Theriogenology.* 71, 1037-1045.
62. LUNDGREN, E. (2021): Equids engineer desert water availability. *Sci.* 372, 491-495.

63. MAKEK, Z., I. GETZ, N. PRVANOVIĆ, A. TOMAŠKOVIĆ, J. GRIZELJ (2009): Rasplodivanje konja, Veterinarski fakultet, Zagreb.
64. MALMGREN, L., O. ANDRESEN, A. M. DALIN (2001): Effect of GnRH immunisation on hormonal levels, sexual behaviour, semen quality and testicular morphology in mature stallions. *JEWS*. 33, 75-83.
65. MASSEI, G., D. COWAN (2014): Fertility control to mitigate human–wildlife conflicts: a review. *Wildl.Res.* 41, 1-21.
66. MCCORT, W.D. (1984): Behavior of Feral Horses and ponies. *J. Anim. Sci.* 58, 493-499.
67. MCDONNELL, S. (1986): Reproductive behavior of the stallion. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2, 535-555.
68. MCGREEVY, P. (2004): *Equine Behavior: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. Saunders, Elsevier Limited.
69. MIHALJEVIĆ, M. (2021): *Livanjski Divlji Konji*. Diplomski rad, Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Mostar, BiH.
70. MILLER, L.A., J. P. GIONFRIDDO, J. C. RHYAN, K. A. FAGERSTONE, D. C. WAGNER, G. J. KILLIAN (2008): GnRH immunocontraception of male and female white-tailed deer fawns. *HWC*. 2, 93-101.
71. MILLER, R., R. H. DENNISTON (1979): Interband dominance in feral horses. *Z. Tierpsychol.* 51, 41-47.
72. MONTOVAN, S.M., P. F. DAELS, J. RIVIER, J. P. HUGHES, G. H. STABENFELDT, B. L. LASLEY (1990): The effect of a potent GnRH agonist on gonadal and sexual activity in the horse. *Theriogenology*. 33, 1305-1321.
73. NAGY, P., D. GUILLAUME, P. DAELS (2000): Seasonality in mares. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61, 245-262.
74. NAUNDRUP, P. J., J. C. SVENNING (2015): A geographic assessment of the global scope for rewilding with wild-living horses (*Equus ferus*). *PLoS ONE*, 10, e0132359. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132359>.
75. NATIONAL PARK SERVICE (1985): *Feral pony management plan for Assateague Island National Seashore*. Washington, DC: National Park Service.
76. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2013): *Using science to improve the BLM wild horse and burro program: A way forward*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13511>.

77. NELSON, K. (1980): Sterilization of dominant males will not limit feral horse populations. USDA Forest Service Paper, RM-116, Washington, DC.
78. NELSON, K. J. (1978): On the question of male-limited population growth in feral horses (*Equus caballus*) (Master's thesis). New Mexico State University, Las Cruces.
79. NETTLES, V. F. (1997): Potential consequences and problems with wildlife contraceptives. RFD. 9, 137–144.
80. NOLAN, M. B. (2019): Efficacy and safety of recombinant zona pellucida vaccines in domestic horse mares and current application of native porcine zona pellucida vaccines in African elephant cows (Doctoral dissertation, University of Pretoria). Department of Production Animal Studies, Faculty of Veterinary Science.
81. NUÑEZ, C. M. V., J. S. ADELMAN, H. A. CARR, C. M. ALVAREZ, D. I. RUBENSTEIN (2017): Lingering effects of contraception management on feral mare (*Equus caballus*) fertility and social behavior. Conservation Physiology, 5, cox018.
82. NUÑEZ, C. M. V., J. S. ADELMAN, C. MASON, D. I. RUBENSTEIN (2009): Immunocontraception decreases group fidelity in a feral horse population during the non-breeding season. Appl. Anim. Behav. Sci. 117, 74-83.
83. OSBORNE, V. E. (1966): An analysis of the pattern of ovulation as it occurs in the annual reproductive cycle of the mare in Australia. AVJ. 42, 149-154.
84. PALMER, E., M. DRIANCOURT (1983): Some interactions of season of foaling, photoperiod, and ovarian activity in the equine. Livest. Prod. Sci. 10, 197-210.
85. PECH, R., G. M. HOOD, J. MCILROY, G. SAUNDERS (1997): Can foxes be controlled by reducing their fertility?. RFD. 9, 41-50.
86. PELAHACH, L.M., H. E. GREAVES, M. B. PORTER, A. DESVOUSGES, D. C. SHARP (2002): The role of estrogen and progesterone in the induction and dissipation of uterine edema in mares. Theriogenology. 58, 441-444.
87. PIERSON, R. A., O. J. GINTHER (1985): Ultrasonic evaluation of the preovulatory follicle in the mare. Theriogenology. 24, 359-368.
88. PIERSON, R. A., O. J. GINTHER (1987): Follicular population dynamics during the estrous cycle of the mare. Anim. Reprod. Sci. 14, 219-231.
89. PLOTKA, E.D., U. S. SEAL (1989): Fertility control in female white-tailed deer. J. Wildl. Dis. 25, 643-646.



90. PLOTKA, E.D., D. N. VEVEA, T. C. EAGLE, J. R. TESTER, D. B. SINIFF (1992):  
Hormonal contraception of feral mares with Silastic rods. *J. Wildl. Dis.* 28, 255-262.
91. PLOTKA, E.D., T. C. EAGLE, D. N. VEVEA, A. L. KOLLER, D. B. SINIFF, J. R. TESTER, U. S. SEAL (1988): Effects of hormone implants on estrus and ovulation in feral mares. *J. Wildl. Dis.* 24, 507-514.
92. PRVANOVIĆ BABIĆ, N. (2017): Pravilno vođenje rasplodne sezone i pripreme za pripust kobila i pastuha. Zbornik radova 4. savjetovanja uzgajivača konja u RH, str. 69-75.
93. RANSOM, J. I., B. S. CADE, N. T. HOBBS (2010): Influences of immunocontraception on time budgets, social behavior, and body condition in feral horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 124, 51–60.
94. ROELLE, J. E., J. I. RANSOM (2009): Injection-site reactions in wild horses (*Equus caballus*) receiving an immunocontraceptive vaccine. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2009-5038. US Geological Survey, Reston, VA.
95. ROELLE, J. E., S. S. GERMAINE, A. J. KANE, B. S. CADE (2017): Efficacy of SpayVac® as a contraceptive in feral horses. *Wildl. Soc. Bull.* 41, 107–115.
96. ROSER, J.F., J. P. HUGHES (1991): Prolonged pulsatile administration of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) to fertile stallions. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 44, 155-168.
97. RUBENSTEIN, D.I. (1994): The ecology of female social behaviour in horses, zebras, and asses. In *Animal Societies, Individuals, Interactions, and Organization*. Kyoto University Press. str. 13-28.
98. RUTBERG, A., K. GRAMS, J. TURNER, H. HOPKINS (2017): Contraceptive efficacy of priming and boosting doses of controlled-release PZP in wild horses. *Wildl. Res.* 44 174-181.
99. SALTER, R. E. (1978): Ecology of feral horses in Western Alberta (Master's thesis). University of Alberta, Edmonton.
100. SANDAGER, B., R. BOTT (2011): Estrus Detection in Mares. Extension Extra . Paper 100. [http://openprairie.sdstate.edu/extension\\_extra/100](http://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/100)
101. SANTEN, R. (1998): Biological basis of the carcinogenic effects of estrogen. *OGS.* 53, 10S-18S.
102. SCHULMAN, M. L., N. K. HAYES, T. A. WILSON, J. D. GREWAR (2024):  
Immunocontraceptive efficacy of native porcine zona pellucida (pZP) treatment of

- Nevada's Virginia Range free-roaming horse population. *Vaccines*, 12, 96.  
<http://doi.org/10.3390/vaccines12010096>
103. SCULLY, C. M., R. L. LEE, L. PIELSTICK, J. MEDLOCK, K. M. PATTON, G. H. COLLINS, M. A. KUTZLER (2015): Comparison of chemical and surgical vasectomy on testicular activity in free-roaming horses (*Equus caballus*). *JZWM*. 46, 815-824.  
<https://doi.org/10.1638/2014-0227.1>.
104. SEAL, U. S., E. D. PLOTKA (1983): Age-specific pregnancy rates in feral horses. *JZWM*. 47, 422-429.
105. SHARP, T., G. SAUNDERS (2012): Model Code of Practice for the Humane Control of Feral Horses. Invasive Animals Cooperative Research Centre, Department of Sustainability Environment, Water, Population and Communities: Canberra. Retrieved from <https://www.pestsmart.org.au/pest-animal-species/horse/>.
106. SIEME, H., M. H. T. TROEDSSON, S. WEINRICH, E. KLUG (2004): Influence of exogenous GnRH on sexual behavior and frozen/thawed semen viability in stallions during the non-breeding season. *Theriogenology*. 61, 159-171.
107. SINGER, F.J., K. A. SCHOENECKER (2000): Managers' summary—ecological studies of the Pryor Mountain Wild Horse Range, 1992–1997: Fort Collins, Colo., U.S. Geological Survey, Midcontinent Ecological Science Center, 131
108. SMITH, I. D., J. M. BASSETT, T. WILLIAMS (1971): Progesterone concentrations in the peripheral plasma of the mare during the oestrous cycle. *J. Endocrinol.* 47, 523.
109. STALLION REPRODUCTION. (2020): In *Horses, reproduction, and breeding*. Extension Horses. Retrieved from <https://horses.extension.org/stallion-reproduction/>. (3.8.2024.)
110. STOUT, T.A.E., B. COLENBRANDER (2004): Suppressing reproductive activity in horses using GnRH vaccines, antagonists, or agonists. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83, 633-643.
111. SUČIĆ, I. (2009): Očuvanje divljih konja na Krug planini (Diplomski rad). Veleučilište u Karlovcu, Odjel lovstva i zaštite prirode, Karlovac.
112. TOYDEMIR, T.S.F., M. R. KILIÇARSLAN, V. OLGAC (2012): Effects of the GnRH analogue deslorelin implants on reproduction in female domestic cats. *Theriogenology*. 77, 662-674.

113. TURNER, J.W., JR., I. K. M. LIU, D. R. FLANAGAN, A. T. RUTBERG, J. F. KIRKPATRICK (2007): Immunocontraception in wild horses: One inoculation provides two years of infertility. *J. Wildl. Manag.* 71, 662-667.
114. TURNER, J.W., JR., A. T. RUTBERG, R. E. NAUGLE, M. A. KAUR, D. R. FLANAGAN, H. J. BERTSCHINGER, I. K. M. LIU (2008): Controlled-release components of PZP contraceptive vaccine extend the duration of infertility. *Wildl. Res.* 35, 555-562.
115. TURNER, J.W., JR., A. T. RUTBERG, J. F. KIRKPATRICK (1997): Immunocontraception limits foal production in free-roaming feral horses in Nevada. *J. Wildl. Manag.* 61, 873-880.
116. TURNER, J.W., JR., J. F. KIRKPATRICK (1982): Androgens, behavior, and fertility control in feral stallions. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 32, 79-87.
117. TURKSTRA, J., F. VAN DER MEER, J. KNAAP, P. ROTTIER, K. TEERDS, B. COLENBRANDER, R. MELOEN (2005): Effects of GnRH immunization in sexually mature pony stallions. *Anim. Reprod. Sci.* 86, 247-259.
118. VIDOVIĆ, T. (2020): Analiza prometnih nesreća s naletom na divlje životinje na magistralnoj cesti M104 Livno – Šujica (Diplomski rad). Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
119. WALTER, M. J. (2002): The population ecology of wild horses in the Australian Alps. Ph.D. Thesis, University of Canberra, Canberra.
120. WELSH, D. (1975): Population, behavioral and grazing ecology of the horses of Sable Island, Nova Scotia. Ph.D. thesis. Dalhousie University.
121. WOLFE, M. L., L. C. ELLIS, R. MACMULLEN (1989): Reproductive rates of feral horses and burros. *J. Wildl. Manag.* 53, 916-924.

## 9. SAŽETAK

Mogućnost praćenja i kontrole rasplodivanja divljih konja

Branimir Batinić

U ovom diplomskom radu istražene su najznačajnije populacije konja u divljini na globalnoj razini, njihova sposobnost preživljavanja i rasplodivanja, te samoodrživost populacije. Opisani su obrasci ponašanja kobila i pastuha za vrijeme sezone parenja i struktura krda. Ukazane su osobitosti fiziologije i biologije rasplodivanja konja u divljini i veliki potencijal redovnog godišnjeg povećanja broja populacije. Opisane su metode praćenja i kontrole rasploda divljih konja, kako bi se osigurala održivost populacije i njena zaštita, metodika odabira najučinkovitijih kontracepcijskih metoda, njihova reverzibilnost, nuspojave i utjecaj na ponašanje. Poseban naglasak stavljen je na divlje konje s visoravni Kruzi, njihovo stanište, opis populacije i probleme s kojima se susreću. Rezultati istraživanja ukazuju na važnost praćenja i kontrolu rasploda, te upravljanja populacijom divljih konja kako bi se spriječili problemi koji nastaju s prekomjernim brojem divljih konja na visoravni Kruzi. Kao zaključak ovog istraživanja predložene su mjere koje su potencijalno rješenje nastalih problema, na obostranu korist i dobrobit.

**Ključne riječi:** divlji konji, rasplod, kontracepcija.

## 10.SUMMARY

The possibility of monitoring and controlling the reproduction of wild horses

Branimir Batinić

This thesis explores the most significant wild horse populations globally, their ability to survive and reproduce, as well as their population self-sustainability. The behavior patterns of mares and stallions during the breeding season and the herd structure are described. The specific features of the physiology and biology of wild horse reproduction and high potential for annual population growth are highlighted. Methods of monitoring and control wild horse reproduction are outlined to ensure population sustainability and protection, including the methodology for selecting the most effective contraceptive methods, their reversibility, side effects, and impact on behavior. Special emphasis is placed on the wild horses of the Kruzi plateau, their habitat, a description of the population, and the challenges they face. The research results highlight the importance of monitoring and controlling reproduction and managing wild horse population to prevent issues arising from the overpopulation of wild horses on the Kruzi plateau. As a conclusion to this research, measures are proposed that offer potential solutions to these problems, benefiting both the population and overall welfare.

**Key words:** wild horses, reproduction, contraception

## 11. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 20.12.1997. godine u Splitu, RH. Završio sam Opću gimnaziju u Kupresu, te 2016. godine upisao Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu. 2017. godine nastavio sam studij na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na X. semestru opredijelio sam se za smjer Farmske životinje i konji, a stručnu praksu sam odradio u ambulanti Veterina Branimir u Zagrebu. Kratak period volontirao sam u radu s konjima na klinikama fakulteta. Tijekom faksa sam povremeno radio kao promotor Eukanuba i Bayer proizvoda.