



A ló színének öröklődése

A színt úgy tekinthetjük, mint a mendeli öröklés legszembetűnőbb példáját. A ló jegyeinek öröklődését a legtöbb kutató több gén hatásának tulajdonítja, nagyon sok módosító faktorról.

A színöröklés biokémiai háttere.

A színek öröklődését a genetikusok minden emlős fajban analóg elmélet alapján igyekeznek levezetni, amely a lóra is érvényes.

A ló szőrzetének színe lényegében már a magzati korban kialakul. Az ún. crista neuralis idegszövet eredetű, ebből keletkeznek a melanoblasztok, és ezekből alakulnak ki a melanociták. A melanociták a bőr alatti kötőszövetben helyeződnek el és vándorolhatnak is. Így bekeverülhetnek a szőrtüszőkbe, amelyek a mezenchima sejtjeinek sajátos csoportosulása révén keletkeznek. A szőrtüszőbe jutott melanociták szemcséket termelnek a növekvő szőrbe. Ez adja meg a szőr színét.

A melaninszemcsék fehérje- és lipid komponensből állnak, nagyság és forma szerint többféleképpen lehetnek, kémiai összetételük még nem minden vonatkozásban tisztázott. Kétféle melanin különböztethető meg: az eumelanin, amely fekete színű, és a pheomelanin, amely sárgás-vörös. A melanin a melanocitákban keletkezik, és innen átvándorolhat más sejtekbe és a szőrbe is. A színeképződés mechanizmusa nem feltétlenül egyforma az egész testfelületen, így keletkeznek a foltok. Az is előfordul, hogy születés után is változások következnek be. A melanoblasztok keletkezésén kívül gének befolyásolják a melanociták vándorlását, a rájuk ható sejtkörnyezetet, a melaninszemcsék alakját, szerkezetét és nagyságát, a melaninszintézist, valamint a melanoszoma fehérjeszerkezetét. Gének determinálják azokat az enzimeket, amelyek ezeket az átalakításokat végzik. Ha több enzim szerepel a kémiai folyamatban, elég egyetlen enzim cseréje vagy hiánya ahhoz, hogy más szín alakuljon ki.

A szín öröklődése.

Néhány évtizede még azt gondoltuk, hogy a ló színét egyetlen lokuszon egyszerű episztatikus sorba rendeződött gének határozzák meg. Eszerint a dominancia sorrendje a következő:

- szürke,
- pej,
- fekete,
- sárga.

Később feltételezték, hogy inhibitor faktor is szerepet játszik a ló színeinek kialakulásában. Napjainkban, figyelembe véve az episztatikus sorba be nem illesztett színek öröklődési viszonyait is, több lokuszon sok öröklődési faktorról irányított öröklődés elmélete érvényes. Ez meglehetősen bonyolult rendszer, nem jelenti azonban azt, hogy az episztázis főbb törvényei nem érvényesülnek. Ha ugyanis a többi lokuszon homozigóta és a nálunk legközönségesebb színek öröklődését nem zavaró gének fordulnak csak elő, ma is érvényes a két legfontosabb szabály, amely az episztatikus sor elmélete idején érvényes volt:

- szürke csak az a ló lehet, amelynek egyik szülője szürke,
- két sárgának csak sárga csikaja szület.

A ló színöröklődésének elméletét elsősorban amerikai genetikusok dolgozták ki. Ez érthető, hiszen Amerikában több olyan fajta alakult ki, vagy van kialakulóban, amelynek alapja a különleges szín (palomino, appaloosa, pinto). Ezért az amerikai rendszer a legkidolgozottabb és legáltalánosabban elfogadott. A ló színének öröklődésével kapcsolatos kutatásokat azonban még nem lehet lezártnak tekinteni.



1. táblázat: A ló legfontosabb színeinek öröklése (episztatikus sor szerint) (Patay S., 1986)

A szülők színe:	A csikók színe:			
sz × sz	sz	p	f	s
sz × p	sz	p	f	s
sz × f	sz	p	f	s
sz × s	sz	p	f	s
p × p		p	f	s
p × f		p	f	s
p × s		p	f	s
f × f		?	f	s
f × s		?	f	s
s × s				s

sz =szürke,

p = pej,

f = fekete,

s = sárga,

? = a fekete és a sötétpej összetévesztésére utal, egyébként pej itt nem születne meg.

A szín örökítésében szereplő lokuszok:

A lokusz. Ez hozza létre a pej színt. Génjei a fekete eumelanint barnásvörösre változtatják. Ez azonban nem érvényesül a test egészére, a lábvégek, farok és a sörény feketék maradnak.

- A domináns gén at, és az a fölött, nem teljes dominanciával, és a közönséges pej színt hozza létre;
- at nem tökéletes dominanciával a sötét pej különböző változatait;
- a recesszív gén, nem hat az eumelanin képződésére, ezért ha homozigóta, érvényesül az egész testen a fekete szín.

Az A lokuszon tehát a következő variációk fordulhatnak elő:

- AA szép közeppej, amely jól öröklődik;
- Aat sötétebb pej, világos gyűrű az orrháton, a száj körül és a ló vékonyán;
- Aa sötét gesztenyepej;
- atat erősen almázott sötétpej, világos gyűrű az orr körül, nem túl sötét színben;
- ata nyári fekete, a vékonyán és a szája körül világosabb,
- aa fekete.

B lokusz. A fekete pigment, az eumelanin termeléséért felelős. Sok kutató felfogása szerint csak homozigóta domináns gének fordulnak elő ezen a lokuszon a ló fajban, és csak más lokuszok modifikáló vagy gátló hatása alatt változik vörössé vagy marad el a pigment termelése. Van azonban olyan elmélet is, amely ezen a lokuszon feltételezi a b recesszív allél létét is. Ez olyan fehérjét termel, amely megakadályozza az eumelanin termelődését, és helyette vörös pheomelanint hoz létre. Eszerint a bb genotípus a sárga színt adja.

C lokusz. Feltételezik, hogy a C gén domináns, és hagyja a többi lokusz génjeit érvényesülni, nincs hatása a színekre. A cr allél viszont felhígítja a színt, világossá teszi, és hatására a sárgából a mosott sörényű változatok alakulnak ki, a pejből a ritka mosott pej, a világosabb pej ezekből pedig egy fakó változat lesz. A fekete lovakra általában nincs hatása ennek az allélnek, esetleg a lovak szeme lesz valamivel világosabb. Homozigóta formában viszont tekintet nélkül arra, hogy milyen allélok fordulnak elő a többi lokuszon, a ló a cremello színt vesz fel.



E lokusz. Az e recesszív allél teljes egészében megakadályozza a fekete szín termelődését, és így homozigóta formájában kialakul a sárga szín. Az E domináns allélnek viszont nincs hatása, és minden pej és fekete színváltozat szabadon érvényesülhet. Van, aki feltételez még ezen a lokuszon egy harmadik gént is, amely a domináns fekete színt hozza létre, ez az ED gén a sejtek pigment termelésére hat, és akkor, ha más ezután tárgyalandó lokuszok különböző tarka színvariációkat adnak, sokféle változat létrehozásáért lehet felelős.

D lokusz. Hatása a C lokusz génjeihez hasonlóan a színek fakóbbá, világosabbá tétele. Az itt előforduló domináns gén D a feketét egérfakóra módosítja, a pejből a valódi fakó szín különböző változatai állnak elő, a sárga pedig a nem fekete, hosszú szőrökkel rendelkező fakók különböző variánsait adja. A d gén nem hat a fenotípusra, tehát a pej, a fekete és a sárga színű lovak genotípusa dd.

G lokusz. A szürke színt hozza létre. Ez a szín a korral alakul ki és egyre fehérebb lesz. A többi színnel szemben episztázisos fölényben van. A GG genotípusú lovak hamarabb szürkülnek és világosabbak lesznek, mint a Gg heterozigóták. Az egyéb színű lovak genotípusa ezen a lokuszon gg. Úgy tűnik, hogy hatása abban áll, hogy a test felületén már eloszlott melano-blasztok működését akadályozza meg. A szürke szín különböző változatai attól függően alakulnak ki, hogy a többi lokuszon milyen allélek találhatók (pl. feketéből acélszürke, sárgából mézszürke).

P lokusz. Az itt található P gén hozza létre a tarka színt. Ha a recesszív p allél itt homozigóta pp formában található, akkor ennek a genotípusnak a ló színére nincs hatása. Amerikai kutatók ennél sokkal bonyolultabb magyarázatot keresnek a tarka változatainak kialakulására.

O lokusztól is beszélnek, amelyen a gének az overo típusú tarkaságot¹ hozzák létre, különböző modifikáló génekkel együtt. E szerint az elmélet szerint az itt található o1 mutáns allél letális fehér színt hozna létre. Ez az ún. fehérésikó szindróma, amely nem azonos a letális fehér színnel. Az itt előforduló allélek: O hatás nélküli, az o az overo szín okozója és a letális o1.

A **T lokuszon** a domináns T gén nagyon sok modifikáló tényezővel és a többi színgénnel együtt adja a sok tobiano színváltozat valamelyikét.

Megjegyzés [ZL1]:

S lokusz. Az itt található gén okozza a tarkaság párductarka változatát (appaloosa). Ennek nagyon sok variánsa van, ezért a többi színörökítő génnel és kisebb modifikáló tényezőkkel együttesen képzeli el a hatásmechanizmusát. A különböző genetikusok között ellentmondás van a tarka különböző változatainak genetikai alapját illetően. Van, aki P vagy Pi, illetve T lokusztól beszél, van, aki megkülönbözteti az O lokuszt, van, aki nem.

R lokusz. Az R gén a deres színváltozatokat hozza létre az alapszínektől függően fekete (vas) deres, pej és sárga deres. Az r gén recesszív, nincs hatása.

W lokusz. Ezen a lokuszon találhatók azok a gének, amelyek a veleszületett fehér színt hozzák létre. Valószínűleg több allél fordul elő ezen a helyen. Ezek, a foltokat okozó S lokusz génjeivel kölcsönhatásban, a párductarka színben megtalálható sok változat egyikét-másikát hozzák létre.

¹ A hát vonala általában színes, a fej ugyancsak sok jeggyel. A lábak is színesek. A fehér foltok többnyire vízszintes irányt követnek, a szemek kékek, a lábak színesek. Az overóval szemben a tobiano színt az jellemzi, hogy a lábon fehér foltok fordulnak elő, a lábak fehérek, a fehér foltok általános elhelyeződése nem vízszintes, a foltok széle mindig éles.



2. táblázat: A ló színének öröklési faktorai

Lókuszek:	A	B	E	C	D	G	R	P	S	W
Allélek:	A	B	ED	C	D	G	R	P	S	W
	at		E							
	a	B	e	c"	d	g	r	p	s	w
Színek és allélvariánsok										
Fekete	aa	BB	EE	CC	dd	gg	rr	pp	ss	ww
			Ee							
	x		EDED							
			EDE							
			EDe							
Pej	AA	BB	EE	CC	dd	gg	rr	pp	ss	ww
	Aat									
	Aa		eE							
	atat									
	ata									
Sárga	x	BB	ee	CC	dd	gg	rr	pp	ss	ww
Fakó	x	BB	x	CC	DD	gg	rr	pp	ss	ww
					Dd					
Cremello				crcr	x					
Mosott sörényű színek	x	BB	x	Ccr	x	gg	rr	pp	ss	ww
Szürke	x	BB	x	x	x	GG	x	x	x	ww
						Gg				
Deres	x	BB	x	x	x	gg	RR	pp	ss	ww
							Rr			
Tarka	x	BB	x	x	x	gg	x	pp	ss	ww
								Pp		
Párductarka	x	BB	x	x	x	gg	x	x	SS	ww
									Ss	
Fehér	x	BB	x	x	x	x	x	x	x	Ww

WW = letális, x = bármely allél

A különböző nyelvekben a színek elnevezései némileg eltérnek. Például a magyar nyelv megkülönbözteti a derest és a szürkét, a német nem (schimmel), az angol nyelvben a pej világosabb és sötétebb változatára külön szó van (bay és brown). Ezek a hagyományon és a megszo-