

How To Breed A Champion

.....If You Get Very, Very Lucky.....

Paul F. Spears, MD
President, Standardbred Horse Sales Co.
Vice President, Hanover Shoe Farms
Windsong Stable



Copyright 2015. All rights reserved by author.

How To Breed A Champion

.....om du har en väldig, väldig tur.....

Paul F. Spears, MD
President, Standardbred Horse Sales Co.
Vice President, Hanover Shoe Farms
Windsong Stable



Copyright 2015. All rights reserved by author.

Personal Experience

- *Father, Paul E. Spears – President, Standardbred Horse Sales Co.; Vice President of Hanover Shoe Farms.*
- *Worked summers at Hanover Shoe Farms from age 12 until entered University.*
- *M.D. – Gastroenterology, 1983 – 2004.*
- *Windsong Stable – 1997, with family members.*
 - *Family bred 2003 Nat Ray, Maple Leaf winner ROTATION, 2004 Triple Crown winner WINDSONG'S LEGACY, Swedish stars SWEPT TO VICTORY and BRING ME LUCK US, Indiana sire SWAN FOR ALL, SWAN IMAGE, MAGIC SWAN, BAX OF LIFE, BAXIMUM, BOUNCING BAX, Finnish sire P J PUNJAB, etc.*
- *President, Standardbred Horse Sales Company; Vice President, Hanover Shoe Farms – 2004 until present.*

Erfarenheter

- *Far, Paul E. Spears – President, Standardbred Horse Sales Co.; Vice President of Hanover Shoe Farms.*
- *Arbetade sommar på Hanover Shoe Farms från 12 års ålder tills han började på universitetet.*
- *M.D. – Gastroenterology, 1983 – 2004.*
- *Windsong Stable – 1997, tills. med familjemedlemmar.*
 - *Familjen har fött upp; ROTATION vinnare av Nat Ray, Maple Leaf vinnare 2003, WINDSONG'S LEGACY Triple Crown vinnare 2004, Svenska stjärnorna SWEPT TO VICTORY och BRING ME LUCK US, Avelshingstar i Indiana; SWAN FOR ALL, SWAN IMAGE, MAGIC SWAN, BAX OF LIFE, BAXIMUM, BOUNCING BAX, Finska avelshingsten P J PUNJAB, etc.*
- *President, Standardbred Horse Sales Company; Vice President, Hanover Shoe Farms – 2004 till nu.*

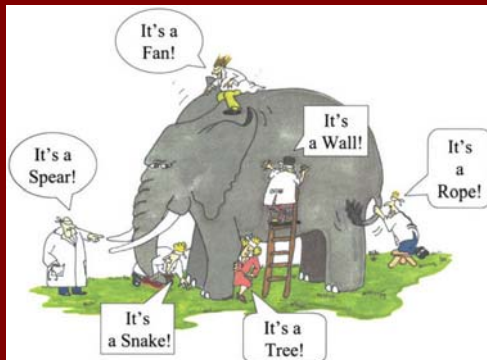
Personal Experience

- *Member of panel that recommends mating choices for Hanover Shoe Farms broodmares. Jim Simpson, President, leads the panel. Other members include Dr. Bridgette Jablonsky, Farm Manager; and M. Murray Brown, Public Relations Director and (retired) General Manager of Standardbred Horse Sales Company.*
- *Participant in Norman Hall's "Pedigree Camps" in Prince Edward Island, Canada.*
- *Presentations in PEI, Norway, Maine (US) Breeders Assn.*
- *TGN breeding blog.*

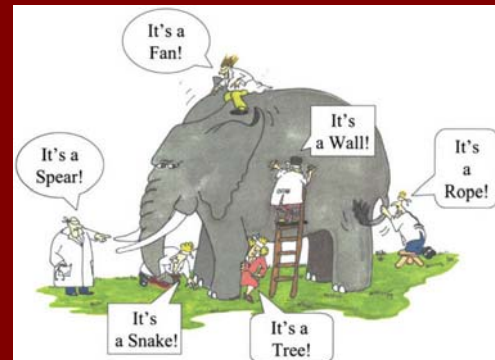
Erfarenheter

- *Medlem av den grupp som ger avelsrekommendationer till Hanover Shoe Farm. Jim Simpson, President, leder gruppens arbete. Andra medlemmar är Dr. Bridgette Jablonsky, Farm Manager; and M. Murray Brown, Public Relations Director and (retired) General Manager of Standardbred Horse Sales Company.*
- *Deltagare i Norman Hall's "Pedigree Camps" in Prince Edward Island, Canada.*
- *Presentationer in PEI, Norway, Maine (US) Breeders Assn.*
- *TGN breeding blog.*

The Power of Intermittent Reinforcement



Styrkan med återkommande förstärkningar



Champ Or Chump?



Champ Or Chump?



Fundamental Genetics

Genes are the basic units of inheritance, located on strands of DNA.

- **Law of Segregation** – the two members of each gene pair ("alleles") separate in the formation of sperm and eggs. Each sperm or egg can carry only one allele of the gene pair. During fertilization, the two alleles are re-united form a new gene pair.
 - Sire AA + Dam BB = Foals are all AB.
- **Law of Independent Assortment** – genes coding for different traits are transmitted independently of each other in the formation of sperm and eggs.
- **Heritability** – proportion of observable differences in a trait that is due to genetic differences.
 - If 10% of a trait is due to genetic differences (vs. environment), heritability = 0.10. Low heritability = low predictor of performance.

Grundläggande genetik

Gener är de grundläggande enheterna för arv och finns på DNA-strängar.

- **Law of Segregation** – de två delarna av varje genpar ("alleler") delas i formandet av ägg och spermier. Varje spermie eller ägg kan endast innehålla en allel från genparet. Under befruktningen återförenas de två allelerna och bildar ett nytt genpar.
 - Far AA + Mor BB = Fölen blir alltid AB.
- **Law of Independent Assortment** – gener som kodar för olika egenskaper överförs oberoende av varandra i bildandet av spermier och ägg.
- **Ärftlighet** – andelen observerbara skillnader i en egenskap som beror på genetiska skillnader.
 - Om 10% av en egenskap beror på genetiska skillnader (jämfört med miljön), ärftlighet = 0.10. Låg ärftlighet = låg förutsägelse av prestation.

Fundamental Genetics

- **Penetrance** – proportion of individuals carrying a certain allele of a gene that will express an associated trait.
 - If 90% of individuals carrying a certain allele express the expected trait, then that allele has “90% penetrance”.
- **Gene expression** – not all genes will be expressed, depending on the complicated interplay of multiple genes.
 - Genes can be turned “on” or “off”: expression often controlled by whether the gene is allowed to produce a protein.
- **Traits often determined by multiple genes:** “polygenic traits”.
- **Dominant/recessive genes** – “dominant” allele masks the effect of the “recessive” allele in a gene pair. If “B” (blue) is dominant over “R” (red), the following colors will be observed in individuals with these combinations: BB = blue, BR = blue, RR = red.

Grundläggande genetik

- **Genomslag**– andel av individer som bär en viss allel av en gen där den specifika egenskapen kommer att uttryckas hos individen.
 - Om 90% av individerna som bär en viss allel också har den förväntade egenskapen, är genomslaget av den allelen 90%.
- **Genuttryck**– alla gener kommer inte att uttryckas beroende på det komplicerade samspelet hos multipla gener.
 - Gener kan knäppas “av” och “på”. Uttrycket kontrolleras ofta av huruvida genen tillåts producera ett protein eller inte.
- **Egenskaper bestäms ofta av multipla gener:** “polygena egenskaper”.
- **Dominanta/recessiva gener** – “dominanta” alleler maskerar effekten av de “recessiva” allelerna i ett genpar. Om “B” (blå) är dominant över “R” (röd), kommer följande färger att kunna observeras hos individer med dessa kombinationer : BB = blå, BR = blå, RR = röd.

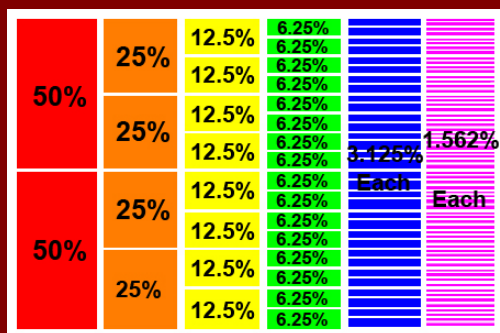
Challenges of Breeding

- **Horse breeders traditionally work intuitively, without knowledge of specific performance genes to guide them.**
 - Breeders assume that characteristics exhibited by sires and dams are directly inheritable by their offspring. Are they?
 - How many times have we produced horses that are nothing like their sire and dam?
 - How many times have we given up on promising crosses because a full brother or sister performed poorly?
 - How many times has a full brother or sister to a great champion been a complete failure on the racetrack?
 - With traditional methods, breeders at best can modestly improve their chances of breeding elite performers.
 - Thoroughbred studies have demonstrated that the vast majority of elite performers are produced by elite sires and dams.

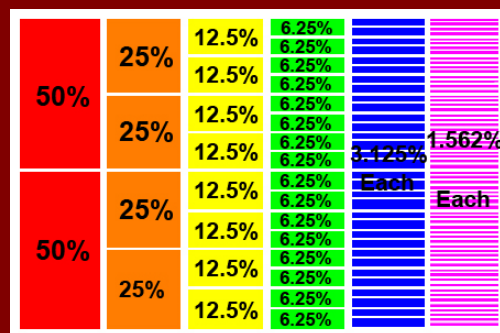
Utmaningar med uppfödning

- **Hästuppfödare arbetar traditionellt intuitivt, utan kunskap om specifika prestationsgener som kan vägleda.**
 - Uppfödare antar att egenskaper uppvisade av hingstar och ston direkt ärvs av deras avkomma. Är det så?
 - Hur många gånger har vi fött upp hästar som inte alls liknar varken far eller mor?
 - Hur många gånger har vi givit upp en lovande korsning för att ett helsyskon tävlade dåligt?
 - Hur många gånger har ett helsyskon till en fantastisk tävlingshäst varit ett totalt misslyckande på tävlingsbanan?
 - Med traditionella metoder kan uppfödare som bäst endast måttligt förbättra sina chanser att föda upp elit hästar.
 - Studier på fullblod har visat att de allra flesta av elit hästarna produceras efter elit hingstar och elit ston.

Generational Inheritance



Generationellt arv



Implications of Generational Inheritance Table

- Ancestors in the same generation have equal probability of transmitting autosomal (non-X, non-Y) genes.
 - Inheritance is "all or none" despite the listed probabilities.
 - Transmission is independent for each individual gene.
- Ancestors having the most direct influence over the individual are at the front of the pedigree.
- The genetic contribution of any ancestor declines by 50% for each generation in the pedigree.
 - Each 6th generation ancestor contributes an average of 1.562% of genes to the individual; influence is virtually negligible.
 - Is the presence of a famous remote ancestor in the pedigree important, or just a historical "marker"?
 - "Foundation mares" – what is the actual genetic contribution of a Margaret Parrish, Adioo, Helen Hanover, etc. to the individual?

Påverkan av generationellt arv

- Förfäder i samma generation har lika stor sannolikhet att överföra autosomala (icke-X, icke-Y) gener.
 - Arvet är "allt eller inget" trots de listade sannolikheterna.
 - Överförandet är oberoende för varje individuell gen.
- De förfäder som har mest direkt inverkan på individen finns i början av stamtavlan.
- Det genetiska bidraget från varje förfader minskar med 50 % för varje generation i stamtavlan.
 - Den 6:e generationens förfäder bidrar med i genomsnitt 1.562% av generna till den enskilde. Inflytandet är i stort sett negligerbart.
 - Är närvaron av en berömd avlägsen förfader viktig i stamtavlan eller enbart en "historisk markör"?
 - "Linjebildande ston" – vad är det faktiska genetiska bidraget från Margaret Parrish, Adioo, Helen Hanover, etc. för individen?

Implications of Generational Inheritance Table

- Linebreeding of an ancestor within the same generation has the effect of increasing its influence on the individual by one generation.
 - A 4x4 linebreeding has the same probability of transmitting genetic material to the individual as a single presence of that ancestor in the 3rd generation. ($6.25\% + 6.25\% = 12.5\%$).
- Ancestors in "tail female" line (bottom of the pedigree table) have similar genetic influence with other ancestors in their respective generations.
 - Possible exception: mitochondrial DNA is transmitted through "tail female" lines independent of usual "nuclear" DNA.
 - Focus of family performance information in sales catalogs.
- Unique pattern of inheritance for genes on X chromosomes – only through dam lines, never sire lines.
 - X has large number of genes; Y has few.

Påverkan av generationellt arv

- Linjeavel på en förfader inom samma generation har effekten att öka dess inflytande på individen genom en generation.
 - En 4x4 linjeavel har samma sannolikhet att överföra genetiskt material till individen som en enskild förekomst av förfadern i 3:e generationen. ($6.25\% + 6.25\% = 12.5\%$).
- Mödrar långt ner i stamtavlan har liknande genetiskt inflytande som andra förfäder i respektive generation.
 - Möjligt undantag: mitokondriell DNA överförs via mödrarna oberoende av det vanliga "kärn" DNA:t.
 - I auktionskataloger fokuseras det på information om familjens prestationer.
- Unikt arvmönster för gener på X-kromosomer – endast genom modernlinjer, aldrig via hingstlinjer.
 - X har ett stort antal gener; Y har få.

USA vs. Europe: Divergent Breeding Practices

- In USA, successful sire lines are often repetitively duplicated because of their large numbers of offspring, leading to progressive inbreeding.
 - Small number US sires dominate US commercial sales.
 - Dominance of Valley Victory sire lines and the success of the three brothers Andover/Angus/Conway Hall lines.
 - US breeders have resisted new, outcross sire lines.
 - US foal crops have been declining precipitously.
- In Europe, genetic diversity has been enhanced by the application of outcross breeding strategies.
 - Standardbred and French bloodlines have been blended with great success.
 - European racing success in USA is awakening US breeders to these outcross opportunities.

USA vs. Europe: Avvikande avelspraxis

- På grund av deras stora antal avkommor, dubblas framgångsrika hingstlinjer i USA ofta upprepat, vilket leder till gradvis ökande inavel.
 - Ett litet antal amerikanska hingstar dominerar de kommersiella auktionerna i USA.
 - Dominans av Valley Victory hingstlinjer och framgången för de tre bröderna Andover/Angus/Conway Hall.
 - Amerikanska uppfödare har stått emot nya "outcross" linjer.
 - De amerikanska fölkullarna har minskat hastigt.
- I Europa har den genetiska mångfalden förbättrats genom tillämpning av "outcross" strategier.
 - Standardbreds och franska blodslinjer har blandats med stor framgång.
 - De europeiska tävlingsframgångarna i USA har väckt de amerikanska uppfödarnas intresse för dessa "outcross" möjligheter.

The Power of Duplicating Successful Ancestors

- Increases the probability of transmission of both desirable AND undesirable traits.
 - "Good inbreeding" - increases the probability of the planned transmission of genes related to superior performance. Duplication of a superior ancestor is more likely to transmit similar favorable genes than the pairing of two unrelated ancestors, even when both ancestors were superior performers.
 - "Bad inbreeding" - increases the probability of the unintentional transmission of harmful genes. Excessive duplication of a close ancestor may allow the emergence of hidden deleterious recessive genes. "Inbreeding depression"; "lethal recessives". Pairing superior unrelated ancestors is protective, IF the desired genes are carried by both.

Styrkan med att dubblera framgångsrika förfäder

- Ökar sannolikheten för överföring av både önskvärda OCH icke önskvärda egenskaper.
 - "Bra inavel" - ökar sannolikheten för att lyckas med den planerade överföringen av gener som är relaterade till överlägsna prestationer. Det är mer sannolikt att en dubbling av en överlägsen förfäder överför liknande gynnsamma gener än att två obesläktade förfäder gör det, även om båda förfäderna var överlägsna presterare.
 - "Dålig inavel" - ökar sannolikheten för oavsiktlig överföring av skadliga gener. Överdriven dubbling av en nära förfäder kan möjliggöra framträdandet av dolda skadliga recessiva gener. "Inavelsdepression"; "dödliga recessiva gener". Att para ihop överlägsna obesläktade förfäder är skyddande, OM båda förfäderna bär på de önskade generna.



How Close Is Too Close?



- We have different reactions to inbreeding or linebreeding crosses, depending on the proximity of the relationship...
 - Valley Victory to Valley Victory broodmare? (1x2)
 - Son of Valley Victory to a daughter another son of Valley Victory? (2x3)
 - Great grandson of Speedy Crown to a daughter of Speedy Crown mare? (4x2)
 - Great grandson of Speedy Crown to a granddaughter of Speedy Crown? (4x3)
- Inbreeding a limited number of genes is not necessarily dangerous, provided that strict culling of weaker individuals is observed.
 - Dairy industry breeds strictly for milk production.
 - Laboratory research mice serially bred for "custom traits" - bald coat, blind, deaf, large muscles, etc.
 - Equine industry breeds for multiple, genetically undefined traits and does not rigorously exclude less fit individuals. Therefore, equine industry ultimately faces greater dangers from uncontrolled inbreeding.



Hur nära är för nära?



- Vi reagerar olika på korsningar genom inavel och linjeavel, beroende på hur nära släktskapet är.
 - Valley Victory till Valley Victory mähr? (1x2)
 - En Valley Victory son med en dotter till en annan Valley Victory son? (2x3)
 - Ett barnbarns barn till Speedy Crown med en dotter till en Speedy Crown mähr? (4x2)
 - Ett barnbarns barn till Speedy Crown med en dotterdotter till Speedy Crown? (4x3)
- Inavel av ett begränsat antal gener behöver inte vara farligt, förutsatt att svagare individer oivillkorligen gallras ut.
 - Mejeriindustrin avlar strikt för ökad mjölkproduktion.
 - Labradorforskningsmöss föds upp för att ha anpassade egenskaper. utan påls, blinda, döva, stora muskler, etc
 - Hästringen avlar för genetiskt odefinierade egenskaper och tar inte strikt bort individer som är mindre passande. Därför står hästringen i slutändan inför större risker med okontrollerad inavel.

When Does Inbreeding Hurt? When Does Inbreeding Help?

- Does the degree of linebreeding or inbreeding have an effect on racing performance?
 - Are there differences between the racing performances of horses that are outcrossed (have few or distant duplicated ancestors), and horses that are inbred (have duplicated ancestors at the front of the pedigree)?
 - Can we identify a degree of linebreeding or inbreeding that, if exceeded, is more likely on average to result in reduced racing performance?
- Can we gather information from pedigrees and racing records to answer these questions?

När är inavel skadligt? När hjälper inavel?

- Har graden av linjeavel eller inavel en effekt på tävlingsprestationerna?
 - Finns det skillnader i tävlingsprestationer mellan hästar som är "outcrossed" (har få eller avlägset dubblerade förfäder) jämfört med dem som är inavlade (har dubblerade förfäder tidigt i stamtavlan)?
 - Kan vi identifiera en grad av linjeavel eller inavel som om den överskrider sannolikt i genomsnitt resulterar i försämrade tävlingsresultat?
- Kan vi samla information från stamtavlor och tävlingsresultat för att svara på dessa frågor?

Breeding Strategies and Performance

- Retrospective study of the racing careers of 5,148 yearlings sold at Harrisburg between 1997 – 2002.
- Yearlings were classified solely on the basis of their main sire lines (sire's sire line, and the dam's sire line).
 - No attempt was made to examine other linebreeding or inbreeding in the pedigree.
- Performance measures:
 - Getting to the races (race records, earnings).
 - Average lifetime earnings.
 - Earnings > \$50,000.
 - Trotters < 1:55, pacers < 1:52.

Avelsstrategier och prestationer

- Retrospektiv studie över tävlingskarriärer för 5 148 åringar sålda på Harrisburgauktionen mellan 1997 – 2002.
- Åringarna kategoriserades enbart baserat på deras huvud hingstlinjer (farfars linje, och morfars linje).
 - Det gjordes inga försök att undersöka annan linjeavel eller inavel i stamtavlorna.
- Prestationsmått:
 - Komma till start (tävlingsresultat, prispengar).
 - Genomsnittligt intjänade prispengar.
 - Prispengar > \$50,000.
 - Travare < 1:55, Passare < 1:52.

Breeding by Main Sire Lines

50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%	1.562%
		12.5%	6.25%		
	25%	12.5%	6.25%		
		12.5%	6.25%		
50%	25%	12.5%	6.25%	Each	Each
		12.5%	6.25%		
	25%	12.5%	6.25%		
		12.5%	6.25%		

Avel genom huvudhingstlinjer

50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%	1.562%
		12.5%	6.25%		
	25%	12.5%	6.25%		
		12.5%	6.25%		
50%	25%	12.5%	6.25%	Each	Each
		12.5%	6.25%		
	25%	12.5%	6.25%		
		12.5%	6.25%		

Definitions: "Care and Training of the Trotter and Pacer", Jim Harrison

- Sum of the generations of the duplicated ancestor
 - 6 or less: "Inbreeding" 2x4, 4x2, 3x3, 2x3, 3x2
 - 7 – 8: "Linebreeding" 2x5, 5x2, 3x4, 4x3, 4x4, 3x5, 5x3, 2x6, 6x2
 - 9 or more: "Outcross"
- Definition is arbitrary, and more "liberal" than accepted by Thoroughbred breeders.
 - Standardbred breeders have traditionally pursued relatively more aggressive linebreeding and inbreeding methods.
- Thoroughbreds: generally avoid duplication of ancestors within the first five generations.
 - The presence of even a single duplication in the first five generations of the pedigree is judged to be "inbred".

Definitioner: "Care and Training of the Trotter and Pacer", Jim Harrison

- Summan av generationer av dubblerade förfäder
 - 6 eller färre: "Inavel" 2x4, 4x2, 3x3, 2x3, 3x2
 - 7 – 8: "Linjeavel" 2x5, 5x2, 3x4, 4x3, 4x4, 3x5, 5x3, 2x6, 6x2
 - 9 eller fler: "Outcross"
- Definitionen är godtycklig och mer liberal än vad som accepteras av fullblodsuppfödare.
 - Uppfödare av standardbreds har traditionellt följt mer aggressiva linjeavels- och inavelsmetoder.
- Fullblod: undviker generellt dubblering av förfäder inom de senaste fem generationerna.
 - Närvaron av en enda dubblering av en förfäder inom de första fem generationerna i stamtavlorna klassas som inavel.

78% Trotters, 70% Pacers Outcrossed by Main Sire Lines

	Trotters	% Totals	Pacers	% Totals	All	% Totals
Totals	1851		3297		5148	
Outcross	1449	78.28%	2325	70.52%	3774	73.31%
Line/ Inbred	402	21.72%	972	29.48%	1374	26.69%
8	184	9.94%	336	10.19%	519	10.08%
7	95	5.13%	469	14.23%	564	10.96%
6	87	4.70%	144	4.37%	231	4.49%
5	36	1.94%	22	0.67%	58	1.13%
4			1	0.03%	1	0.02%

78% Travare, 70% Passare Outcrossed genom huvudingstlinjer

	Travare	% Total	Passare	% Total	Alla	% Total
Total	1851		3297		5148	
Outcross	1449	78.28%	2325	70.52%	3774	73.31%
Linje/ Inavel	402	21.72%	972	29.48%	1374	26.69%
8	184	9.94%	336	10.19%	519	10.08%
7	95	5.13%	469	14.23%	564	10.96%
6	87	4.70%	144	4.37%	231	4.49%
5	36	1.94%	22	0.67%	58	1.13%
4			1	0.03%	1	0.02%

Line / Inbred Vs. Outcrossed Equal % With Race Records

	Trotters	% Totals	Pacers	% Totals	All	% Totals
Totals	1082	58.45%	2485	75.37%	3567	69.29%
Outcross	849	58.59%	1767	76.00%	2616	69.32%
Line/ Inbred	233	57.96%	718	73.87%	951	69.21%
8	112	60.87%	259	77.08%	371	71.48%
7	54	56.84%	343	73.13%	397	70.39%
6	50	57.47%	105	72.92%	155	67.10%
5	17	47.22%	11	50.00%	28	48.28%
4			0	0.00%	0	0.00%

Linje / Inavel Vs. Outcrossed Lika % med tävlingsrekord

	Travare	% Total	Passare	% Total	Alla	% Total
Total	1082	58.45%	2485	75.37%	3567	69.29%
Outcross	849	58.59%	1767	76.00%	2616	69.32%
Linje/ Inavel	233	57.96%	718	73.87%	951	69.21%
8	112	60.87%	259	77.08%	371	71.48%
7	54	56.84%	343	73.13%	397	70.39%
6	50	57.47%	105	72.92%	155	67.10%
5	17	47.22%	11	50.00%	28	48.28%
4			0	0.00%	0	0.00%

Line / Inbred Vs. Outcrossed Equal % With Earnings

	Trotters	% Totals	Pacers	% Totals	All	% Totals
Totals	1213	65.53%	2667	80.89%	3880	75.37%
Outcross	953	65.77%	1894	81.46%	2847	75.44%
Line/ Inbred	260	64.68%	773	79.53%	1033	75.18%
8	118	64.13%	277	82.44%	395	76.11%
7	60	63.16%	369	78.68%	429	76.06%
6	57	65.52%	114	79.17%	171	74.03%
5	25	69.44%	13	59.09%	38	65.52%
4			0	0.00%	0	0.00%

Linje / Inavel Vs. Outcrossed Lika% med insprungar pengar

	Travare	% Total	Passare	% Total	Alla	% Total
Total	1213	65.53%	2667	80.89%	3880	75.37%
Outcross	953	65.77%	1894	81.46%	2847	75.44%
Linje/ Inavel	260	64.68%	773	79.53%	1033	75.18%
8	118	64.13%	277	82.44%	395	76.11%
7	60	63.16%	369	78.68%	429	76.06%
6	57	65.52%	114	79.17%	171	74.03%
5	25	69.44%	13	59.09%	38	65.52%
4			0	0.00%	0	0.00%

All Horses: Inbred Have Decreased Average Earnings

	Trotters	Pacers	All
Totals	\$54,093	\$94,045	\$79,680
Outcross	\$57,990	\$97,486	\$82,322
Line/ Inbred	\$40,047	\$85,815	\$72,424
8	\$40,446	\$91,645	\$73,670
7	\$52,244	\$91,536	\$84,918
6	\$33,056	\$63,311	\$51,916**
5	\$22,716	\$25,997	\$23,961**
4		\$0	\$0

** p < 0.05

Alla hästar: Inavlade har i genomsnitt lägre intjänade prispengar

	Travare	Passare	Alla
Total	\$54,093	\$94,045	\$79,680
Outcross	\$57,990	\$97,486	\$82,322
Linje/ Inavel	\$40,047	\$85,815	\$72,424
8	\$40,446	\$91,645	\$73,670
7	\$52,244	\$91,536	\$84,918
6	\$33,056	\$63,311	\$51,916**
5	\$22,716	\$25,997	\$23,961**
4		\$0	\$0

** p < 0.05

Horses That Raced: Inbred Have Decreased Average Earnings

	Trotters	Pacers	All
Totals	\$82,138	\$115,740	\$105,232
Outcross	\$87,712	\$119,104	\$108,593
Line/ Inbred	\$61,681	\$107,489	\$95,960
8	\$62,538	\$111,165	\$96,552
7	\$82,720	\$115,715	\$111,112
6	\$50,454	\$79,277	\$69,725**
5	\$32,711	\$43,996	\$36,572**
4		\$0	\$0

**p < 0.05

Hästar som tävlat: Inavlade har i genomsnitt lägre intjänade prispengar

	Travare	Passare	Alla
Total	\$82,138	\$115,740	\$105,232
Outcross	\$87,712	\$119,104	\$108,593
Linje/ Inavel	\$61,681	\$107,489	\$95,960
8	\$62,538	\$111,165	\$96,552
7	\$82,720	\$115,715	\$111,112
6	\$50,454	\$79,277	\$69,725**
5	\$32,711	\$43,996	\$36,572**
4		\$0	\$0

**p < 0.05

Avg. Earnings \$50,000+ Winners: Inbred Horses Earned Less

	Trotters	Pacers	All
Totals	\$182,356	\$220,322	\$209,944
Outcross	\$193,767	\$224,553	\$215,515
Line/ Inbred	\$137,967	\$209,440	\$194,036
8	\$128,134	\$208,813	\$186,810
7	\$203,694	\$229,977	\$227,102
6	\$114,234	\$150,862	\$140,606**
5	\$83,627	\$121,632	\$95,028**
4		\$0	\$0

**p < 0.05

Genomsnittligt intjänade prispengar \$50,000+ vinnare: Inavlade hästar tjänade mindre

	Travare	Passare	Alla
Total	\$182,356	\$220,322	\$209,944
Outcross	\$193,767	\$224,553	\$215,515
Linje/ Inavel	\$137,967	\$209,440	\$194,036
8	\$128,134	\$208,813	\$186,810
7	\$203,694	\$229,977	\$227,102
6	\$114,234	\$150,862	\$140,606**
5	\$83,627	\$121,632	\$95,028**
4		\$0	\$0

**p < 0.05

Horses That Raced: Trotters < 1:56, Pacers < 1:52

	Trotters	% Raced	Pacers	% Raced	All	% Raced
Totals	162	13.29%	375	14.00%	537	13.78%
Outcross	134	13.99%	273	14.35%	407	14.23%
Line/ Inbred	28	10.73%	102	13.14%	130	12.54%
8	15	12.61%	38	13.72%	53	13.38%
7	9	15.00%	53	14.29%	62	14.39%
6	4	7.02%	10	8.70%	14	8.14%
5	0	0.00%	1	7.69%	1	2.63%
4			0	0.00%	0	0.00%

Hästar som tävlat: Travare < 12,1, Passare < 09,6

	Travare	% Tävlat	Passare	% Tävlat	Alla	% Tävlat
Total	162	13.29%	375	14.00%	537	13.78%
Outcross	134	13.99%	273	14.35%	407	14.23%
Linje/ Inavel	28	10.73%	102	13.14%	130	12.54%
8	15	12.61%	38	13.72%	53	13.38%
7	9	15.00%	53	14.29%	62	14.39%
6	4	7.02%	10	8.70%	14	8.14%
5	0	0.00%	1	7.69%	1	2.63%
4			0	0.00%	0	0.00%

Trotters Only: Average In-Breeding Coefficients

	Trotters
Totals	12.67%
Outcross	12.32%
Line/ Inbred	13.93%
8	13.52%
7	13.71%
6	14.05%
5	16.56%
4	

Enbart travare: Genomsnittliga inavelskoefficienter

	Travare
Total	12.67%
Outcross	12.32%
Linje/ Inavel	13.93%
8	13.52%
7	13.71%
6	14.05%
5	16.56%
4	

Interpreting Data

- Main sire line breeding strategies are less popular.
- Significant ($p < 0.05$) performance differences exist between inbred (generation sums of 6 or less) groups and all other groups, for the 1997 – 2002 Harrisburg yearlings.
 - Are the unfavorable inbreeding performance results applicable to duplications at other positions in the pedigree?
 - Do the observed performance differences reflect true genetic influences, or could breeders pursuing inbreeding strategies simply have inferior bloodstock?
- Unclear whether differences exist between the line breeding (generation sums 7 or 8) and outcross strategies.
 - High variability within groups increases the probability of error – additional high performing individuals might change results considerably. Need larger sample sizes – evaluate additional years.

Tolkning av data

- Avelsstrategier med huvudhingstlinjer är mindre populära.
- Det finns signifikanta ($p < 0.05$) skillnader i prestationer mellan gruppen med inavel (generations summor på 6 eller mindre) och alla andra grupper, för de åringar som såldes på Harrisburgauktionen 1997 – 2002.
 - Är de ofördelaktiga resultaten från inavel även tillämpliga på dubblingar på andra positioner i stamtavlan?
 - Visar de observerade skillnaderna i prestationer sanna genetiska influenser eller är det så att uppfödare som använder sig av inavelsstrategier helt enkelt har underlägsnat avelsmaterial?
- Det är oklart huruvida det finns skillnader mellan linjeavels- (generations summor på 7 eller 8) och outcross-strategier.
 - Stor variation inom grupper ökar risken för fel – dessutom kan högpresterande individer ändra resultaten avsevärt. Behöver större testgrupper – utvärdera fler år.

Interpreting Data

- **Sum 7 line breeding**
 - Appears to demonstrate a trend that makes this strategy roughly similar to outcross.
 - Most horses in this group are 3x4, 4x3.
 - May represent a situation in which most breeders become comfortable in bringing similar sire lines back together again, after avoiding such matings when the relationships were closer.
 - The multiple presence of certain specific stallions (Speedy Crown, Meadow Skipper) seems to predominate in many top performers: these superior sire lines are often the ones that are driving the success of the "sum 7" linebreeding performers.

Tolkning av data

- **Summer 7 linjeavel**
 - Verkar visa en trend som gör den ungefär lika som outcross.
 - De flesta hästar i denna grupp är 3x4, 4x3.
 - Det kan vara så att uppfödare undviker betäckningar där släktskapet är närmare än så här, men att detta är en situation där man känner sig bekväm i att föra samman hingstlinjer igen.
 - Den flerfaldiga förekomsten av specifika hingstar (Speedy Crown, Meadow Skipper) tycks dominera i många topphästar. Det är ofta dessa överlägsna hingstlinjer som driver framgången med "summan 7" linjeavlade topphästar.

Summary

- **For Standardbred racehorses selected by main sire line breeding strategies:**
 - Inbred horses have lower average earnings during their racing careers than either linebred or outcrossed horses ($p < 0.05$).
 - This difference is observed despite no difference in the percentage of horses achieving race records or earnings in the three groups.
 - Even among the better horses earning $> \$50,000$, inbred horses have lower average earnings than the other groups.
 - Of line breeding strategies, "sum 7" seems to have average earnings relatively comparable to outcross for the horses studied.
 - Larger sample sizes are necessary to determine whether there are differences in racing performance between outcross and line breeding strategies.

Sammanfattning

- **För Standardbred tävlingshästar selekterade på avelsstrategier genom huvudingstlinjer:**
 - Inavlade hästar har lägre genomsnittligt intjänade pengar under tävlingskarriären än linjeavlade och "outcrossed" hästar ($p < 0.05$).
 - Den här skillnaden observeras trots att det inte fanns någon skillnad i andel hästar som fått ett rekord eller insprungna pengar i de tre grupperna.
 - Även i gruppen med hästar som sprungit in mer pengar $> \$50,000$, har de inavlade hästarna i genomsnitt sprungit in en lägre summa pengar än övriga.
 - Av de linjeavlande strategierna hade "summa 7" hästarna sprungit in relativt sett lika mycket pengar som de hästar som i studien var "outcrossed".
 - Det behövs större testgrupper för att kunna bestämma huruvida det finns skillnader i tävlingsprestationer mellan outcross och linjeavlande strategier.

Thoroughbred Study Confirmation

- Alan Porter, "Doubling Down on Danzig", *The Blood Horse*, 7/25/15, page 16.
 - Older study: foals inbred 4x4 or closer on a Northern Dancer/Northern Dancer cross won stakes races at a "significantly lower" percentage than Northern Dancer/other broodmare sire line crosses. Also held for all Northern Dancer line stallions individually, as well as collectively.
 - New study: foals inbred 4x4 or closer to Danzig (a son of Northern Dancer) on main sire lines underperformed relative to opportunity: this strategy produced 51.8% of starters with this pattern, but only 44.6% of stakes winners.
 - Of the better performers, several have additional linebreedings in the maternal families of the sire and dam, which Porter termed a "parallel pattern".

Studie på fullblod Bekräftelse

- Alan Porter, "Doubling Down on Danzig", *The Blood Horse*, 7/25/15, page 16.
 - Äldre studie: inavlade föl 4x4 eller närmare på Northern Dancer/Northern Dancer korsning vann signifikant färre andel stakes än korsningar mellan Northern Dancer och annan morfarslinje. Gällde även för alla Northern Dancer linje hingstar såväl individuellt som kollektivt.
 - Ny studie: inavlade föl 4x4 eller närmare till Danzig (en son till Northern Dancer) på huvud hingstlinjer underpresterade i relation till vad de hade möjlighet till: den här strategin producerade 51,8% startande hästar med detta mönster, men bara 44,6% stakes-vinnare.
 - Av de hästar som presterat bättre hade flera ytterligare linjeavel i modernslinjerna på både hingstens och stoets sida. Detta kallade Porter för ett parallellt mönster.

Future Directions

- Can a similar approach be used to examine relative racing performance from other inbreeding, linebreeding, outcross, X position, etc. strategies from other positions in the pedigree?
- Computer databases and application of sophisticated statistical methods are necessary to make such studies practical and meaningful.
- Development of performance related genetic testing may quickly render this type of study obsolete.

Framtida riktlinjer

- Kan ett liknande tillvägagångssätt användas för att undersöka relativa tävlingsprestationer från andra inavels-, linjeavels-, outcross-, X-position mfl strategier från andra positioner i stamtavlan?
- Databaser och tillämpning av sofistikerade statistiska metoder är nödvändiga för att göra sådana studier praktiskt genomförbara och meningsfulla.
- Utveckling av prestationsrelaterad genetisk testning skulle kunna medföra att den här typen av studier inte längre behövs.

Greater Maternal Contribution to Performance

- Xiang Lin, "Potential Role of Maternal Lineage in the Thoroughbred Breeding Strategy"; Reproduction, Fertility, and Development; online 5/2015.
 - Classified performance of 675 Australian TB sires, dams, offspring (earnings/start; placement in graded stakes): top 30% "Elite", bottom 70% "Poor". Excluded horses that didn't race.
 - Best runners (highest % Elite performers): EE (Elite dam, Elite sire); worst were PE (Poor dam, Elite sire).
 - Foals with Elite dams (EE and EP) had similar performance, regardless of stallion performance category.
 - Foals of Poor dams (PE and PP) were similarly poor performers.
 - Dams most likely to produce Elite foals between ages 8 – 11.
 - Mitochondrial DNA passed through maternal lines may account for difference: mitochondria generate energy for performance.

Ökat bidrag till prestation från modernet

- Xiang Lin, "Potential Role of Maternal Lineage in the Thoroughbred Breeding Strategy"; Reproduction, Fertility, and Development; online 5/2015.
 - Klassifierade prestationer hos 675 Australian TB hingstar, mödrar, avkommor (intjänat/start; placering i graderade stakes): topp 30% "Elit", 70% sämsta "Dålig". Exkluderade hästar som inte tävlat.
 - Bästa tävlingshästarna (högst % Elit presterare): EE (Elit moder, Elit hingst); Sämst var DE (Dålig mor, Elit hingst).
 - Avkommor till Elit mödrar (EE and ED) hade liknande prestationer, oavsett vilken prestationskategori som hingsten hade.
 - Avkommor till dåliga mödrar (PE and PP) visade liknande dåliga resultat.
 - Mödrar som hade stort sannolikhet att producera Elitavkommor var mellan 8-11 år gamla.
 - Mitokondrie DNA som nedärvs genom moderslinjerna kan förklara dessa skillnader: mitokondrier genererar energi för prestation.

"Breed The Best To The Best"

- Most sires were superior race horses.
 - Less variability in performance among commercial stallions.
- Dams could have been good racehorses, or could have never raced; come from productive families, or poor families.
 - Greater variability among dam positions within the pedigree.
- To maximize results, buy the best performing mares from the best producing families, and breed them to the best stallions.
 - Most expensive investment strategy that produces the best results and highest sale prices.
 - Performance advantages confirmed by Thoroughbred studies.

"Betäck det bästa med det bästa"

- De flesta avelshingstar var överlägsna tävlingshästar.
 - Mindre variation i prestation bland de kommersiella avelshingstarna.
- Mödrar kan ha varit bra tävlingshästar, de kan också inte ha tävlat alls; de kan komma från produktiva familjer eller dåliga familjer.
 - Större variation bland mödrarnas position i stamtavlan.
- För att maximera resultaten, köp de bästa tävlingsstona från de mest produktiva familjerna och betäck dem med de bästa avelshingstarna.
 - Dyraste investeringsstrategin som ger de bästa resultaten och de högsta försäljningspriserna.
 - De bättre resultaten konfirmeras av en studie på fullblod.

“Golden Crosses” / “Nicking”

- *Helpful in looking for established successful mating patterns.*
- *Need large numbers of offspring to be meaningful*
 - *Useful mainly for well-established stallions and broodmare sires.*
- *Be cautious in interpreting poor results from young broodmare sires: often their early broodmares had lesser racetrack achievements.*
 - *Cams Card Shark / Western Hanover dams....Shark Gesture, 23% are \$100k winners.*
 - *Credit Winner / Andover Hall dams....Archangel, 20.7% are \$100k winners from Andover Hall dams.*
- *New sires: compare to established successful sires with similar major sire lines as a rough guide.*

“Golden Crosses” / “Nicking”

- *Användbar när man letar etablerade, framgångsrika passande mönster.*
- *Det behövs ett stort antal avkommor för att det ska vara meningsfullt.*
 - *I huvudsak användbart för väletablerade hingstar och morfäder.*
- *Var försiktig med att tolka dåliga resultat från unga morfäder: det är ofta som de tidigt använda avelsstona har haft sämre tävlingsresultat.*
 - *Cams Card Shark / Western Hanover ston....Shark Gesture*, 23% har vunnit \$100k.*
 - *Credit Winner / Andover Hall ston....Archangel**, 20.7% har vunnit \$100k.*
- *Nya avelshingstar: jämför med etablerade framgångsrika avelshingstar med liknande större hingstlinjer.*

* Passgångare som tjänat \$ 2,8 miljoner, **Har tjänat \$1,1 miljoner, * 08,4.

Full Brothers or Half Brothers?

- *Avalyn Hunter, “A Case For Full Siblings”, The Blood Horse, 4/18/14.*
 - *Full siblings share an average of 50% of the same genes.*
 - *Production records of dams of Thoroughbred Horses of the Year 1936 – 2004.*
 - *In total, these dams produced 554 foals: 340 (61.4%) winners, 87 (15.7%) stakes winners.*
 - *Of 434 half siblings, 261 (60.1%) winners, 59 (13.6%) stakes winners.*
 - *Of 120 full siblings, 79 (65.8%) winners, 28 (23.3%) stakes winners.*
 - *While unusual for a dam to produce two top level offspring, full siblings to Horses of the Year offer a greater chance of stakes winning success than do half siblings.*

Helbröder eller halvbröder?

- *Avalyn Hunter, “A Case For Full Siblings”, The Blood Horse, 4/18/14.*
 - *Helsyskon delar i genomsnitt 50% av samma gener.*
 - *Avkommestatistik från fullblodsmödrar från åren 1936 – 2004.*
 - *Totalt producerade dessa mödrar 554 fölar: 340 (61.4%) vinnare, 87 (15.7%) stakes vinnare.*
 - *Av 434 halvsyskon, 261 (60.1%) vinnare, 59 (13.6%) stakes vinnare.*
 - *Av 120 helsyskon, 79 (65.8%) vinnare, 28 (23.3%) stakes vinnare.*
 - *Det är ovanligt att ett sto producerar två toppindivider. Det är dock större chans att ett helsyskon till “Horses of the year” vinner stakes än att halvsyskon gör det.*

X - Factor

- *Marianna Haun, The X Factor: What It Is and How To Find It, Russell Meerdink Co., 1997.*
 - *Theory that heart size is determined by genes on X chromosome, and is therefore passed from dam to offspring, but never from the sire.*
 - *Theory arose from the observation that Secretariat had a massive heart.*
 - *Questionable science. Difficulty in identifying individual “X factor” horses, though the concept of “X position” in pedigrees is well defined.*
 - *Several extensive equine genetic studies have located genes related to heart size on autosomal (non-X, non-Y) chromosomes, but have not located any such genes on the X chromosome.*
- *Molly Bray, et. al. “The Human Gene Map for Performance and Health-Related Fitness Phenotypes,” 2009 update (quoted on performancegenetics.com)*
 - *Identified 214 autosomal genes, 18 mitochondrial genes, and 7 X-chromosome genes involved in human athletic performance.*
 - *Implication is that the equine X chromosome still could carry undiscovered performance related genes that are unrelated to heart size.*

X - Faktor

- *Marianna Haun, The X Factor: What It Is and How To Find It, Russell Meerdink Co., 1997.*
 - *Det finns en teori att storleken på hjärtat bestäms av gener på X-kromosomen och därmed nedärvs från modern, aldrig från fadern.*
 - *Teorin uppstod när man observerade att Secretariat hade ett stort hjärta.*
 - *Tveksam vetenskap. Svårt att identifiera enskilda X-faktor hästar, även om begreppet X-faktor i stamtavlor är väl definierat.*
 - *Flera omfattande genetiska studier på hästdjur har hittat gener relaterade till hjärtstorlek på autosomala (icke-X, icke-Y) kromosomer, men inte lokaliserat några sådana gener på X-kromosomen.*
- *Molly Bray, et. al. “The Human Gene Map for Performance and Health-Related Fitness Phenotypes,” 2009 uppdatering (noterat på performancegenetics.com)*
 - *Identifierat 214 autosomal gener, 18 mitokondrie gener och 7 X-kromosom gener inblandade i mänskliga idrottsprestationer.*
 - *Slutsaten är att X-kromosomen hos hästdjur skulle kunna bära på oupptäckta prestationsrelaterade gener som inte är kopplade till hjärtstorlek.*

In-Breeding Co-Efficient

- In-breeding co-efficient – ½ of the number of duplicated ancestors
- McCue, ME et. al., "A High Density SNP Array For The Domestic Horse and Extant Perissodactyla", PLoS Genet 8 (1): e1002451.
 - Mean of individual In-breeding co-efficients for each breed: Thoroughbreds 0.15, Standardbreds 0.12, French trotter 0.11, Hanoverian 0.06, Quarter Horse 0.04.
- In-breeding co-efficients are rising, especially in US horses.
 - Muscle Mass, Muscle Massive 19.6%; Deweycheatumhove 18.9%.
 - Success of full brothers Andover Hall, Angus Hall, and Conway Hall will further increase US in-breeding in the near future.
 - Disappearance of Axworthy line stallions in US: Sierra Kosmos was the last.
- Many line-breeding strategies do not take in-breeding co-efficient into account.

Inavelskoefficient

- Inavelskoefficient – ½ av antalet dubblerade förfäder
- McCue, ME et. al., "A High Density SNP Array For The Domestic Horse and Extant Perissodactyla", PLoS Genet 8 (1): e1002451.
 - Varje ras individuella medelvärde för inavelskoefficienten: Fullblod 0.15, Standardbreds 0.12, Franska travaren 0.11, Hanoverian 0.06, Quarter Horse 0.04.
- Inavelskoefficienterna stiger, speciellt hos amerikanska hästar.
 - Muscle Mass, Muscle Massive 19.6%; Deweycheatumhove 18.9%.
 - Framgången för helbröderna Andover Hall, Angus Hall och Conway Hall kommer ytterligare att öka den amerikanska inaveln inom en snar framtid.
 - Försvinnandet av Axwortys hingstlinje i USA: Sierra Kosmos var sist.
- Många linjeavelsstrategier tar inte hänsyn till inavelskoefficienten.

What Does Windsong Do?

- Elite racing broodmare prospects from productive families are generally too expensive for me.
- Productive maternal families with multiple superior racing performers along the tail-female line.
- Accept a less commercially attractive broodmare sire from a productive sire line, especially if that broodmare sire is an outcross to popular commercial stallions.
 - Prakas: Yankee Windsong, Expressway Hanover
 - Earl: Bax Machine
 - Lindy Lane: Swan Lake, Polyester Hanover, NY Starlet
 - Mr. Vic: Queen Victorian
 - Super Pleasure: Tasha Yar
 - Carry The Message: Noble Message

Vad gör Windsong?

- Ston som tävlat i eliten och som är från produktiva familjer är generellt sett för dyra för mig.
- Familjer som är produktiva på mödernet och som har många överlägsna tävlingshästar i stolinjen.
- Acceptera ett mindre kommersiellt attraktivt avelssto från en produktiv hingstlinje. Speciellt om morfadern är en outcross till de populära kommersiella hingstarna.
 - Prakas: Yankee Windsong, Expressway Hanover
 - Earl: Bax Machine
 - Lindy Lane: Swan Lake, Polyester Hanover, NY Starlet
 - Mr. Vic: Queen Victorian
 - Super Pleasure: Tasha Yar
 - Carry The Message: Noble Message

What Does Windsong Do?

- Must accept that the marketplace does not reward the breeder with high prices immediately for yearlings from such mares.
 - Productive performer must often emerge first before I am rewarded.
- Usually buy broodmares from established families.
 - First dam usually with multiple foals, some of which are superior racehorses. Performers from older families often less expensive.
 - In my experience, breeding a single standout performer from a mediocre family has generally been unsuccessful.
- "Scratch and dent" mares are fine with me, with proper veterinary examination.

Vad gör Windsong?

- Måste acceptera att marknaden inte belönar uppfödaren med höga priser direkt för åringar efter dessa avelsston.
 - Det måste ofta komma fram en topphäst innan jag blir belönad.
- Köper vanligtvis avelsston från etablerade familjer.
 - Stoet har ofta flera avkommor av vilka några är överlägsna tävlingshästar. Topphästar från äldre familjer är ofta billigare.
 - Enligt min erfarenhet, misslyckas generellt sett avel med en topphäst som kommer från en medioker familj.
- För mig är det ok med ston som haft skador, så länge en ordentlig veterinärundersökning genomförs.

What Does Windsong Do?

- Broodmares with serial linebreeding or inbreeding over several generations, or close main sire line inbreeding.
- Concentration or presence of certain prominent individuals in the maternal family: Dean Hanover, Misty Hanover, Hickory Pride.
- Maternal linebreeding to prominent broodmare sires that were not successful sires of sires.
- Tail female line maintains production of superior performers.
- Bonus if tail female line goes directly to "foundation" mares.
- Mating strategies:
 - The mare's less popular sire often allows outcross opportunities with multiple top commercial stallions: more breeding choices, greater flexibility.
 - Because of the increased number of stallion options, there are greater opportunities to pick stallions based on conformation advantages.
 - In my experience, such mares may have success with multiple stallions.

Vad gör Windsong?

- Avelsston med serie linjeavel eller inavel över flera generationer eller nära huvudingstlinje inavel.
- Koncentration eller närvaro av vissa prominenta individer i moderslinjen: Dean Hanover, Misty Hanover, Hickory Pride.
- Linjeavel på mödernet till prominenta morfäder som inte var framgångsrika farfäder.
- Moderslinjen upprätthåller produktion av topphästar.
- Det är en bonus om moderslinjen går direkt tillbaka till linjebildande ston.
- Betäcksstrategier:
 - Ett sto med en mindre populär far ger ofta en möjlighet till outcross med många topp kommersiella hingstar: Fler avelsmöjligheter, större flexibilitet.
 - Tack vare det ökade antalet hingstar finns större möjligheter att välja hingst baserat på exteriöra fördelar.
 - Enligt min erfarenhet kan sådana avelsston ha framgång med många hingstar.

Swan Lake Close sire line inbreeding, tail female line maintains production of superior performers.

Lindblom (S) 1983 792 743 EUR 2012/23	Valley Victory (S) 2008 578 138 EUR 1:11.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Valley Victory (S) 2008 578 138 EUR 1:11.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
Concert Queen (S) 2009 44 138 EUR 1:14.34	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR

Dam of:
Swan Image
Swan For All
Magic Swan
Swan In A Million
Wanderful

Family to:
Possess The Magic

Tail female to:
Medio

Pedigree courtesy of
Sophia Pedigrees
sophiapedigrees.com

Swan Lake Nära hingstlinje inavel, moderslinjen upprätthåller produktionen av topphästar.

Lindblom (S) 1983 792 743 EUR 2012/23	Valley Victory (S) 2008 578 138 EUR 1:11.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Valley Victory (S) 2008 578 138 EUR 1:11.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
Concert Queen (S) 2009 44 138 EUR 1:14.34	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR
	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR	Swan Image (S) 1982 933 143 EUR

Moder till:
Swan Image
Swan For All
Magic Swan
Swan In A Million
Swanderful

Familj:
Possess The Magic

Moderslinje till:
Medio

Stamtavlan hämtad från
Sophia Pedigrees
sophiapedigrees.com

Bax Machine Dam inbred 3x2 to Speedster. Sire is less popular, also inbred to Speedster.

Karl (S) 2008 748 908 EUR 1:13.14	Balanced Image (S) 2019 528 839 EUR 1:13.14	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Balanced Image (S) 2019 528 839 EUR 1:13.14	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
Nevermind Ahead (S) 2008	Nevermind Ahead (S) 2008	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Nevermind Ahead (S) 2008	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR

Dam of:
Bax of Life
Baximum
Bouncing Bax
Never Bax Down
Q Forty Five
Bring Me Back US
Green Bax
Fighting Bax

Sister to:
Fax Machine
Sending

Tail female to:
Minnehaha

Pedigree courtesy of
Sophia Pedigrees
sophiapedigrees.com

Bax Machine Modern inavlad 3x2 på Speedster. Hingsten är mindre populär, också inavlad på Speedster.

Karl (S) 2008 748 908 EUR 1:13.14	Balanced Image (S) 2019 528 839 EUR 1:13.14	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Balanced Image (S) 2019 528 839 EUR 1:13.14	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Lindblom (S) 2008 4 709 EUR 1:13.84	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
Nevermind Ahead (S) 2008	Nevermind Ahead (S) 2008	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR
	Nevermind Ahead (S) 2008	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR	Never Winded (S) 2002 130 838 EUR

Moder till:
Bax of Life
Baximum
Bouncing Bax
Never Bax Down
Q Forty Five
Bring Me Back US
Green Bax
Fighting Bax

Syster till:
Fax Machine
Sending

Moderslinje till:
Minnehaha

Stamtavlan hämtad från
Sophia Pedigrees
sophiapedigrees.com

Precise Genetic Matings

- Hypothetical example: autosomal (non-X, non-Y) gene that codes for superior aerobic capacity, allowing a horse to carry its maximum speed farther in races.
 - Three alleles: A - superior capacity; B - average capacity; C poor capacity. All breeding horses screened for this gene.
 - Six possible combinations (one from each parent): AA, BB, CC, AB, BC, AC.
 - Probability of mating outcomes from sire and dam profiles:
 - Sire is AA, dam is AB – 50% probability of AA, 50% probability of AB in foal.
 - Sire is AB, dam is BB – 50% probability of AB, 50% probability of BB in foal.
 - Sire is AC, dam is AB – 25% probability of AA, 25% probability of AB, 25% probability of AC, 25% probability of BC.
 - "Elite" AA horses favored; CC horses eliminated from breeding.
 - C would likely disappear quickly, B more slowly, from the population.
 - Eventually all horses would be bred for AA and "breed true" for this gene.

Precis genetisk matchning

- Hypotetiskt exempel: autosomala (icke-X, icke-Y) gener som kodar för överlägsen aerob kapacitet, möjliggör för en häst att hålla sin maxhastighet längre under loppet.
 - Tre alleler: A – överlägsen kapacitet; B – medel kapacitet; C dålig kapacitet. Alla avelsdjur screenas för den här genen.
 - Sex möjliga kombinationer (en från varje förälder): AA, BB, CC, AB, BC, AC.
 - Sannolikhet för utfall från olika hingst- och stopprofiler:
 - Hingsten är AA, stoet är AB – 50% sannolikhet för AA, 50% sannolikhet för AB hos fölet.
 - Hingsten är AB, stoet är BB – 50% sannolikhet för AB, 50% sannolikhet för BB hos fölet.
 - Hingsten är AC, stoet är AB – 25% sannolikhet för AA, 25% sannolikhet för AB, 25% sannolikhet för AC, 25% sannolikhet för BC.
 - "Elit" AA hästar är gynnade; CC hästar tas ur avel.
 - C försvinner troligtvis snabbt, B mer långsamt, från populationen.
 - Så småningom kommer alla hästar att födas som AA hästar.

Muscle Genes And Optimal Racing Distance In Thoroughbreds

- Dr. Emmeline Hill, University College Dublin (IRE) Animal Genomics Laboratory, "A Sequence Polymorphism in MSTN Predicts Sprinting Ability and Racing Stamina in Thoroughbred Horses"; *PLoS One*, 5: e8645, 2010.
 - Identified a "Myostatin" gene located on Chromosome 18 that inhibits the growth of muscle tissue.
 - Two alleles: "C" - thick, large muscles ("sprinter body type"), and "T" - long, leaner muscles ("distance body type").
 - Three combinations: "CC", "CT", and "TT". CC – thickest muscles, TT – long leaner muscles, CT – intermediate muscle type.
 - Study demonstrated that "CC sprinter" horses performed best at shorter distances, "TT distance" horses performed best at long distances, "CT" horses performed best at intermediate distances.
 - "CC" horses are early maturing; 98% do not race at distances > 1 mile. "TT" horses are slow maturing; over 90% have best distance > 1 mile. "CT" horses are more versatile, often racing well at shorter distances at 2 but later at intermediate distances.

Gener kopplade till muskler och optimal tävlingsdistans hos fullblod

- Dr. Emmeline Hill, University College Dublin (IRE) Animal Genomics Laboratory, "A Sequence Polymorphism in MSTN Predicts Sprinting Ability and Racing Stamina in Thoroughbred Horses"; *PLoS One*, 5: e8645, 2010.
 - Identifierade en gen kopplad till Myostatin på kromosom nr 18 som hämmar tillväxten av muskelvävnad.
 - Två alleler: "C" – tjocka, stora muskler ("sprinter kroppstyp"), och "T" – långa, slimmade muskler ("distans kroppstyp").
 - Tre kombinationer: "CC", "CT", och "TT". CC – tjockast muskler, TT – långa, slimmade muskler, CT – mellan muskeltyp.
 - Studien visade att "CC sprinter" hästar presterade bäst på kortare distanser, "TT distans" hästar presterade bäst på långa distanser, "CT" hästar presterade bäst på medeldistans.
 - "CC" hästar mognar tidigt; 98% tävlar inte på distanser > 1 mil. "TT" mognar långsamt; över 90% har sin bästa distans > 1 mil. "CT" hästar är mer mångsidiga, tävlar ofta bra på kortare distanser som 2-åringar, men senare på medeldistanser.

Commercial Applications of Performance Genetics

- Performancegenetics.com
 - Extensive information and reviews of crucial factors in equine racing performance.
 - Schroder, W. et. al., "Candidate Genes For Physical Performance In The Horse"; *Vet. J.* 190 (1): 39-48, Oct. 2011.
 - Identified 28 candidate genes for equine performance that have similar human genes which have been shown to impact human athletic performance. Many found on equine chromosomes 4 and 12.
 - Muscle strength and composition – ACTN3, MSTN, IGF1.
 - Muscle metabolism – BDKRB2, HIF1A, ADRB2, CKM, GYS1, VDR.
 - Mitochondrial function – PPARGC1A, PPARA, PPARD, NRF1/NRF2.
 - Metabolic capacity – VEGF, EPAS1.
 - Cardiovascular capacity – ACE, TTN, cAMPP1, CREB1.
 - Motivation – DRD4, SLC6A4, BDNF, SCN9A.

Kommersiella tillämpningar av prestationsgenetik

- Performancegenetics.com
 - Omfattande information och recensioner av avgörande faktorer för tävlingsprestationer hos hästar.
 - Schroder, W. et. al., "Candidate Genes For Physical Performance In The Horse"; *Vet. J.* 190 (1): 39-48, Oct. 2011.
 - Identifierade 28 kandidatgener för hästars prestationer där det finns liknande humana gener som visat sig ha påverkan på mänskliga idrottsprestationer. Många av dessa har hittats på kromosom 4 och 12.
 - Muskelstyrka och sammansättning – ACTN3, MSTN, IGF1.
 - Muskelmetabolism – BDKRB2, HIF1A, ADRB2, CKM, GYS1, VDR.
 - Mitokondriell funktion – PPARGC1A, PPARA, PPARD, NRF1/NRF2.
 - Metabol kapacitet – VEGF, EPAS1.
 - Hjärt-, kärlkapacitet – ACE, TTN, cAMPP1, CREB1.
 - Motivation – DRD4, SLC6A4, BDNF, SCN9A.

Commercial Applications of Performance Genetics

- Equinome.com
 - Formed by Dr. Emmeline Hill to apply her genetic research to commercial applications for Thoroughbred racehorses.
 - "Speed gene" analysis – assay for Myostatin gene. \$780.
 - "Elite Performance" analysis – analyzes over 1000 gene variants to predict elite level racing ability. Claims to more than double (score 11.5 vs. 5) the predictive value of pedigree analysis in predicting elite performance potential. \$1880.
 - "Projected height" analysis – projects a foal's expected height at the withers upon maturity, with 70% success. \$125.
 - "Genomic inbreeding" analysis – determines the actual amount of inbreeding in a horse based upon DNA analysis (vs. estimated "In-Breeding Co-efficient" based upon numerical probabilities determined by pedigree). \$275.

Kommersiella tillämpningar av prestationsgenetik

- Equinome.com
 - Formed by Dr. Emmeline Hill to apply her genetic research to commercial applications for Thoroughbred racehorses.
 - "Fart gen" analys – analyserar för Myostatin genen. \$780.
 - "Elit Prestation" analys – analyserar över 1000 genvarianter för att förutsäga förmågan att tävla på elitnivå. Gör anspråk på att mer än fördubbla (poäng 11.5 mot 5) det uppskattade värdet av en analys av stamtavlan för att förutsäga potentialen för tävlande på elitnivå. \$1880.
 - "Beräknad höjd" analys – beräknar ett föls förväntade mankhöjd som fullvuxen med 70% framgång. \$125.
 - "Genomisk inavel" analys – bestämmer den faktiska mängden inavel hos hästen baserat på DNA analys (till skillnad från uppskattad "inavelskoefficient" baserat på numeriska sannolikheter bestämda av stamtavlan). \$275.

Commercial Applications of Performance Genetics

- Performancegenetics.com
 - Did genetic testing using the "Equine 70K SNP Chip" to identify 25 SNPs ("Single Nucleotide Polymorphism") that explained the greatest variance between Elite vs. Non-elite runners.
 - 200 Elite Thoroughbreds (100 colts, 100 fillies) – 100 Elite sprinters at 6f or less, 100 Elite distance runners at 1 mile or more. Average EPS: \$212,154.
 - 200 Non-elite Thoroughbreds (100 colts, 100 fillies) – at least 5 lifetime starts, free of injury or disease, by similar sires/sire lines as Elites. Average EPS: \$4,192.
 - Now offer a proprietary array of DNA tests to owners based upon this research:
 - "Sales Select" - \$1200; "Cardiovascular Report" - \$500; "Performance Genetics Report" - \$450; "Optimal Distance Report" - \$200.

Kommersiella tillämpningar av prestationsgenetik

- Performancegenetics.com
 - Gjorde genetisk testning genom att använda "Equine 70K SNP Chip" för att identifiera 25 SNPs ("Single Nucleotide Polymorphism") som förklarar den största variationen mellan Elit- och icke elit hästar.
 - 200 Elit fullblod (100 unga hingstar, 100 unga ston) – 100 Elit sprinter på 6 furlongs* eller mindre, 100 Elit distansare på 1 mile eller mer. Genomsnittligt EPS: \$212,154.
 - 200 icke elit fullblod (100 unga hingstar, 100 unga ston) – minst 5 starter i livet, ej skadade eller sjuka, från liknande hingstar/hingstlinjer som elit hästarna. Genomsnittligt EPS: \$4,192.
 - Erbjuder nu patenterade DNA analyser till hästägare baserat på den här forskningen:
 - "Sales Select" - \$1200; "Cardiovascular Report" - \$500; "Performance Genetics Report" - \$450; "Optimal Distance Report" - \$200.

* furlong= 201,168 meter dvs 1/8 mile

Commercial Applications of Performance Genetics

- Other companies and researchers have conducted genetic testing on Thoroughbreds.
- Many claim to have their own genetic markers that will predict elite Thoroughbred athletic performance.
- Most use proprietary information, not publishing the basic research for scientific peer review.
- Customers do not have the assurance of scientific confirmation of the validity of the testing.
- Several investigators have expressed interest in evaluating Standardbreds for these genetic markers.
 - Cost of initial study: > \$50,000.

Kommersiella tillämpningar av prestationsgenetik

- Andra företag och frskare har genomfört gentisk testning på fullblod.
- Många hävdar att de har egna genetiska markörer som kan förutsäga vilka fullblod som kan prestera på elitnivå.
- De flesta använder patentskyddad information utan att publicera grundforskningen för vetenskaplig granskning.
- Kunderna har därför inte vetenskaplig bekräftelse på testets riktighet.
- Flera forskare har uttryckt intresse att utvärdera Standardbred för dessa genetiska markörer.
 - Cost of initial study: > \$50,000.

Good Luck And Success To All!!



Windsong's Legacy 3, 1:53 (\$1,744,644) – 2004 Triple Crown Winner

Lycka till och framgång till alla!!



Windsong's Legacy 3, 1:53 (\$1,744,644) – 2004 Triple Crown Winner