

Tillväxt hos olika kloner av hybridasp och poppel

Rapport 2: resultat efter sex års tillväxt hos 2015 års serie.

Mateusz Liziniewicz



Välproducerande äldre försök med hybridasp i Bjärsjölagård. Foto: L.-G. Stener.

Innehåll

Förord	4
Summary	5
Sammanfattning.....	6
Bakgrund och syfte.....	7
Material och Metoder	8
Försökslokaler	8
Kloner.....	8
Försöksdesign	10
Tidigare mätningar.....	11
Nya mätningar	11
Genetisk analys	11
Resultat	12
Fenotypisk analys.....	12
Överlevnad	12
Höjd	12
Diameter.....	12
Pilodyn.....	12
Genetisk analys	17
Heritabilitet	17
Korrelationer mellan egenskaper	18
Korrelationer mellan försök (GxE)	18
Genotypskattningar.....	19
Diskussion	19
Fenotyp.....	19
Genetik.....	20
Urval.....	22
Framtiden	22
Referenser.....	23
Bilaga 1-4.....	25



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 30 november 2022 av
Thomas Kraft, programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef,
granskat och godkänt publikationen för publicering den 5 december 2022.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

Förord

En ökad efterfrågan på virke från industrin och energisektorn kan komma att öka intresset för hybridasp och poppel i Sverige. Båda trädslagen har visat sig ha en stor produktionsförmåga under korta omloppstider. Tillgång till ett stort antal välproducerande kloner är nödvändigt för att kunna minska risker som annars skulle bli stora för bestånd med en eller ett fåtal kloner.

De kloner som rekommenderas idag är för få och framför allt avsedda för södra Sverige. Inför en förväntad ökning av odlingsarealen med hybridasp och poppel i stora delar av landet finns därför ett behov att få fram fler genetiskt bra kloner.

Rapporten bygger vidare på Arbetsrapport 979-2018 av Stener & Westin (2018) vilken redovisade tillväxten hos hybridasp och poppel två år efter plantering i försöksserien som planterades 2015 med 137 hybridasp- och 167 poppelkloner. I denna rapport redovisas nya mätningar utförda efter sex år i fält. Rapporten kan användas för urval av de mest lovande hybridasp- och poppelklonerna. Studien har finansierats med medel från Energimyndigheten.

Svalöv 2022-11-21

Mateusz Liziniewicz

Summary

This report presents results from clonal tests with hybrid aspen (*P. tremula* x *P. tremuloides*) and poplars (*Populus* sp.) after six growing seasons. The experiment was established in the spring 2015 on former agricultural sites located between latitudes 58°N and 65°N. The experiment consisted of 137 hybrid aspen clones and 167 poplar clones on five locations. These clones were collected from both Sweden and breeding organizations in Europe and North America. As the geographical spread of both material and experimental sites was large, the origin of the clones was matched with sites to avoid too long latitudinal transfers of clones.

Over all sites hybrid aspen performed better than poplars in terms of survival and growth. However, there was a substantial variation in survival among sites and only on two sites were poplars clearly poorer than hybrid aspen.

Heritability of growth traits at the age of six years was slightly greater for poplars than hybrid aspen for all measured traits. Heritability for height and diameter ranged between 0.17 and 0.41 for hybrid aspen, and 0.12 and 0.49 for poplars. Heritability of the pilodyn measurements was high except for hybrid aspen in southern Sweden where it was only 0.11. At the same site, heritability of pilodyn measurements for poplar was high.

The genetic correlations between height and diameter measured at the same time (age six) were high, which indicate that reliable selections of well-growing clones can be based only on diameter measurements. The correlations between sites were also high and always above 0.6, which indicate a low effect of site on specific clone characteristics.

The variation between clones in the analyzed material groups containing clones from specific breeding organizations was greater than variability between groups. There were some interesting hybrid aspen and poplar clones that were performing well in single experiments and over whole series. This information gives a good background for selection of the most promising clones for central and northern Sweden, areas where appropriate material is currently missing.

The first clonal selection has now been done and several interesting clones of hybrid aspen and poplar have been selected. The confirmation of this selection needs to be done in the coming years. Inoculation tests for resistance against the pathogens (*Melampsora larici-populina* (leaf rust) and *Xanthomonas populi* (bacterial cancer) should be carried out for the most promising poplar clones, while observations in the experiments need to be done for hybrid aspen. As all analyzed trials were located on agricultural land, tests on forest land also need to take place to evaluate the potential for using the clones on such sites. This is especially relevant for poplars that are known to establish poorly on forest sites.

Sammanfattning

Rapporten presenterar resultat från klonförsök med hybridasp (*P. tremula* x *P. tremuloides*) och olika poppelarter (*Populus* sp.) efter sex tillväxtsåsonger i fält. Försöksytorna planterades under våren 2015 på gamla jordbruksmarker belägna mellan breddgraderna 58°N och 65°N. Försöken innehåller 137 hybridaspkloner och 167 poppelkloner på fem försökslokaler. Klonerna kommer både från Sverige och från förädlingsorganisationer i Europa och Nordamerika. Eftersom den geografiska spridningen av både material och lokaler var stor matchades klonernas ursprung med försökslokaler för att undvika långa latitudförflyttningar av kloner.

I alla försök har hybrid Aspen överlevt och vuxit bättre än poppel. Det fanns dock en betydande variation i överlevnad mellan försöken och endast i två försök var poppel tydligt sämre än hybridasp.

Ärftligheten för tillväxtegenskaper vid sex års ålder var något högre för poppel än för hybridasp. Ärftligheten för höjd och diameter varierade mellan 0,17 och 0,41 för hybridasp och mellan 0,12 och 0,49 för poppel. Ärftligheten för pilodynmetret var hög förutom för hybridasp i södra Sverige där den bara var 0,11. I samma försök var ärftligheten för pilodynmetret hög för poppel.

De genetiska korrelationerna mellan höjd och diameter, uppmätta vid samma ålder, var höga. Det indikerar att ett tillförlitligt urval av välväxande kloner kan baseras på endast diametermätningar. Korrelationerna mellan försöken var också höga och alltid över 0,6, vilket indikerar en låg effekt av lokal på specifik klonprestanda.

Variationen mellan klonerna i de analyserade materialgrupperna som bestod av kloner framtagna från olika förädlingsorganisationer var större än variationen mellan grupperna. Analysen av relativa avelsvärden över försökslokaler och inom specifika lokaler gav möjlighet att välja några intressanta hybridasp- och poppelkloner från olika materialgrupper. Resultaten ger en bra grund för att göra ett urval av de mest lovande klonerna för mellersta och norra Sverige där lämpligt material för närvarande saknas. Materialet kan också öka den genetiska diversiteten för kloner som väljs ut för södra Sverige.

Den första klonselektionen har gjorts och flera intressanta kloner av hybridasp och poppel har valts ut. Säkerställande av urvalet måste göras under de kommande åren. Inokuleringstester för resistens mot patogenerna (*Melampsora larici-populina* (bladrost) och *Xanthomonas populi* (bakteriekräfta)) bör göras för de flesta lovande poppelkloner medan observationer i själva experimenten bör göras för hybridasp. Alla analyserade försök ligger på jordbruksmark varför tester på skogsmark också måste utföras för att utvärdera potentialen att använda klonerna även där. Det är särskilt relevant för poppel som är känd för svag etablering på skogsmark.

Bakgrund och syfte

Hybridasp (*P. tremula* x *P. tremuloides*) och poppel (*Populus sp.*) odlas idag på en begränsad areal i Sverige, men har stor potential att bli en betydande råvarukälla för energisektorn och för industrin. Båda trädslagen har visat en hög produktionsförmåga som kan utnyttjas för att producera biomassa under omloppstider som är betydligt kortare än för vanliga skogsträd i Sverige, såsom gran, tall och björk (Fahlvik & Böhlenius 2022, Fahlvik, m.fl. 2021, Rytter & Stener 2014). En av de största utmaningarna för att utöka odlingsarealen av hybridasp och poppel är tillgång till testat material som producerar bra och som för poppel är resistent mot sjukdomar som framför allt *Melampsora larici-populina* (bladrost) och *Xanthomonas populi* (bakteriekräfta).

Idag är tillgången på välproducerande kloner begränsad och finns dessutom bara för södra Sverige. Det finns för närvarande 15 rekommenderade hybridaspkloner men bara tre poppelkloner. Från en äldre klontest valdes 15 poppelkloner ut (Stener 2004, Stener 2010) men bara tre visade acceptabel resistens efter att ha testats mot bladrost och bakteriekräfta. Trots att det finns tre tillgängliga poppelkloner domineras odlingarna i södra Sverige nästan fullständigt av klon OP42 (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*) som fortfarande är välproducerande och resistent. Men det finns en risk att sjukdomsresistensen hos poppelkloner kan upphöra när nya patogenstammar utvecklas (Stener & Westin 2015).

I Skogforsks serie som planterades 2010 med 106 hybridaspkloner och 120 poppelkloner gick det inte att direkt selektera poppelkloner eftersom avgångarna var stora och tillväxten nedsatt (Stener & Westin 2018). Däremot kunde man välja ut nya hybridasp- och poppelkandidater som testas vidare för urval till odlingar. För norra Sverige rekommenderas hybridaspkloner framtagna i Finland (Stener & Westin 2017) och det finns även en poppelklon för jordbruksmark i kärvare klimatlägen som är känd under namnet SnowTiger® (SweTree 2022).

Det finns ett stort behov att öka utbudet av både hybridasp- och poppelkloner, särskilt för mellersta och norra Sverige. Ett större utbud minskar riskerna som finns vid plantering av ett fåtal kloner och gör också att kloner som är lokalspecifika eller känsliga mot svamp- och insektsangrepp kan undvikas.

Den nya serien med hybridasp och poppel planterades 2015 för att testa nytt material som erhållits från organisationer som jobbar med poppelodling i Europa och Nordamerika, då tillgången till ett lokalt svenskt material är begränsad. I princip är alla tillgängliga svenska kloner testade och det finns inga pågående insatser att korsa föräldrakloner för att skapa nya hybridkloner för testning.

Syftet med denna studie var att ta fram tidig information (efter sex år i fält) om olika kloner för att skapa ett andra beslutsunderlag för urval av bra kloner. Den första rapporten publicerades av Stener & Westin (2018) efter två år i fält.

Material och Metoder

Försökslokaler

Samtliga försök planterades 2015 på fem olika lokaler spridda över Sverige (Tabell 1, Figur 1). Alla försöken låg på övergiven jordbruksmark och stängslades före plantering. Marken behandlades med en ogräs herbicid (Roundup) på hösten och våren innan plantering i samtliga försök, utom 5F_65 där i stället 1 x 1 m rutor med markväv placerades och fästes vid planteringspunkterna. Plantorna i de två mest sydliga försöken skyddades mot sork genom 30 cm höga plastspiraler runt stammen.

Tabell 1. Beskrivning av lokaler.

BETECKNING	FÖRSÖKSNR	NAMN	LÄN	LAT	LONG	HÖH, M	FÖRBAND, M	ANTAL PLANTOR
F1_58	S21S1541451	Bollebo	Kronoberg	57,72	15,12	300	2,5 x 3,0	1410
F2_60	S21S1541452	Skyttorp	Uppsala	60,08	17,76	20	3,0 x 3,0	1326
F3_62	S23S1540804	Maj	Västernorrland	62,22	17,38	20	3,0 x 3,0	852
F4_63	S23S1540805	Gerdal	Västernorrland	63,29	18,45	50	3,5 x 3,5	749
F5_65	S23S1540806	Burträsk	Västerbotten	64,55	20,60	240	3,0 x 3,0	786



Figur 1. Försökens lokalisering. Försöksbeteckning enligt Tabell 1.

Kloner

Enskilda kloner och deras fördelning över lokaler beskrevs i Bilaga 1 i Stener och Westin (2018). Sammanlagt testades 304 kloner i den nya serien (2015-serien), varav 137 var hybridaspkloner (*P. tremula* x *P. tremuloides*) och 167 poppelkloner. Poppel utgörs av arterna och hybriderna *P. trichocarpa*, *P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*, *P. deltoides* x *P.*

nigra, och *P. deltoides* x *P. maximowiczii* (Tabell 2 och 3). I det testade materialet ingick svenska kommersiella kloner som idag rekommenderas för odling på milda lokaler upp till Mälardalen (ungefärlig latitud 60°N), nya och äldre utvalda kloner från svenska försök samt kommersiella och nya lovande kloner från förädlingspartners i Finland, Norge, Lettland, Litauen, Tyskland, Belgien, Holland och USA samt kloner från SweTree Technologies (STT).

Plantorna till de två sydligaste försöken odlades vid forskningsstationen Ekebo i södra Sverige och odlingen till de tre nordliga försöken utfördes i Sävar. Ettåriga täckrotsplantor producerades från grensticklingar för poppel och från rotsegment för hybridasp. För poppel stacks 12 cm långa sticklingar direkt i odlingssubstratet. För hybridasp togs 3 cm långa rotsegment till förökningen.

Tabell 2. Beskrivning av testmaterialet av hybridasp med fördelning av antalet testade kloner på olika materialgrupper och försök.

MATERIALGRUPP	BESKRIVNING/FÖRSÖK	F1_58	F2_60	F3_62	F4_63	F5_65	TOTALT
Hasp_Fin	Utvalda kloner från Finland			10	10	10	10
Hasp_Jämt	Utvalda kloner i Bispgården utifrån korsningar gjorda av JILU*			35	31	33	35
Hasp_Kom	Kommersiella kloner selekterade från sydsvenska försök	15	15	13	12	12	15
Hasp_Kom_Ty	Kommersiella kloner från Tyskland	7	7				7
Hasp_Lit	Utvalda kloner från Litauen	19					19
Hasp_Ny_N	Utvalda nya kloner från nordsvenska försök			5	6	5	6
Hasp_Ny_S	Utvalda nya kloner från sydsvenska försök	18	19	8	8	10	19
Hasp_Old_N	Utvalda äldre kloner från nordsvenska försök			9	8	10	11
Hasp_Ty	Utvalda kloner från Tyskland	15	15				15
Totalt		74	56	80	75	80	137

*JILU – Jämtlands länsinstitution för landsbygdsutveckling som övergått till Torsta AB.

Tabell 3. Beskrivning av testmaterialet av poppel med fördelning av antalet testade kloner på olika materialgrupper och försök.

MATERIALGRUPP	BESKRIVNING/FÖRSÖK	F1_58	F2_60	F3_62	F4_63	F5_65	TOTALT
Popp_Be	Utvalda kloner från Belgien	6	6				6
Popp_Isl	Utvalda kloner från Island			20	19	19	20
Popp_Kom	Kommersiella kloner selekterade från sydsvenska försök	16	16	13	13	13	16
Popp_Kom_Hol	Kommersiella kloner från Holland	8	8				8
Popp_Kom_It	Kommersiella kloner från Italien	11	11				11
Popp_Kom_Ty	Kommersiella kloner från Tyskland	8	8				8
Popp_Lett	Utvalda kloner från Lettland	8	8				8
Popp_USA	Utvalda kloner från Minnesota, USA	29	29				29
Popp_Ny_S	Utvalda nya kloner från sydsvenska försök	17	17	18	17	17	18
Popp_Ny_X	Utvalda nya kloner från nordsvenska försök			11	7	10	11
Popp_Old_N	Utvalda kloner från nordsvenska försök			7	7	7	7
Popp_OldU_N	Utvalda kloner av SLU från mellansvenska försök			14	9	14	14
Popp_STT_C*	Utvalda kloner av STT för centrala Sverige	7	7	7	7	7	7
Popp_STT_N*	Utvalda kloner av STT för norra Sverige	4	4	4	4	4	4
Totalt		114	114	94	83	91	167

*STT – SweTree Technologies

Hybridaspkloner från Finland (Hasp_Fin) och kommersiella tyska kloner (Hasp_Kom_Ty) producerades i respektive land och levererades till Skogforsk som färdiga ettåriga plantor hösten 2014. De tyska plantorna var betydligt större och kraftigare än övriga plantor. De litauiska klonerna (Hasp_Lit) grävdes upp från ett 1-årigt försök i landet och levererades våren 2015 i form av 80 cm långa barrotsplantor i vintervila.

Försöksdesign

Alla försöken utformades som helt randomiserade blockförsök där varje klon upprepades 1–3 gånger per block och där plantorna planterades slumpmässigt inom blocket. Varje block bestod av försöksytor med 100–120 plantor. Hybridasp- och poppelplantor blandades med varandra. Det ingick vanligtvis 4–8 plantor per klon och försök, men i enskilda fall varierade antalet mellan 1 och 13 plantor per klon och försök.

Tidigare mätningar

Av de tillgängliga tvåårs mätningarna användes höjd (H2) för skattning av genetiska korrelationer mellan variabler (r_G) och för skattning av genetiska korrelationer mellan samma egenskaper i olika försök (r_{GE}), det vill säga samspelet miljö x genetik (GxE).

Nya mätningar

Vid mätningen år 2020, efter sex tillväxtår i fält, registrerades totalhöjd (H6) och diameter (D6) i alla försök. I försök 1F_58 och 3F_60 mättes pilodyn på varje träd (PIL6).

Genetisk analys

Den genetiska analysen baserades på individuella trädobservationer enligt modellen:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + C_j + \varepsilon_{ijk}$$

där Y_{ijk} är observation k i yta P_i för klon C_j , μ är försöksmedelvärde och ε_{ijk} är slumpmässig felterm för observation ijk , $NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Både yt- och kloneffekt var slumpmässiga i analysen. Effekterna av yta togs bort från modellen vid konvergeringssvårigheter, det vill säga när modellen inte kunde skatta varianser. Beräkningar utfördes för höjd (H6), diameter (D6) och pilodyn (PIL6).

Heritabiliteten beräknades som:

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{(\sigma_G^2 + \sigma_\varepsilon^2)}$$

där σ_G^2 är additiv genotypisk varians för plusträd och σ_ε^2 är en miljövariens. Utifrån genotypisk varians beräknades genetisk variationskoefficient (CV_G):

$$CV_G = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{\bar{x}}$$

där \bar{x} är det aritmetiska medelvärdet.

Genotypiska korrelationer (r_G) mellan olika egenskaper i respektive försök skattades enligt formel:

$$r_G = \frac{\sigma_{G1G2}}{\sigma_{G1}\sigma_{G2}}$$

där σ_{G1G2} är genetisk kovarians mellan två egenskaper och $\sigma_{G1}\sigma_{G2}$ är produkten mellan genotypiska standardavvikelse av två variabler.

Genotypiska värden för plusträd skattades egenskapsvis med BLUP (Best Linear Unbiased Predictions). Värden som skattas anger plusträd förväntade genetiska värde när de används vid vegetativ förökning. BLUP-värden för H4 redovisas i relativa tal (%) i förhållande till medelvärdet av samtliga kloner i respektive försök. Ett genomsnittligt genotypvärde motsvarar 100 procent och det relativa värdet 110 anger att en specifik klon presterar 10 procent bättre än medelklonen.

Varianser skattades i mixed-modeller enligt REML (Restricted Maximum Likelihood) via programmet ASREML (Gilmour, m.fl. 2002). Grafisk presentation av resultaten gjordes

med hjälp av ggplot2 (Wickham, m.fl. 2022), ett bibliotek inom R-programmet (R Core Team 2016).

Resultat

Fenotypisk analys

Överlevnad

Överlevnaden hos planterade hybridasp var 82 procent medan den var 62 procent för popplar (Tabell 4). Medelvärdet påverkades markant av det nordligaste försöket (F6_65). Där var överlevnaden 60 procent för hybridasp och endast 14 procent för poppel. Överlevnaden hos poppel i försöket F2_60 var också under snittet, 38 procent. I de övriga fyra försöken var hybridaspens överlevnad över 80 procent.

Medelöverlevnaden inom försöken var ungefär likadan för alla hybridaspgrupper. I det nordligaste försöket hade dock bara 20 procent av plantorna från grupperna Hasp_Kom och Hasp_Ny_S överlevt (Tabell 5). De grupperna planterades i samtliga försök och det var en tendens att överlevnaden minskade med ökande latitud. I poppel observerades samma tendens i grupperna Popp_Kom och Popp_Ny_S som också var planterade på alla försökslokaler (Tabell 6).

För poppel varierade överlevnaden för grupper mellan försök mer än inom försök.

Höjd

I snitt var hybridasp 0,4 m högre än poppeln, det vill säga 4,2 m respektive 3,8 m. Skillnader inom hybridasp- och poppelförsöken samt grupperna följde samma mönster som för överlevnad, det vill säga minskande höjd med ökande latitud (Tabell 4, 5 och 6).

Diameter

Efter sex år i fält var hybridaspens diameter ca en cm större än poppelns. Hybridaspens diameter i det sydligaste försöket (F1_58) var sex cm. I samma försök var poppelns medeldiameter ungefär 50 procent av hybridaspens. Medeldiametern minskade med ökande latitud för både hybridasp och poppel, undantaget försöket F2_60.

Pilodyn

Det var inga skillnader i pilodynvärden för hybridasp mellan de två försök som mättes, medan poppel på den nordliga lokalen hade lägre pilodynvärden än i söder (Tabell 4).

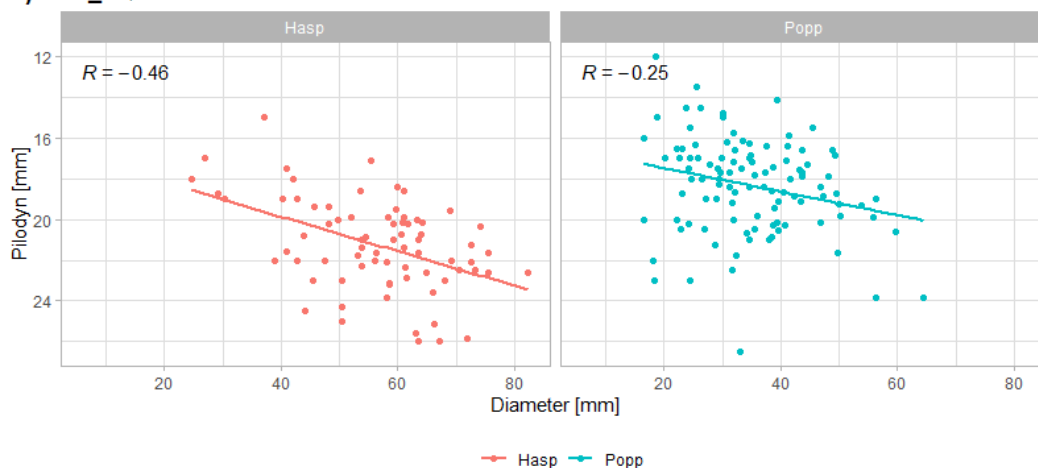
För hybridasp på klönnivå var pilodynvärdet måttligt negativt korrelerat (fenotypisk korrelation) med såväl diameter som höjd (Figur 2 och 3). Korrelationerna för poppel var låga i det sydsvenska försöket (F1_58) och det fanns ingen korrelation i det mellansvenska försöket (F3_62).

För enskilda träd var pilodynvärdet negativt och måttligt korrelerat med diameter och korrelationen var lika oavsett trädslag och försök, ca -0,40 (Figur 4). Korrelationer för höjd och pilodyn var lite lägre (presenteras inte).

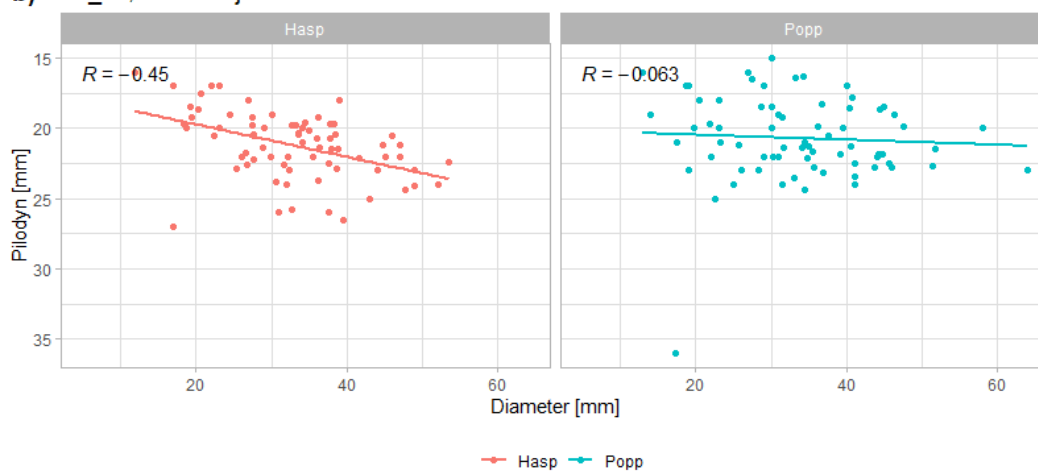
Tabell 4. Medelvärden (aritmetiskt medel) för fyra egenskaper fördelade på försök och trädslag.

FÖRSÖK	ÖVERLEVNAD, %			HÖJD, DM			DIAMETER, MM			PILODYN, MM		
	Hasp	Poppel	Alla	Hasp	Poppel	Alla	Hasp	Poppel	Alla	Hasp	Poppel	Alla
F1_58	98,2	94,4	96,6	68	45	57	57	34	46	21,4	18,5	20,0
F2_60	80,5	38,4	59,5	37	38	38	26	5	16			
F3_62	97,2	84,7	90,1	50	49	50	32	32	32	21,4	21	21,2
F4_64	83,4	80,9	82,1	28	35	32	15	22	19			
F5_65	60,2	13,9	37,0	29	22	26	20	13	17			
Mv	84,0	62,4	73,0	42,4	37,8	40,6	32,5	25	26	21,4	19,8	20,6

a) F1_58, S1451 Bollebo

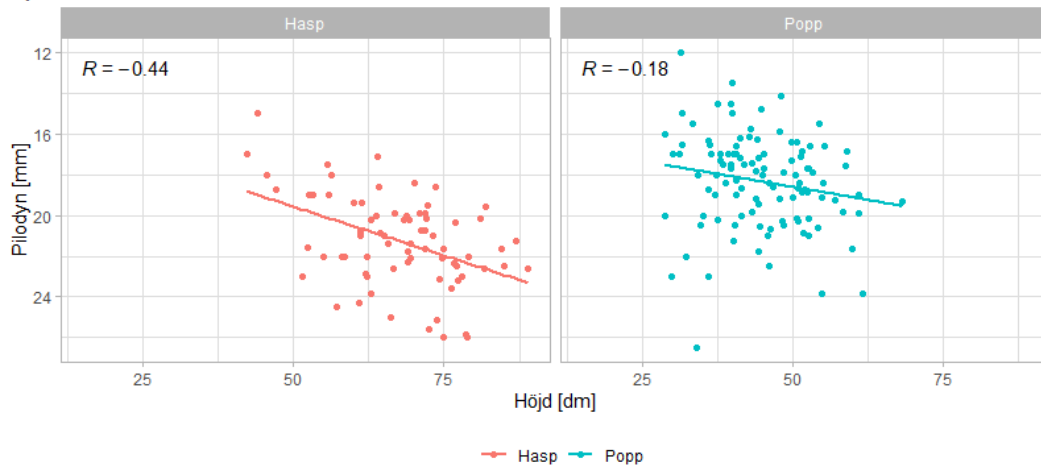


b) F3_62, S804 Maj

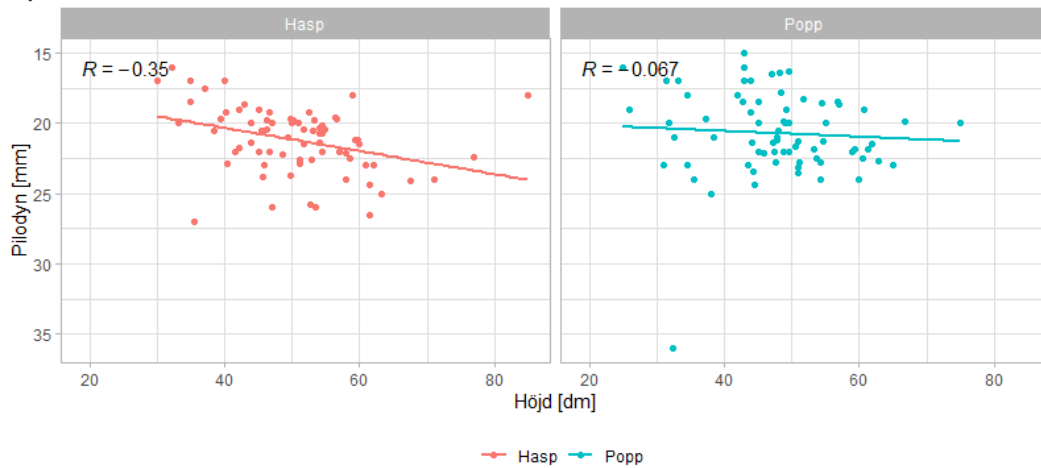


Figur 2. Samband mellan diameter och pilodynvärde för hybridasp och poppel i försöken S1451 och S804. Varje prick representerar ett medelvärde för en specifik klon inom försöken. Linjen visar ett linjärt samband mellan diameter och pilodyn och R är en korrelationskoefficient mellan variabler. Notera att y-axeln har omvänd skala.

a) F1_58, S1451 Bollebo

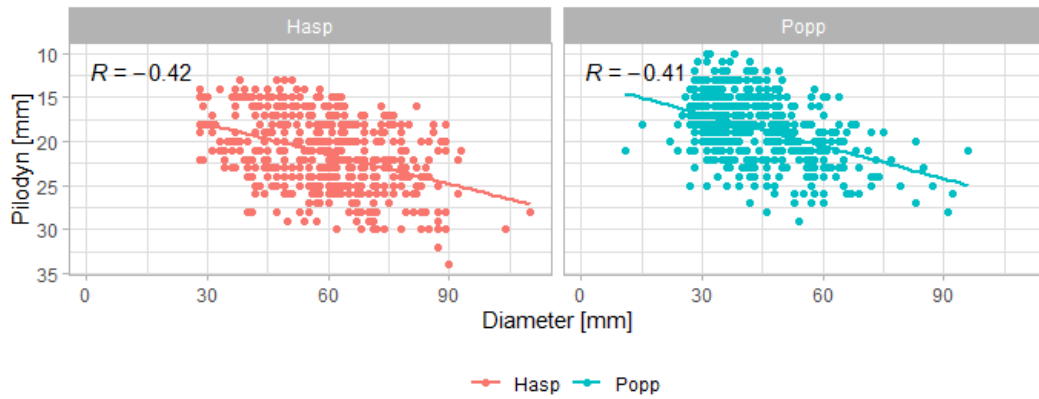


b) F3_62, S804 Maj

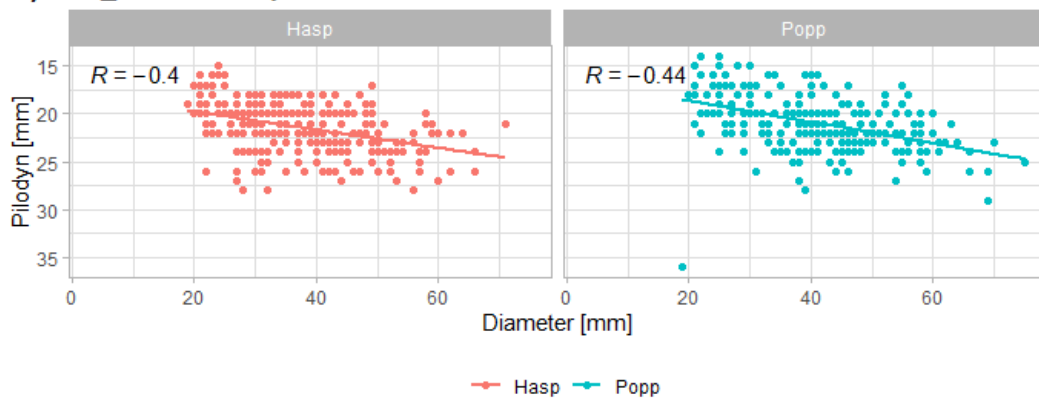


Figur 3. Samband mellan höjd och pilodynvärde för hybridasp och poppel i försöken S1451 och S804. Varje prick representerar ett medelvärde för en specifik klon inom försöken. Linjen visar ett linjärt samband mellan diameter och pilodyn och R är en korrelationskoefficient mellan variabler. Notera att y-axeln har omvänd skala.

a) F1_58, S1451 Bollebo



b) F3_62, S804 Maj



Figur 4. Samband mellan diameter och pilodynvärde för alla hybridaspår och popplar i försöken S1451 och S804. Varje prick representerar ett träd inom försöken. Linjen visar ett linjärt samband mellan diameter och pilodyn och R är en korrelationskoefficient mellan variabler. Notera att y-axeln har omvänd skala.

Tabell 5. Medelvärden (aritmetiskt medel) för fyra egenskaper fördelade på försök och materialgrupp av hybridasp vid sex års ålder. Mv är medelvärdet för respektive grupp.

	Övertlevnad, %				Höjd, dm				Diameter, mm				Pilödn, mm				M V			
	F1_5	F2_6	F3_6	F5_6	F1_5	F2_6	F3_6	F4_6	F5_6	F1_5	F2_6	F3_6	F4_6	F5_6	F1_5	F2_6		F3_6	F4_6	F5_6
	8	0	2	5	8	0	2	3	5	8	0	2	3	5	8	0		2	3	5
Hasp_Fin			97	93	71	87		29	26	35		30	16	18	21					
Hasp_Jämt			100	90	74	88		29	25	34		29	16	25	23					
Hasp_Kom	99	83	95	68	27	74		30	28	42		38	15	20	31					22
Hasp_Nv_N			100	92	80	91		27	32	35		31	15	27	24					
Hasp_Nv_S	99	80	86	67	24	71		27	28	43		37	13	19	31					22
Hasp_Lit	96					61									22					
Hasp_Old_N			100	80	83	88		25	25	31		26	13	19	19					20
Hasp_Kom_T	100	79				66		34		50		22			37					20
Hasp_Tv	98	80				90		40		58		28			46					20

Tabell 6. Medelvärden (aritmetiskt medel) för fyra egenskaper fördelade på försök och materialgrupp av poppel. Mv är medelvärdet för respektive grupp.

	Övertlevnad, %				Höjd, dm				Diameter, mm				Pilödn, mm				M V			
	F1_5	F2_6	F3_6	F5_6	F1_5	F2_6	F3_6	F4_6	F5_6	F1_5	F2_6	F3_6	F4_6	F5_6	F1_5	F2_6		F3_6	F4_6	F5_6
	8	0	2	5	8	0	2	3	5	8	0	2	3	5	8	0		2	3	5
Popp_Be	92	4				48	53	24		39	41	15			28	18				
Popp_Kom	100	48	78	41	2	54	53	26	21	34	45	16	29	17	8	23	19	19		19
Popp_Kom_Hö	92	5				49	37	21		29	24	7			16	18				
Popp_Kom_H	69					69	35			35	23				23	18				
Popp_Kom_Tv	100	22				61	46	25		36	39	12			26	19				
Popp_Lett	98	83				91	47	30		39	38	19			29	21				
Popp_Nv_S	99	72	77	74	1	65	44	24		32	33	13	32	32	3	23	19	21		20
Popp_SIT_C	100	75	100	89	0	73	48	27		42	37	15	44	25	30	20	21			21
Popp_SIT_N	93	73	100	100	62	86	36	23		35	27	10	40	29	18	25	22	23		22
Popp_USA	95	24				60	42	23		33	32	10			21	17				
Popp_Isl			88	95	30	71				36	26		33	25	16	25				
Popp_Nv_X			63	58	13	45				40	29	18	24	17	6	16				
Popp_Oldu_N			82	90	3	58				49	36	25	33	22	10	22				
Popp_Old_N			89	96	24	70				52	39	27	39	29	16	28				

Genetisk analys

Heritabilitet

I snitt var heritabiliteten högre för poppel än för hybridasp för alla variabler. För höjd varierade den mellan 0,21 och 0,34 för hybridasp och mellan 0,20 och 0,49 för poppel. Den genetiska variationskoefficienten för höjd varierade mellan 11 och 34 procent för hybridasp och mellan 11 och 38 procent för poppel (Tabell 7).

Heritabiliteten för diameter var lite lägre än heritabiliteten för höjd för båda trädslagen (Tabell 7). Den genetiska variationskoefficienten var större för diameter än för höjd för både hybridasp och poppel. I snitt var koefficienten 27 procent för hybridasp och 34 procent för poppel. I försöket F2_60 var koefficienten 70 procent.

Heritabiliteten för pilodynmåtningar var låg till måttlig för hybridasp men hög för poppel (Tabell 7). I snitt var heritabiliteten dubbelt så hög för poppel som för hybridasp. I synnerhet avvek heritabiliteten kraftigt för hybridasp i försöket F1_58, där den endast var 0,11. Ingen egenskap visade någon tendens till ökning eller minskning av genetiska parametrar med försökslatitud.

Tabell 7. Genetiska parametrar av höjd (H6), diameter (D6) och pilodyn (PIL6) vid sex års ålder för hybridasp och poppel i olika försök där "N_obs" är totalt antal observationer, "N_klon" är antal olika kloner, "N_Mv" är genomsnittligt antal observationer per klon, "Mv" är aritmetiskt medelvärde, "H2" är heritabilitet, "s.e." är medelfel för heritabilitetsskattningen och "CVG" är genetisk variationskoefficient i %.

FÖRSÖK	HYBRIDASP							POPPEL						
	N_obs	N_Klon	N_Mv	Mv	H2	Se	CV _G	N_obs	N_Klon	N_Mv	Mv	H2	Se	CV _G
H6 (dm)														
F1_58	507	74	6,9	67	0,34	0,5	19	827	113	7,3	44	0,49	0,04	18
F2_60	421	56	7,5	37	0,21	0,06	34	902	114	7,9	25	0,20	0,06	11
F3_62	363	78	4,7	50	0,35	0,06	16	327	80	4,1	46	0,40	0,07	15
F4_64	337	73	4,6	28	0,22	0,06	15	279	67	4,2	34	0,32	0,08	15
F5_65	236	68	3,5	28	0,32	0,08	11	55	22	2,5	23	0,24	0,17	38
Mv					0,29		19					33		19
D6 (mm)														
F1_58	505	74	6,8	56	0,41	0,5	20	821	112	7,3	34	0,49	0,04	28
F2_60	421	56	7,5	21	0,18	0,6	38	903	114	7,9	5	0,24	0,07	70
F3_62	363	78	4,7	32	0,34	0,6	25	328	80	4,1	32	0,37	0,07	23
F4_64	336	73	4,6	15	0,17	0,06	23	279	68	4,1	22	0,26	0,07	23
F5_65	224	68	3,3	20	0,22	0,09	27	54	21	2,6	13	0,12	0,15	25
Mv					0,26		27					30		34
PIL6 (mm)														
F1_58	479	73	6,6	21,2	0,11	0,04	6	538	107	5,0	18,3	0,51	0,5	11
F3_62	280	73	3,8	21,2	0,39	0,07	7	261	71	3,7	20,7	0,68	0,06	7
Mv					0,25		7					0,60		9

Korrelationer mellan egenskaper

Genetiska korrelationer mellan höjd och diameter vid två och sex års ålder var intermediära för hybridasp men var lite lägre i försöket F3_62 (Tabell 8). Korrelationerna var ungefär likadana för poppel förutom i det sydliga försöket F1_58 där de var låga (Tabell 8). Korrelation mellan tidigt mätt höjd och pilodyn varierade mer än för senare mätt höjd (Tabell 8).

Korrelationer mellan höjd och diameter vid sex års ålder var starka och ca 0,90 för båda trädslagen. Korrelationer mellan tillväxtegenskaper och pilodyn var ungefär lika för höjd och diameter på en måttlig nivå av ca 0,5.

Tabell 8. Genetiska korrelationer mellan höjd (H), diameter (D) och pilodyn (PIL) vid två (2) och sex (6) års ålder inom respektive trädslag och försök.

EGENSKAP 1	EGENSKAP 2/FÖRSÖK	HYBRIDASP					POPPEL				
		F1_58	F2_60	F3_62	F4_64	F5_65	F1_58	F2_60	F3_62	F4_64	F5_65
H2	H6	0,67	NC*	0,41	0,68	0,82	0,02	NC	0,76	0,68	0,56
H2	D6	0,71	0,67	0,50	0,62	0,90	0,03	0,76	0,80	0,62	NC
H2	P6	0,57	NA*	-0,05	NA	NA	-0,47	NA	0,18	NA	NA
H 6	D6	0,94	0,88	0,93	0,97	0,86	0,94	0,91	0,90	0,98	NC
H 6	P6	0,52	NA	0,61	NA	NA	0,53	NA	0,06	NA	NA
D 6	P6	0,62	NA	0,55	NA	NA	0,60	NA	-0,11	NA	NA

*NC – modellen har inte konvergerat med tillgängliga data.

**NA – modellen har inte körts p.g.a. brist på data, d.v.s. otillräckligt antal mätningar p.g.a. avgångar.

Korrelationer mellan försök (GxE)

Korrelationer för höjd och diameter var starka mellan olika försökspar (Tabell 9). Det fanns inga tydliga skillnader mellan sydsvenska och nordliga försök och mellan trädslag. I nordliga försök var korrelationerna lite lägre.

Tabell 9. Genetiska korrelationer mellan försök för höjd (H6) och diameter (D6) vid sex års ålder inom respektive trädslag för försöken i södra och norra Sverige.

Egenskap	HYBRIDASP				POPPEL	
	H6		D6		H6	D6
Södra Sverige						
	F1_58		F1_58		F1_58	F1_58
F2_60	0,82 (0,09)		0,78 (0,11)		0,71 (0,11)	0,83 (0,08)
Norra Sverige						
	F3_60	F4_64	F3_60	F4_64	F3_60	F3_60
F4_64	0,88 (0,08)		0,77 (0,12)		0,60 (0,12)	0,72 (0,12)
F5_65	0,65 (0,13)	0,53 (0,16)	0,72 (0,20)	0,67 (0,23)		

Genotypskattningar

Fullständiga resultat presenteras i Bilaga 1 för hybridasp och i Bilaga 2 för poppel. Bilagorna 3 och 4 innehåller figurer för att visualisera klonmedelvärden över serier då klonerna upprepades i flera försök samt medelvärde inom respektive försök och grupp.

Genotypskattningar för individuella klonvärden (Bilagor) visade att enskilda hybridaspkloner kunde växa upp till 46 procent över snitthöjden och upp till 55 procent över snittdiametern i ett specifikt försök. Det fanns ett flertal kloner som växte ca 20 procent över snittet. Enkel Pearson-korrelation mellan genotypskattningar för höjd och diameter var stark, $R = 0,88$. Det relativa pilodynvärdet var som mest 15 procent över snittet och dess korrelation med genotypvärdet för diameter var 0,41. För poppel var högsta värdet 36 och 77 procent högre än snittet för höjd respektive diameter och korrelationen var 0,90 mellan de båda egenskaperna. Korrelationen mellan poppelns relativa värden för pilodyn och diameter var 0,29.

I övrigt var det större variation i genotypvärden inom respektive grupp än mellan grupperna för både hybridasp och poppel. I varje grupp fanns det välväxande kloner som kan vara intressanta att välja och testa vidare i nya försök.

Diskussion

Fenotyp

Efter sex år i fält hade hybridaspn högre överlevnad än poppel. I detta avseende urskiljer sig försöken F2_60 och F5_65, där poppel hade extremt låg överlevnad.

Försök F2_60 planterades på en lokal som bedömdes vara frostlänt och där frost även kan förekomma under vegetationsperioden. I det försöket var mortaliteten bland hybridasp ca 20 procent och bland poppel 62 procent. I samma försök var höjd och diameterutveckling av båda trädslagen nedsatt jämfört med det nordliga försöket F3_62. Resultaten indikerar att hybridasp kan användas på frostlänta lokaler med försiktighet och att samspel mellan frost och hybridasp borde studeras ännu noggrannare. Däremot bör specifika poppelgrupper och -kloner undvikas eftersom de uppvisade låg överlevnad. Kloner med extremt lång nordförflyttning (Popp_Bel, Popp_Kom_Hol, Popp_Kom_Ty) kom från södra Europa och tålde inte klimatet på latitud 60° N. Den dåliga överlevnaden inom nämnda grupper påverkade medelvärdet för poppel inom försöken. Resultaten från andra grupper i försöken visade att överlevnaden låg på ca 70 procent, vilket kan betraktas som tillfredställande. Den högre överlevnaden bland de grupperna påverkade däremot inte höjd- och diameterutvecklingen positivt.

Negativa effekter av långa nordförflyttningar var också tydliga för hybridasp i grupperna Hasp_Kom och Hasp_Ny_S på latitud 65° N (försök 5F_65). Båda grupperna innehåller kloner som idag rekommenderas för södra Sverige men som är dåligt anpassade till ett nordligt klimat. Melchior & Seitz (1966) konstaterade att mortaliteten hos hybridasp inte påverkas av genotyp, vilket står i kontrast till resultaten från denna och andra studier i Sverige. Olikheter mellan studier kan förklaras av mängden testat material och dess genetiska diversitet, vilka var betydligt större i denna och andra svenska studier. Stener och Westin (2017) och Stener och Karlsson (2004) påvisade en liten genetisk effekt på

överlevnad hos hybridasp och poppel i en liknande försöksserie. Ilstedt och Gullberg (1993) visade skillnader i överlevnad mellan olika genotyper av hybridasp, men konstaterade att skillnaderna kan bero på sjukdomar och älgskador, vilket inte var fallet i nuvarande studie, där alla försök stängslades och inga sjukdomar noterades vid mätning.

Tidigare studier har indikerat att poppel är mer klimatkänslig än hybridasp (Nielsen, m.fl. 2014, Stener & Westin 2017) och det bekräftas i denna studie. Däremot ser man också att det finns poppelgrupper och kloner inom grupper som klarat sig bra under kärva klimatförhållanden. Den informationen kan användas för ett urval av hybridasp- och poppelkloner för framtida tester innan implementering till praktiska odlingar.

Markens surhet är en annan känd faktor som begränsar poppelns tillväxt (Böhlenius, m.fl. 2018) och som kan ha påverkat poppelns mortalitet i de analyserade försöken. Markens surhet registrerades inte före plantering eftersom alla försök planterades på jordbruksmark som brukar ha ett högre pH-värde än skogsmark. Mortalitet på grund av lågt pH kunde inte påvisas i denna studie utan det var snarare latitudförflyttningar som orsakade avgångar. Vid plantering på marginella jordbruksmarker borde dock pH undersökas eftersom sådana marker kan ha ett lågt pH trots att de tidigare använts för jordbruksproduktion (Böhlenius m.fl. 2018).

Det fanns ett påvisbart negativt fenotypiskt samband mellan höjd/diameter och densitet mätt genom pilodyn för hybridasp. Pilodyn är ett indirekt mått på veddensitet och ett negativt samband indikerar minskad densitet med ökande diameter. Det kan vara viktigt att ta hänsyn till detta när ett urval baserat på tillväxtegenskaper utförs, det vill säga ett urval på bara diameter ökar volymproduktionen men kan samtidigt minska biomassaproduktionen. Däremot är det viktigt att påpeka att det kan vara svårt att förbättra pilodynvärdet genom förädling eftersom den genetiska variationen som skapar förutsättningar för egenskapsförbättring var litet för pilodyn. Det fanns inga kloner som kopplade stora dimensioner med höga densitetsvärden skattade med pilodyn, vilket kunnat indikera möjligheter till förbättring av biomassaproduktion. Det fanns inte heller någon liknande korrelation för poppel, vilket visar att klonerna hade pilodynvärden som inte påverkas av trädens dimension.

Ilstedt och Gullberg (1993) konstaterade att det inte fanns någon tendens till att hybridasp med höga volymer hade lägre veddensitet, vilket motsäger resultaten från denna studie. Pilodyn som användes i denna studie är dock en icke-direkt mätning av veddensitet som brukar korrelera väl (Jones 2022, Jones, m.fl. 2021). För björk i södra Sverige visade Jones m.fl. (2021) låga korrelationer mellan diameter och pilodyn, vilket påminner om korrelationerna för poppel i denna studie.

Genetik

Den genetiska analysen bekräftar tidigare resultat om måttlig genetisk kontroll och en stor genetisk variation för höjd och diameter hos hybridasp och poppel (Stener & Westin 2017, Stener & Westin 2018a, 2018b, Ilstedt & Gullberg 1993). Heritabiliteten är ett mått på genetisk kontroll medan genetisk variation visar möjligheter att uppnå en hög urvalsdifferential, det vill säga skillnaden mellan medelvärde av utvalt material och allt material. Båda faktorerna påverkar de genetiska vinsterna vilka ökar med ökande heritabilitet och genetisk variation. Heritabilitet för höjd och diameter var i snitt samma som visats i andra studier men heritabiliteten varierade mellan försök. Stener och Westin (2017) visade att heritabiliteten för höjd vid sex års ålder varierade mellan 0,12 och 0,38 i

13 försök med hybridasp och poppel i Sverige och Danmark. Ilstedt och Gullberg (1993) rapporterade heritabiliteten till mellan 0,2 och 0,3 för höjd och diameter i hybridaspförsök med fröplantor av 37 familjer.

Heritabiliteten för pilodyn var stark men det fanns liten genetisk variation i egenskapen vilket gör att det blir svårt att förändra egenskapen genom förädling, det vill säga välja träd som har hög veddensitet om bara densitet ska prioriteras vid urval. Att den genetiska variationen i pilodynmätning är liten är ett välkänt resultat för både barr- och lövträdslag som förädlas i Sverige (Chen, m.fl. 2015, Jones 2022).

De genetiska korrelationerna (r_G) mellan höjd efter två år och tillväxtegenskaper efter sex år var starka för båda trädslagen. Det indikerar att båda egenskaperna är starkt genetiskt kopplade och att en tidig höjdmätning ger en bra indikation på klonernas tillväxt i ett senare skede. En tidig indikation på produktionspotentialen är viktig vid begränsade resurser för förädling eller vid tidspress där förädling kan godta resultat med större osäkerhet. Däremot borde nya mätningar utföras när bestånden uppnår ca 50 procent av omloppstidstiden vilken är omkring 25 år (Stener & Westin 2017). Vid ca 12 års ålder blir diameterbedömningen säkrare och kan ge bättre resultat än den relativt tidiga diametermätningen i denna studie. Efter 12 års utvärdering kan slutsatser dras om lämpligheten av tidiga mätningar via utvärdering av hybridasp- och poppelförsök.

De genetiska korrelationerna (r_G) mellan höjd och diameter vid sex års ålder var stora även om diametrarna var små förutom i det sydligaste försöket. För andra trädslag brukar höjd- och diametermätning ske senare när snittdiametern är mellan 7 och 10 cm (Chen, m.fl. 2015). Höga korrelationer mellan höjd och diameter indikerar att man kan välja en av dem för att genomföra utvärdering och urval av de bästa genotyperna. Urval av variabel måste dock bestämmas i förhållande till beståndsutveckling.

De genetiska korrelationerna mellan tillväxtegenskaper och pilodyn vid mätning år sex var starka för både hybridasp och poppel, vilket visar en stark genetisk koppling mellan egenskaper även om korrelationen i det nordligaste försöket var låg för poppel. En stark genetisk korrelation indikerar i detta fall att ett urval som baseras på bara tillväxtegenskaper leder till minskning av veddensitet.

Korrelationerna mellan försöken (r_{GE}) var starka och indikerar inget specifikt samspel mellan miljö och genetik för något av trädslagen. Korrelationsskattningarna delades in i två grupper, södra och norra Sverige, eftersom det var specifika kloner som planterades på de olika lokalerna och därmed var den genotypiska kopplingen mellan försöken i norra och södra Sverige liten. Starka korrelationer mellan försöken i södra (<60° N) respektive norra Sverige (>60° N) indikerar att två användningsområden kan skapas och omfatta de två regionerna. Användningsområde norr borde granskas vidare eftersom det omfattar ett stort område med ett fåtal försök och med resultat som indikerar att vissa kloner kan vara lämpliga på sydliga lokaler i området. De absoluta resultaten är i enlighet med tidigare studier av hybridasp i Sverige och Danmark där inga GxE-effekter konstaterades (Nielsen, m.fl. 2014, Stener & Westin 2017). Studier i Finland indikerade GxE-effekter för hybridaspkloner eftersom rankingen av kloner ändrades mellan lokaler. Däremot var GxE-korrelationerna mellan två lokaler på jordbruksmark ganska höga för både höjd och diameter vid fyra års ålder (Yu & Pulkkinen 2003). Pliura, m.fl. (2014) redovisade en stark GxE-effekt mellan två klontester med poppel i Litauen.

Urval

I kolumnen ”urv” i bilagorna 1 och 2 framgår vilka kloner i serien som är registrerade i rikslängden (riks) och vilka som ser lovande ut efter mätningen i denna serie (kand). Det fanns 26 hybridaspkloner registrerade i längden (Skogsstyrelsen 2022) och samtliga ingick i serien. I fortsättningen används medelvärden från BLUPs som skattades för diameter vid sex års ålder (D6).

Medelvärdet av relativ BLUP för rikslängden registrerade kloner var 102 procent och varierade mellan 88 och 117 procent. Nio av kandidatklonerna hade medelvärdet 121 procent och varierade mellan 115 och 143 procent. Fyra kloner testades i sydliga försök (<60°N) och hade ett medelvärde på 122 procent. Fem kloner testades i nordliga försök och hade medelvärdet 121 procent. Klon S21K0940203 fick betydligt större BLUP-skattning för diameter vid sex års ålder, 143 procent.

För poppel finns det bara tre kloner som idag rekommenderas för användning i södra Sverige. Efter mätningarna finns det 26 intressanta kloner som inte var kända förut. Snitt-BLUP-värdet för registrerade kloner var 128 procent. Klonen S21K82601 (jättepoppel) låg 58 procent över snittet och klonen S21K0940061 låg 18 procent över. Det syntes en tydlig minskning av BLUP-värde för dessa kloner med ökande latitud eftersom klonerna rekommenderats för södra Sverige. De 26 nya kandidaterna av poppelkloner hade ett BLUP-värde på i snitt 129 procent med ett spann på mellan 116 och 157 procent.

Framtiden

Nya kandidatkloner bör framför allt följas vidare i försöken och mätas. Dessutom bör de tilldelas specificerade användningsområden och testas i mer omfattande klontester för att studera deras produktionspotential. De mest lovande klonerna borde testas under monoklonala förhållanden, då monoklonala odlingar kan vara aktuella i framtiden. En blandning av olika kloner bör kunna säkerställa ett bestånds produktivitet och minska effekten av eventuella felval av kloner. Intressanta poppelkloner bör testas för resistens mot bladrost och bakteriekräfta. Urvalet av kloner kan bekräftas efter slutmätningen som sannolikt sker hösten 2026.

Referenser

- Böhlenius, H., Asp, H. & Hjelm, K. 2018. Differences in Al sensitivity affect establishment of Populus genotypes on acidic forest land. *Plos one*, **13** (9).
- Chen, Z.-Q., Karlsson, B., Lundqvist, S.-O., García Gil, M.R., Olsson, L. & Wu, H.X. 2015. Estimating solid wood properties using Pilodyn and acoustic velocity on standing trees of Norway spruce. *Annals of Forest Science*, **72** (4), 499-508.
- Fahlvik, N. & Böhlenius, H. 2022. Hybridasp och poppel planterad på skogsmark efter stormen Gudrun. Arbetsrapport 1114. . Uppsala.
- Fahlvik, N., Rytter, L. & Stener, L.-G. 2021. Production of hybrid aspen on agricultural land during one rotation in southern Sweden. *Journal of Forestry Research*, **32** (1), 181-189.
- Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Welham, S. & Thompson, R. 2002. ASReml user guide release 1.0.
- Ilstedt, B. & Gullberg, U. 1993. Genetic variation in a 26 - year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **8** (1-4), 185-192.
- Jones, G. 2022. *Birch Stem and Wood Traits in Genetic and Silviculture Trials in Southern Sweden*, Linnaeus University Press.
- Jones, G., Liziniewicz, M., Adamopoulos, S. & Lindeberg, J. 2021. Genetic Parameters of Stem and Wood Traits in Full-Sib Silver Birch Families. *Forests*, **12** (2), 159.
- Melchior, G.H. & Seitz, F. 1966. Einige Ergebnisse bei Testanbauten mit Aspenhybriden. 1. Kreuzung des Jahres 1951. *Silvae Genetica* (15), 127-133. .
- Nielsen, U.B., Madsen, P., Hansen, J.K., Nord-Larsen, T. & Nielsen, A.T. 2014. Production potential of 36 poplar clones grown at medium length rotation in Denmark. *Biomass and Bioenergy*, **64**, 99-109.
- Pliura, A., Suchockas, V., Sarsekova, D. & Gudynaitė, V. 2014. Genotypic variation and heritability of growth and adaptive traits, and adaptation of young poplar hybrids at northern margins of natural distribution of Populus nigra in Europe. *Biomass and Bioenergy*, **70**, 513-529.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, R Core Team Vienna, Austria.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **29** (8), 747-756.
- Skogsstyrelsen. 2022. Rikslängden och National List. Klon 2019-03-25. <https://www.skogsstyrelsen.se/lag-och-tillsyn/skogsodlingsmaterial/regelverk-skogsodlingsmaterial/frokallor-och-kategorier/>.

- Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Arbetsrapport nr 571. Uppsala, p. 27.
- Stener, L.-G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök. Arbetsrapport nr 717. Uppsala.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics*, **11** (1), 13-24.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2015. Resistens av poppel. Slutrapport 2015 av Energimyndighetens projekt 35136-1.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2017. Early growth and phenology of hybrid aspen and poplar in clonal field tests in Scandinavia. *Silva Fennica*, **51** (3).
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2018. Resultat efter sju års tillväxt i tio fältförsök med hybridasp och poppel. Arbetsrapport 988-2018. Uppsala.
- Stener, L.-G. & Westin, J. 2018. Resultat från klontester av hybridasp och poppel efter två års tillväxt. Arbetsrapport 979-2018. Skogforsk. Uppsala.
- SweTree, T. 2022. SweTree Technologies. Poplar Elite Clones - Snow Tiger®. <https://swetree.com/poplar-elite-clones-snow-tiger>.
- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T., Takahashi, K. & Wilke, C. 2022. ggplot2: create elegant data visualisations using the grammar of graphics [2022-12-20].
- Yu, Q. & Pulkkinen, P. 2003. Genotype–environment interaction and stability in growth of aspen hybrid clones. *Forest Ecology and Management*, **173** (1-3), 25-35.

Bilaga 1-4

Bilaga 1 Hybridasp

Tabell 1. Hybridaspklonernas relativa genotypvärden (BLUP) för höjd (H), diameter (D) och pilodyn (P) efter sex (6) år i fält. Samtliga värden anges i relation till försöksmedelvärdet. Ju högre värde desto bättre är klonen. I kolumnen "urv" betyder riks – kloner som registrerats i rikslängden, kand – kandidatkloner och kräfta – kloner som är känsliga mot kräftskador. MV indikerar medelvärde, MV_Alla är medelvärde av BLUP för diameter över alla försök.

Klon-nummer	Grupp	Urv	H6					D6					P6		
			F1_58	F2_60	F3_62	F4_64	F5_65	F1_58	F2_60	F3_62	F4_64	F5_65	MV_Alla	F1_58	F3_62
S21K0940203	Hasp_Fin	Kand			147	132	128			155	143	130	143		104
S21K0940206	Hasp_Fin				105	113	93			102	122	81	102		116
S21K0940219	Hasp_Fin				84	97	95			70	97	85	84		91
S23K1540662	Hasp_Fin				112	104	98			107	108	101	105		93
S23K1540663	Hasp_Fin				79	77	86			69	66	76	70		109
S23K1540664	Hasp_Fin				94	99	102			90	92	94	92		97
S23K1540665	Hasp_Fin				106	112	84			90	116	88	98		94
S23K1540666	Hasp_Fin				106	91	96			102	88	105	98		96
S23K1540667	Hasp_Fin				75	81	73			72	81	77	77		93
S23K1540668	Hasp_Fin				84	96	82			85	103	74	87		103
S23K0940514	Hasp_Jämt				108	101	106			109	95	117	107		100
S23K1240609	Hasp_Jämt				104					116			116		99
S23K1240610	Hasp_Jämt				90	104	115			90	110	116	105		93
S23K1240611	Hasp_Jämt				126					95			95		93
S23K1240612	Hasp_Jämt				102	100				102	99		101		100
S23K1240613	Hasp_Jämt				103	106	91			109	113	84	102		111
S23K1240614	Hasp_Jämt				108					118			118		101
S23K1240615	Hasp_Jämt				101	89	76			97	79	86	87		99
S23K1240616	Hasp_Jämt				106	104	97			121	112	101	111		103
S23K1240617	Hasp_Jämt	Kand			115	112	116			122	113	110	115		104
S23K1240618	Hasp_Jämt				104	114	113			106	125	103	111		99
S23K1340628	Hasp_Jämt				94	93	105			96	86	103	95		96
S23K1340630	Hasp_Jämt				82		97			64		101	83		
S23K1340632	Hasp_Jämt				106	99				100	97		99		104
S23K1340633	Hasp_Jämt				95	103	93			111	102	119	111		91
S23K1340634	Hasp_Jämt				107	110	105			108	106	103	106		94

S23K13 40635	Hasp_J ämt				105	93	114			123	91	123	112		99
S23K13 40637	Hasp_J ämt				95	99	95			90	100	89	93		95
S23K13 40638	Hasp_J ämt				87	117	96			87	117	86	97		100
S23K13 40639	Hasp_J ämt	Ka nd			103	99	142			116	96	143	118		95
S23K13 40641	Hasp_J ämt				81	90	107			76	89	105	90		96
S23K13 40642	Hasp_J ämt				94	90	93			101	101	94	99		106
S23K13 40646	Hasp_J ämt				83	85	100			70	79	98	82		93
S23K13 40648	Hasp_J ämt	Ka nd			107	115	121			105	114	124	114		95
S23K13 40649	Hasp_J ämt				109	111	107			104	119	104	109		98
S23K13 40650	Hasp_J ämt				108	107	106			111	114	105	110		101
S23K13 40651	Hasp_J ämt				103	109	91			87	108	91	95		106
S23K13 40652	Hasp_J ämt				90	97	99			83	95	123	100		
S23K13 40655	Hasp_J ämt				89	108	116			88	112	128	109		103
S23K13 40656	Hasp_J ämt				112		105			110		96	103		101
S23K13 40657	Hasp_J ämt				69	85	94			55	81	100	79		
S23K13 40658	Hasp_J ämt				70	83	77			49	68	61	59		88
S23K13 40659	Hasp_J ämt				105	98	117			100	111	109	107		104
S23K13 40660	Hasp_J ämt				99	100	130			91	99	131	107		105
S23K13 40661	Hasp_J ämt					98					103		103		
S21K83 40001	Hasp_K om	Rik s	120	102				126	107				117	101	
S21K84 40011	Hasp_K om	Rik s krä fta	92	96				85	91				88	96	
S21K85 406	Hasp_K om	Rik s	117	121	89	98		118	115	83	97		103	97	92
S21K85 452	Hasp_K om	Rik s	102	99	115	115	78	96	97	113	116	86	102	101	104
S21K86 4009	Hasp_K om	Rik s	83	97	104	93	102	79	98	117	87	100	96	100	101
S21K86 4010	Hasp_K om	Rik s	91	104	91	98	101	92	107	92	92	89	94	106	100
S21K86 4012	Hasp_K om	Rik s	96	105	116	94	99	98	114	135	91	96	107	99	101
S21K86 4015	Hasp_K om	Rik s	93	102	102	95	76	100	115	117	95	86	103	101	104
S21K86 4016	Hasp_K om	Rik s	86	93	95	87	91	82	92	95	85	87	88	101	104
S21K88 4002	Hasp_K om	Rik s	96	95	112	93	98	96	92	114	88	89	96	94	94
S21K88 4012	Hasp_K om	Rik s	102	101	121	107	116	102	97	141	107	112	112	102	112
S21K88 4015	Hasp_K om	Rik s	113	95	101	116	69	118	93	104	120	83	104	104	96
S21K88 4045	Hasp_K om	krä fta	93	93	99	91		108	105	110	85		102	103	106
S21K88 4056	Hasp_K om		100	92				94	93				94	97	
S21K89 4012	Hasp_K om	Rik s	114	107	132	133	127	122	107	146	144	121	128	110	112
S21K14 40449	Hasp_K om_Ty		105	108				100	96				98	100	
S21K14 40450	Hasp_K om_Ty		105	105				106	104				105	98	

S21K14 40451	Hasp_K om_Ty		98	106				97	106				102	10 0	
S21K14 40452	Hasp_K om_Ty		101	100				97	96				97	102	
S21K14 40453	Hasp_K om_Ty		86	80				80	93				87	93	
S21K14 40454	Hasp_K om_Ty		86	79				78	64				71	95	
S21K14 40455	Hasp_K om_Ty		103	89				106	83				95	94	
S21K154 0600	Hasp_Li t	Ka nd	109					121					121	102	
S21K154 0601	Hasp_Li t		110					104					104	103	
S21K154 0602	Hasp_Li t		101					91					91	99	
S21K154 0603	Hasp_Li t		88					82					82	95	
S21K154 0604	Hasp_Li t		92					90					90	97	
S21K154 0605	Hasp_Li t		85					82					82	96	
S21K154 0606	Hasp_Li t		111					112					112	107	
S21K154 0607	Hasp_Li t		109					110					110	103	
S21K154 0608	Hasp_Li t		73					63					63	95	
S21K154 0609	Hasp_Li t		76					61					61	98	
S21K154 0610	Hasp_Li t		78					68					68	97	
S21K154 0611	Hasp_Li t		83					88					88	103	
S21K154 0612	Hasp_Li t		89					85					85	105	
S21K154 0613	Hasp_Li t		105					107					107	106	
S21K154 0614	Hasp_Li t		99					93					93	106	
S21K154 0615	Hasp_Li t		94					91					91	102	
S21K154 0616	Hasp_Li t		74					58					58		
S21K154 0617	Hasp_Li t		10 8					111					111	10 8	
S21K154 0618	Hasp_Li t		84					68					68	97	
S23K89 40004	Hasp_N y_N	Ka nd			93	110	115			101	119	124	115		104
S23K89 40006	Hasp_N y_N				101	98	98			114	102	91	102		95
S23K89 40007	Hasp_N y_N				100	107	98			104	116	86	102		102
S23K89 40013	Hasp_N y_N				107	94	107			113	95	124	111		99
S23K89 40016	Hasp_N y_N					94					91		91		
S23K89 40017	Hasp_N y_N				90	92	101			73	84	113	90		92
S21K83 40002	Hasp_N y_S	Rik s	118	121	93	102	107	127	122	91	98	102	108	103	93
S21K84 40001	Hasp_N y_S			101					101				101		
S21K84 40002	Hasp_N y_S	Rik s	99	93	99	92		112	93	99	88		98	103	110
S21K84 40003	Hasp_N y_S		92	92				86	94				90	101	
S21K84 40009	Hasp_N y_S	Rik s	101	89				105	84				95	98	
S21K86 4004	Hasp_N y_S		102	96				104	102				103	98	

S21K86 4011	Hasp_N y_S	Rik s	94	99				107	102				105	98	
S21K86 4045	Hasp_N y_S	Rik s	94	100	94	99	82	102	101	97	99	87	97	105	109
S21K87 4011	Hasp_N y_S	Rik s	106	105	108		111	106	101	108		106	105	97	96
S21K87 4024	Hasp_N y_S		108	98				113	95				104	108	
S21K87 4038	Hasp_N y_S		97	98				110	101				106	99	
S21K88 4017	Hasp_N y_S	Rik s	111	91	93			107	82	86			92	102	
S21K88 4042	Hasp_N y_S	Rik s	108	101	115	99	95	110	108	124	86	91	104	100	104
S21K88 4055	Hasp_N y_S	Rik s	89	106				88	106				97	101	
S21K89 4007	Hasp_N y_S	Rik s	108	100		100		122	110		96		109	101	
S21K89 4015	Hasp_N y_S		96	90				91	92				92	97	
S21K89 4058	Hasp_N y_S	Rik s	92	98				83	98				91	99	
S21K89 4064	Hasp_N y_S	Rik s	122	105	117	107	110	122	110	131	105	102	114	100	100
S21K89 4066	Hasp_N y_S	Rik s	93	98	116	102		97	104	122	104		107	99	108
S23K09 40485	Hasp_O ld_N				84	98	102			79	100	97	92		90
S23K09 40486	Hasp_O ld_N						104					100	100		
S23K09 40487	Hasp_O ld_N					96					94		94		
S23K09 40488	Hasp_O ld_N				77	84	88			73	79	96	83		98
S23K09 40489	Hasp_O ld_N				81	90	93			74	91	92	86		94
S23K09 40490	Hasp_O ld_N				108	108	100			113	115	100	109		103
S23K09 40491	Hasp_O ld_N				112	105	91			112	104	85	100		112
S23K09 40492	Hasp_O ld_N				93		93			93		89	91		
S23K09 40493	Hasp_O ld_N				98					98			98		98
S23K09 40496	Hasp_O ld_N				95	85	95			89	85	105	93		97
S23K09 40497	Hasp_O ld_N				98	93	94			86	93	96	92		100
S21K09 40250	Hasp_T y		105	102				103	101				102	97	
S21K09 40251	Hasp_T y		104	100				107	95				101	97	
S21K09 40252	Hasp_T y		105	92				105	85				95	96	
S21K09 40253	Hasp_T y		107	103				107	98				103	95	
S21K09 40254	Hasp_T y		103	95				107	100				104	100	
S21K09 40255	Hasp_T y		114	103				118	96				107	101	
S21K09 40257	Hasp_T y		89	97				87	99				93	97	
S21K09 40258	Hasp_T y	Ka nd	121	120				120	118				119	102	
S21K09 40259	Hasp_T y		108	105				103	97				100	104	
S21K09 40260	Hasp_T y		107	104				104	103				104	99	
S21K09 40261	Hasp_T y		105	104				111	112				112	99	
S21K10 40280	Hasp_T y	Ka nd	125	112				135	115				125	102	

S21K10 40281	Hasp_T y		116	108				111	111				111	97	
S21K10 40282	Hasp_T y		95	90				99	85				92	92	
S21K10 40283	Hasp_T y	Ka nd	111	109				124	118				121	98	
Mv_Kand (9)*			117	114	113	114	125	125	117	120	117	126	121	101	100
Mv_Riks (26)			102	101	106	102	97	104	102	111	100	93	102	101	10
MV_Bästa (20)**			114	108	112	111	118	120	111	123	115	118	118	102	102

*siffran anger antal kloner

**20 kloner med största BLUP baserad på Mv_6

Bilaga 2 Poppel

Tabell 1. Popplarnas relativa genotypvärden (BLUP) för höjd (H6), diameter (D6) och pilodyn (P6) efter sex års tillväxt i fält. Samtliga värden anges i relation till försöksmedelvärdet. Ju högre värde desto bättre är klonen. MV indikerar medelvärde, MV_Alla är medelvärde av BLUP för diameter över alla försök.

Klon-nummer	Grupp	Urv	H6					D6					MV_Alla	P6	
			F1_58	F2_60	F3_62	F4_63	F5_65	F1_58	F2_60	F3_62	F4_63	F5_65		F1_58	F3_62
S21K14 60441	Popp_Kom_Ty		100	105				102	106				104	96	
S21K14 60442	Popp_Kom_Ty	Kand	120	99				138	96				117	112	
S21K14 60443	Popp_Kom_Ty		93	97				98	90				94	103	
S21K14 60444	Popp_Kom_Ty		99	91				100	85				93	106	
S21K14 60445	Popp_Kom_Ty	Kand	131					157					157	105	
S21K14 60446	Popp_Kom_Ty	Kand	103					118					118	94	
S21K14 60447	Popp_Kom_Ty		115	95				127	84				106	107	
S21K14 60448	Popp_Kom_Ty		86	101				82	100				91	99	
S21K09 40019	Popp_Be		97	95				99	96				98	110	
S21K09 40023	Popp_Be	Kand	138					139					139	104	
S21K09 40024	Popp_Be		122					112					112	96	
S21K09 40034	Popp_Be	Kand	123					132					132	111	
S21K09 40036	Popp_Be		98					86					86	93	
S21K09 40037	Popp_Be	Kand	123					133					133	90	
S23K97 40001	Popp_Isl				100	103	99			100	105	99	101		93
S23K97 40004	Popp_Isl				108	104	107			115	107	104	109		89
S23K97 40005	Popp_Isl				87	111	94			93	122	94	103		
S23K97 40006	Popp_Isl				94	103				99	107		103		89
S23K97 40008	Popp_Isl	Kand			104	112	118			119	127	114	120		99
S23K97 40009	Popp_Isl	Kand			109					125			125		104
S23K97 40010	Popp_Isl				87	106				88	113		101		107
S23K97 40011	Popp_Isl				117	90				117	85		101		95
S23K97 40012	Popp_Isl				107	106				109	106		108		89
S23K97 40016	Popp_Isl				86	74				91	72		82		110
S23K97 40017	Popp_Isl				95	97	96			92	97	97	95		105
S23K97 40018	Popp_Isl					108					105		105		
S23K97 40021	Popp_Isl				98	99				86	100		93		96
S23K97 40030	Popp_Isl				78	92				72	86		79		94
S23K97 40031	Popp_Isl				94	105				94	96		95		96
S23K97 40038	Popp_Isl				97	94	93			85	94	93	91		93

S23K97 40041	Popp_Isl				90	112	115			99	125	118	114		115
S23K97 40043	Popp_Isl				107	97	86			113	102	85	100		98
S23K97 40045	Popp_Isl				101	104				86	103		95		110
S23K97 40046	Popp_Isl				89					80			80		
S216PP L52	Popp_Ko m	Ka nd	131					125					125	10 0	
S216PP L54	Popp_Ko m	Ri ks	135	100				157	99				128	109	
S21K09 40061	Popp_Ko m	Ri ks	122	108	97			130	125	98			118	98	83
S21K76 6003	Popp_Ko m		127	92	93		97	141	95	87		94	104	110	101
S21K76 6005	Popp_Ko m		118	105	93	86		126	103	91	86		102	96	84
S21K76 6048	Popp_Ko m		117	98	95			126	106	89			107	99	84
S21K76 6049	Popp_Ko m		121		89			136		80			108	95	
S21K82 601	Popp_Ko m	Ri ks	132	108				177	131				154	126	
S21K82 604	Popp_Ko m	Ka nd	118	112	98	79		167	152	125	82		132	111	115
S23K90 40006	Popp_Ko m		118	101				106	89				98	93	
S23K90 40011	Popp_Ko m		111	104	103	101		97	101	99	90		97	97	82
S23K90 40019	Popp_Ko m		110	101	97	100		111	102	99	96		102	98	93
S23K90 40025	Popp_Ko m		114	109	102			119	110	99			109	90	89
S23K90 40073	Popp_Ko m		122	87	76	92		117	83	71	92		91	104	100
S23K90 40086	Popp_Ko m	Ri ks	118	96	77			137	108	62			102	102	
S23K90 40089	Popp_Ko m	Ri ks	10 0					113					113	104	
S21K09 40045	Popp_Ko m_Hol		76					58					58		
S21K10 40273	Popp_Ko m_Hol		93					90					90	95	
S21K10 40274	Popp_Ko m_Hol		83	94				79	88				84	10 0	
S21K10 40275	Popp_Ko m_Hol		77	97				65	90				78	96	
S21K10 40276	Popp_Ko m_Hol		65					51					51		
S21K10 40277	Popp_Ko m_Hol		85					72					72	95	
S21K10 40278	Popp_Ko m_Hol		80					61					61	104	
S21K10 40279	Popp_Ko m_Hol		86					81					81	10 0	
S21K10 40262	Popp_Ko m_It		70					55					55	109	
S21K10 40263	Popp_Ko m_It		82					79					79	92	
S21K10 40264	Popp_Ko m_It		84												
S21K10 40265	Popp_Ko m_It		96					87					87	98	
S21K10 40266	Popp_Ko m_It		74					63					63	97	
S21K10 40267	Popp_Ko m_It		96					74					74	89	
S21K10 40268	Popp_Ko m_It		76					58					58	105	
S21K10 40269	Popp_Ko m_It		89					81					81	104	

S21K10 40271	Popp_Ko m_It		85					73					73	89	
S21K10 40272	Popp_Ko m_It		76					60					60		
S21K12 40401	Popp_Le tt	Ka nd	115	106				152	139				146	126	
S21K12 40402	Popp_Le tt	Ka nd	115	127				125	157				141	108	
S21K12 40403	Popp_Le tt		93	109				88	119				104	102	
S21K12 40404	Popp_Le tt	Ka nd	127	111				136	122				129	116	
S21K12 40405	Popp_Le tt	Ka nd	111	120				112	139				126	110	
S21K12 40406	Popp_Le tt		111	109				108	114				111	114	
S21K12 40407	Popp_Le tt	Ka nd	108	118				104	135				120	99	
S21K12 40408	Popp_Le tt		72	87				61	61				61	104	
S23K10 40510	Popp_Ny _N					93	105			93	107		100		94
S23K10 40511	Popp_Ny _N					92		97		90		99	95		
S23K90 40029	Popp_Ny _N					107				105			105		107
S23K90 40033	Popp_Ny _N					96				93			93		103
S23K90 40039	Popp_Ny _N					96				93			93		95
S23K90 40049	Popp_Ny _N					96				86			86		
S23K90 40052	Popp_Ny _N					103				103			103		105
S21K76 6004	Popp_Ny _S		96	90				92	78				85	95	
S21K76 6007	Popp_Ny _S		96	97	84			94	93	74			87	98	86
S21K76 6038	Popp_Ny _S		101	93				95	86				91	97	
S21K82 602	Popp_Ny _S		104	97	72	78		118	99	62	77		89	113	105
S23K90 40009	Popp_Ny _S		92	105	105	76		81	115	105	68		92	105	90
S23K90 40012	Popp_Ny _S		109	101	103	75		105	89	98	71		91	95	84
S23K90 40020	Popp_Ny _S		106	98	104	90		101	103	95	80		95	109	106
S23K90 40026	Popp_Ny _S		78	104	94	100		63	101	89	96		87	96	78
S23K90 40027	Popp_Ny _S		104	98	100	100		101	129	107	95		108	107	97
S23K90 40032	Popp_Ny _S		121	103	103	108		106	107	90	108		103	111	107
S23K90 40035	Popp_Ny _S		104	97	107	100		116	108	112	100		109	107	105
S23K90 40036	Popp_Ny _S		102	100	104	100		89	86	99	99		93	113	100
S23K90 40041	Popp_Ny _S		104	95	115	102		112	92	129	103		109	106	104
S23K90 40046	Popp_Ny _S		103	96	109	99	89	100	94	109	88	90	96	112	102
S23K90 40047	Popp_Ny _S		106	107	101	99		114	126	98	94		108	118	112
S23K90 40057	Popp_Ny _S		96	87				93	63				78	92	
S23K90 40059	Popp_Ny _S		78	87	78	94		63	71	71	93		75	101	86
S23K90 40030	Popp_Ny _X						90					90	90		
S23K90 40039	Popp_Ny _X					87	98					81	94	88	

S23K90 40051	Popp_Ny X					96					94		94		
S23K90 40052	Popp_Ny X					92					90		90		
S23K90 40054	Popp_Ny X					88					83		83		
No1000 1	Popp_Ol d_N	Ka nd			119	114	110			126	130	109	122		92
No1005 1	Popp_Ol d_N				110	108	94			126	117	92	112		90
No1091 o	Popp_Ol d_N				106	108	108			114	112	104	110		88
S23K90 40043	Popp_Ol d_N				91	98				85	97		91		111
S23K90 40084	Popp_Ol d_N				109	109				107	113		110		106
S23K90 40085	Popp_Ol d_N				106	113				103	112		108		108
S23K96 40037	Popp_Ol dU_N				85	91				79	87		83		
S23K96 40038	Popp_Ol dU_N				100	120				100	119		110		101
S23K96 40060	Popp_Ol dU_N				84	100				80	96		88		153
S23K96 40075	Popp_Ol dU_N				92					85			85		
S23K96 40078	Popp_Ol dU_N				98	91				89	83		86		103
S23K96 40081	Popp_Ol dU_N				104					103			103		101
S23K96 40082	Popp_Ol dU_N				107	114				107	104		106		105
S23K96 40089	Popp_Ol dU_N				109	115				105	111		108		106
S23K96 40090	Popp_Ol dU_N				92	100				90	101		96		89
S23K96 40091	Popp_Ol dU_N				124	108	100			128	106	93	109		104
S23K96 40092	Popp_Ol dU_N				103	96				88	83		86		101
S23K96 40111	Popp_Ol dU_N				87					79			79		
S21K09 40050	Popp_ST T_C		103	94	101	71		109	89	109	85		98	110	100
S21K09 40051	Popp_ST T_C		109	106	106	88		106	124	106	80		104	111	112
S21K09 40052	Popp_ST T_C		74	105	116	123	88	61	104	122	132		105	104	103
S21K09 40053	Popp_ST T_C		115	105	117	100		109	99	124	94		107	105	104
S21K09 40054	Popp_ST T_C	Ka nd	127	109	118	117		139	107	134	107		122	109	103
S21K14 40410	Popp_ST T_C	Ka nd	121	107	132	112		119	112	148	116		124	114	112
S21K14 40411	Popp_ST T_C		93	102	135	111		94	106	136	112		112	95	96
S21K09 40055	Popp_ST T_N		71	98	104	105	106	82	99	122	110	107	104	119	108
S21K09 40056	Popp_ST T_N		74	91	113	114	120	76	77	130	133	129	109	102	110
S21K09 40057	Popp_ST T_N		92	100	104	101	93	86	90	110	105	94	97	111	105
S21K09 40058	Popp_ST T_N		94	92	99	113	104	84	89	102	128	100	101	106	108
S21K14 60412	Popp_US A		61					40					40		
S21K14 60413	Popp_US A	Ka nd	10 8					124					124	98	
S21K14 60414	Popp_US A		87	100				75	93				84	83	
S21K14 60415	Popp_US A		75					60					60	70	

S21K14 60416	Popp_US A		78	95				73	87				80	91	
S21K14 60417	Popp_US A		104	103				105	99				102	91	
S21K14 60418	Popp_US A		90	102				84	101				93	96	
S21K14 60419	Popp_US A		83	89				81	75				78	87	
S21K14 60420	Popp_US A		104	100				103	95				99	90	
S21K14 60421	Popp_US A		86	97				94	92				93	96	
S21K14 60422	Popp_US A	Ka nd	118					127					127	88	
S21K14 60423	Popp_US A		97	101				85	94				90	85	
S21K14 60424	Popp_US A		92					97					97	95	
S21K14 60425	Popp_US A		87	96				82	88				85	10 0	
S21K14 60426	Popp_US A	Ka nd	111					116					116	84	
S21K14 60427	Popp_US A		73					59					59	85	
S21K14 60428	Popp_US A		93	96				92	88				90	90	
S21K14 60429	Popp_US A		96	89				103	75				89	91	
S21K14 60430	Popp_US A		89	100				78	86				82	81	
S21K14 60431	Popp_US A		99	97				92	91				92	87	
S21K14 60432	Popp_US A		111	97				119	105				112	98	
S21K14 60433	Popp_US A		93	94				80	82				81	80	
S21K14 60434	Popp_US A		10 8	101				123	100				112	96	
S21K14 60435	Popp_US A		91					80					80	94	
S21K14 60436	Popp_US A		88					75					75		
S21K14 60437	Popp_US A	Ka nd	111					136					136	101	
S21K14 60438	Popp_US A		107	99				118	98				108	90	
S21K14 60439	Popp_US A		87	98				88	95				92	90	
S21K14 60440	Popp_US A		115	98				121	95				108	96	
Mv_Kand (22)*			118	112	113	107	114	132	129	130	112	112	129	104	104
Mv_Riks (3)**			121	103	87			143	116	80			123	10 8	83
MV_Bästa (20)***			122	111	113	107	114	139	129	130	112	112	132	107	104

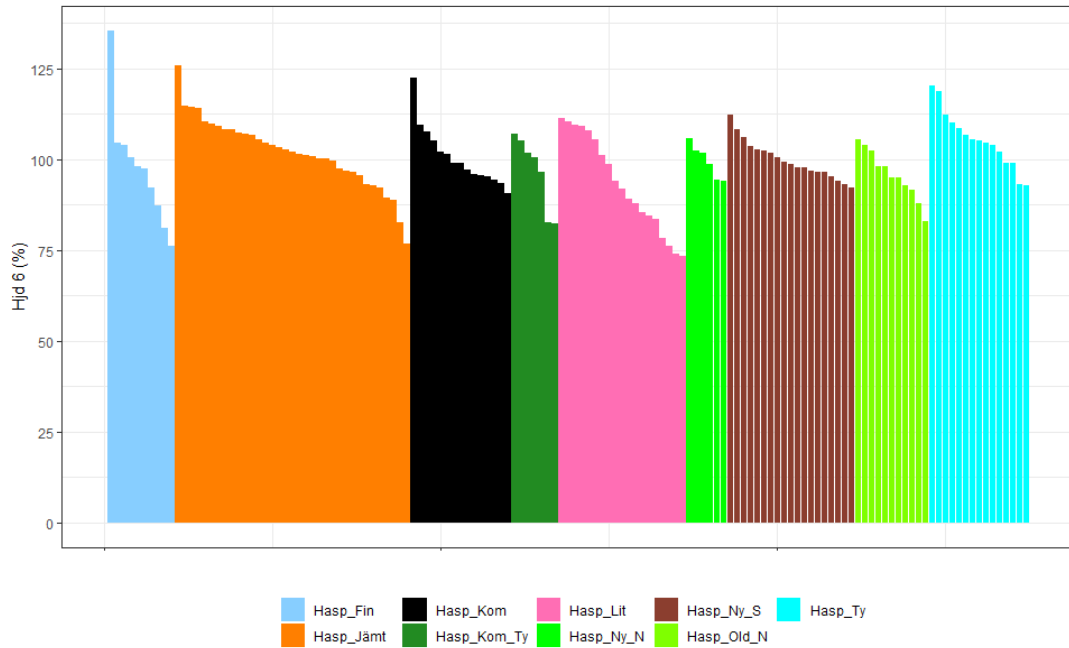
*siffran anger antal kloner

** endast klonerna S21K0940061, S21K82604 och S23K9040086, andra hade dålig överlevnad.

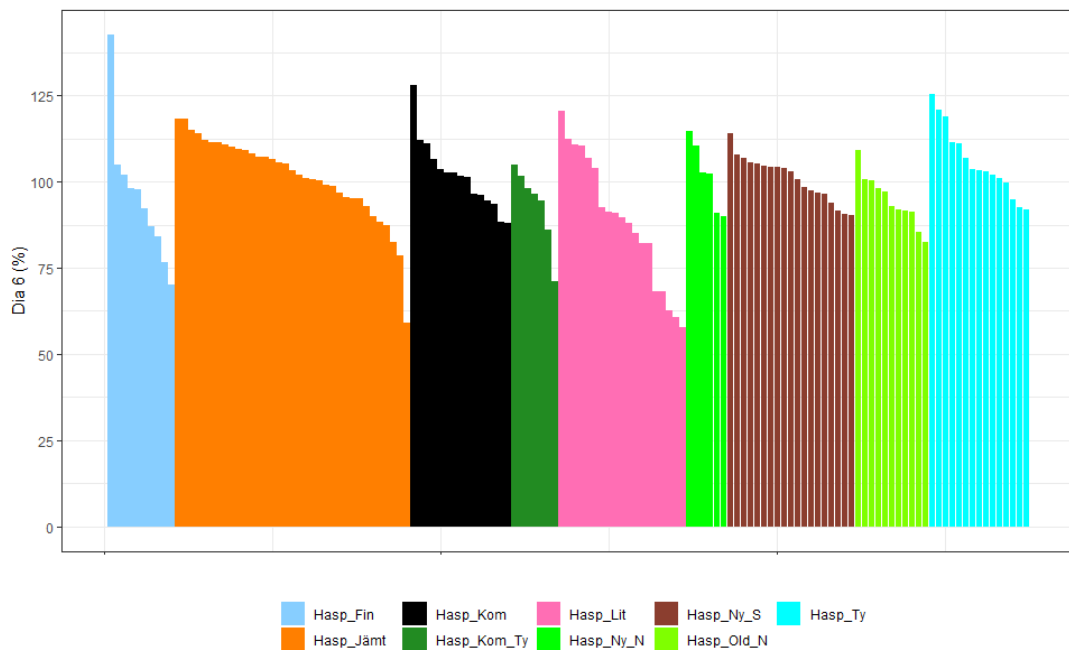
***20 kloner med största BLUP baserad på Mv_6

Bilaga 3 Hybridasp

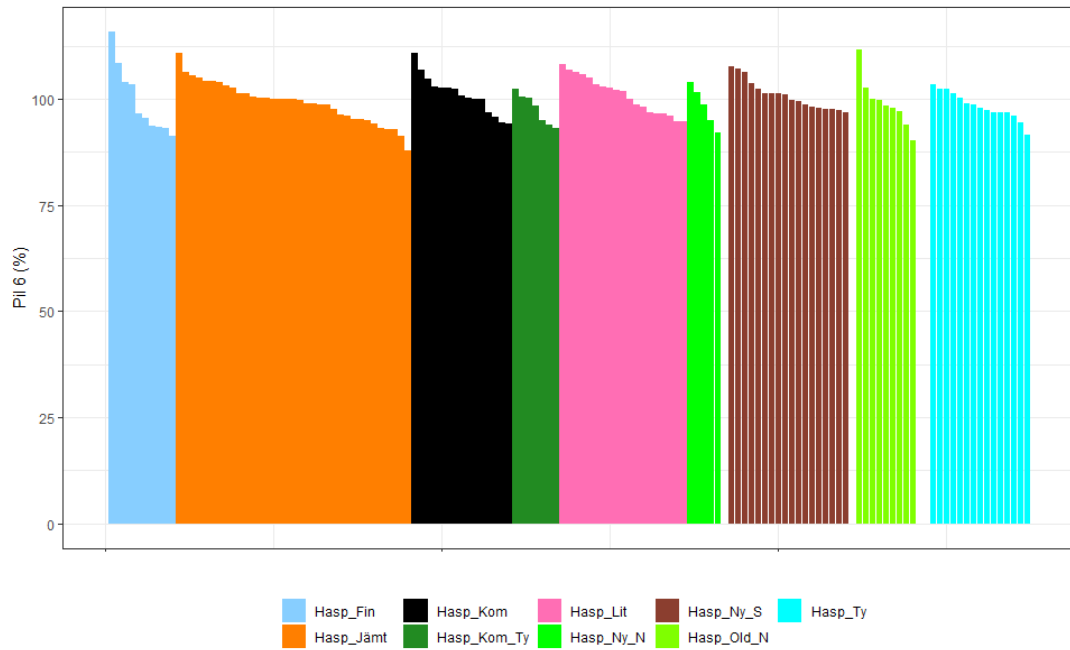
Bilagan innehåller en grafisk presentation av resultaten i Bilaga 1.



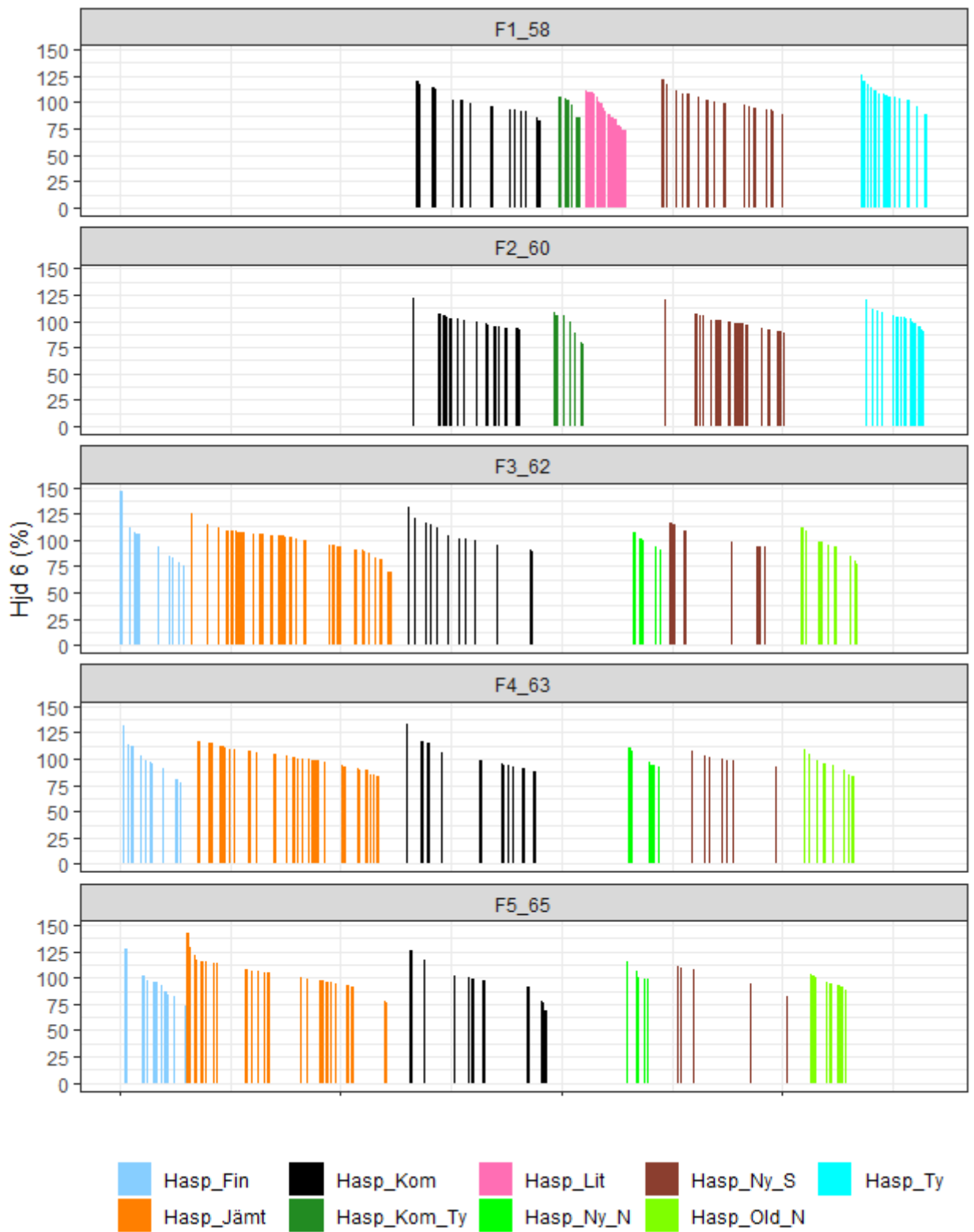
Figur 1. Relativa genotypvärden för höjd vid sex år för alla hybridaspkloner fördelat på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt medelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



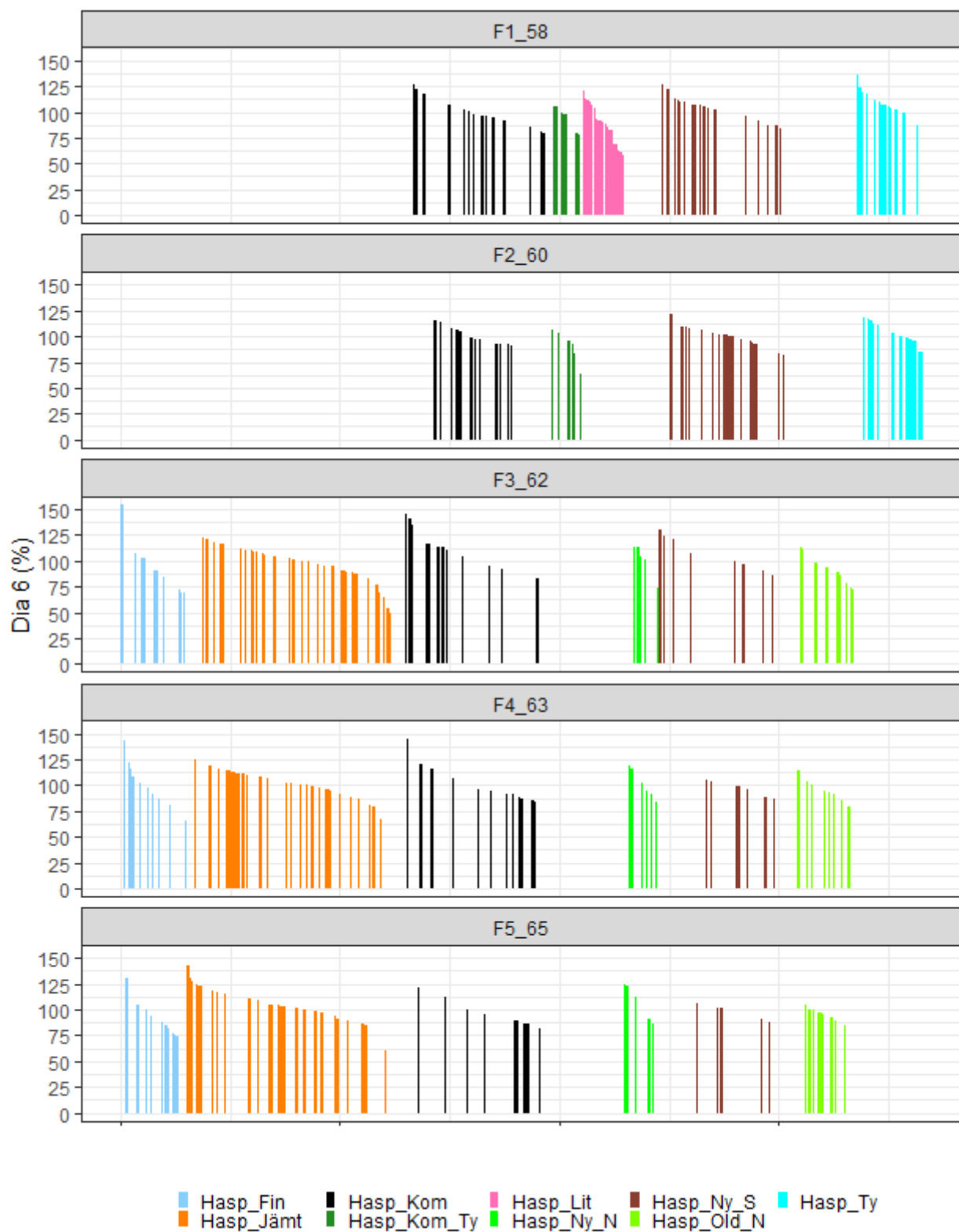
Figur 2. Relativa genotypvärden för diameter vid sex år för alla hybridaspkloner fördelat på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt medelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



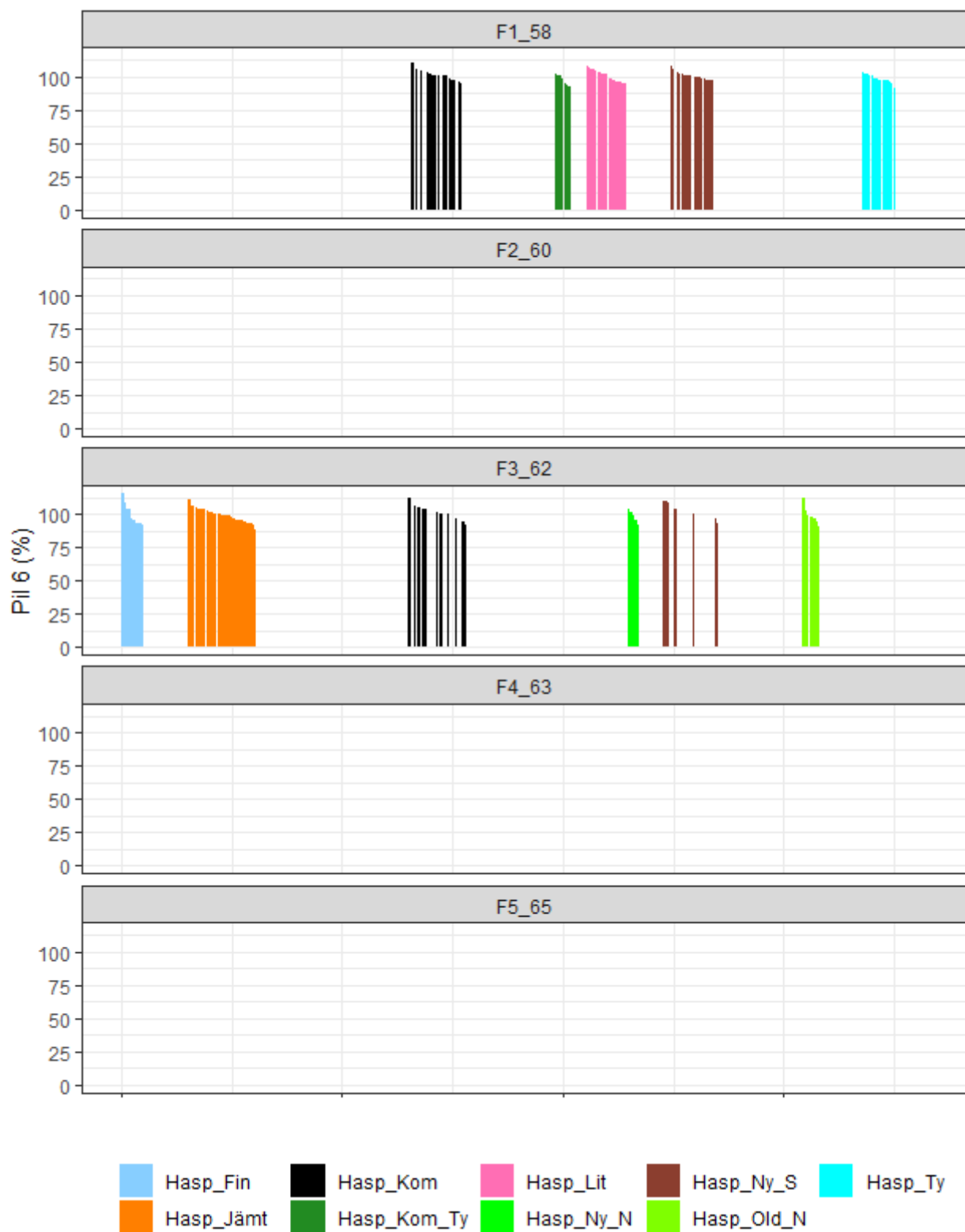
Figur 3. Relativa genotypvärden för pilodyn vid sex år för alla hybridaspkloner fördelat på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt klonmedelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



Figur 4. Variation av relativa BLUP-värden för höjd vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



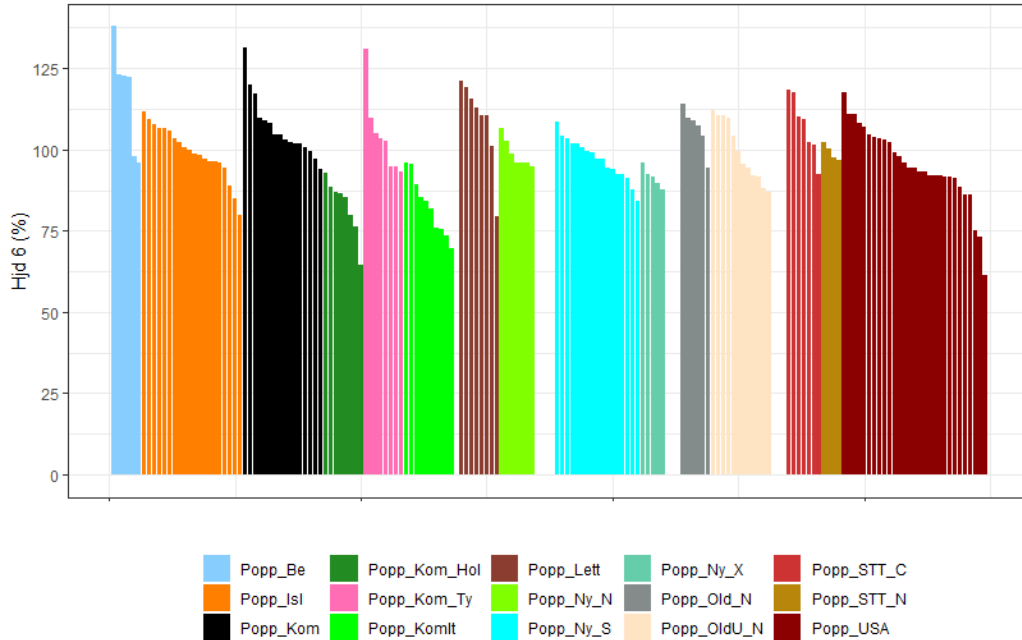
Figur 5. Variation av relativa BLUP-värden för diameter vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



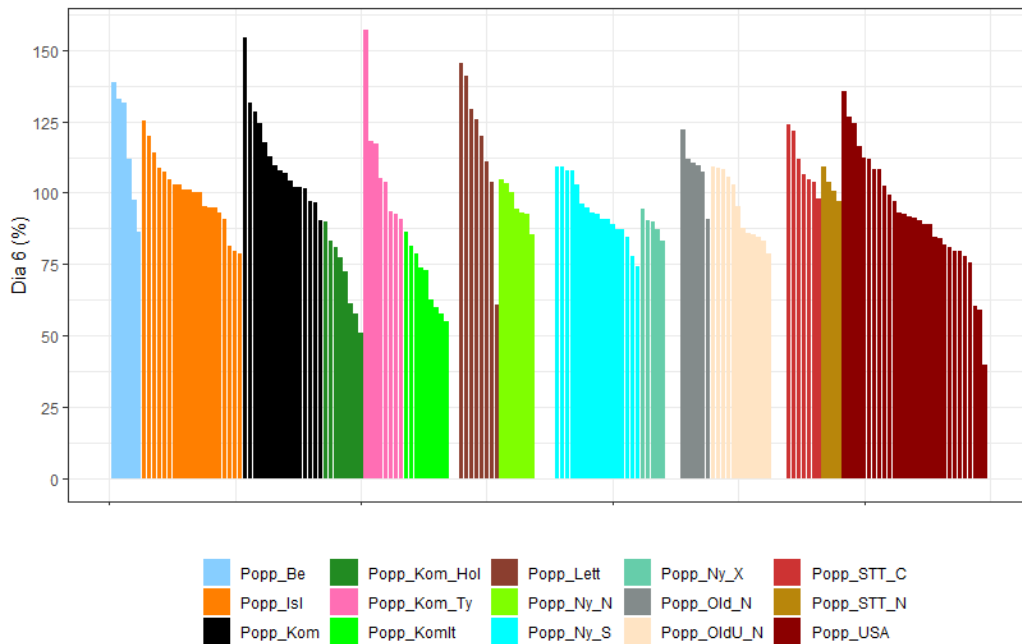
Figur 6. Variation av relativa BLUP-värden för pilodyn vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.

Bilaga 4 Poppel

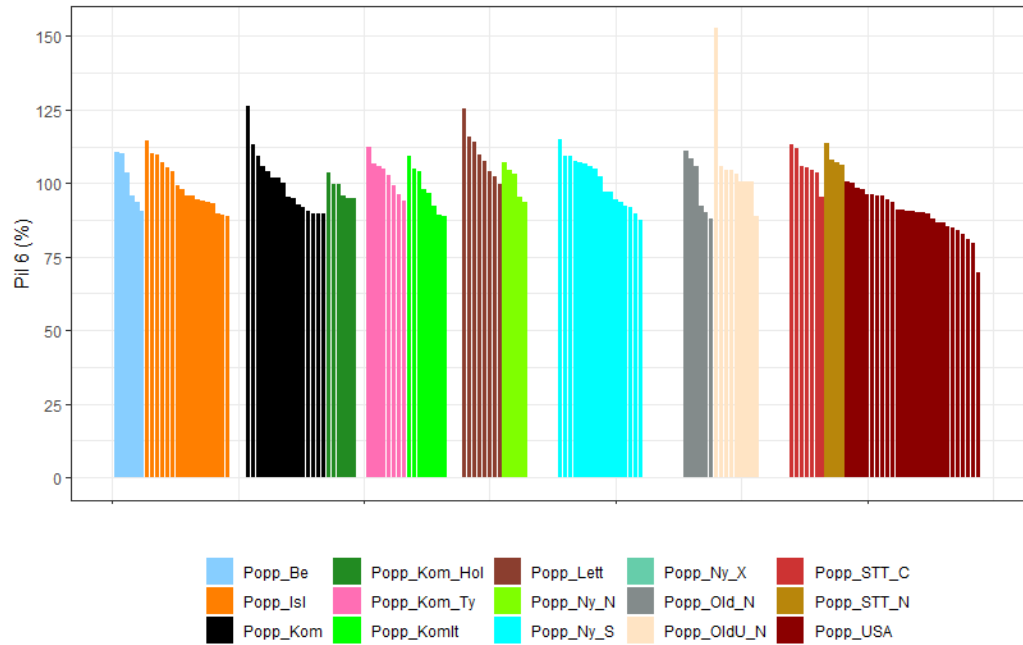
Bilagan innehåller en grafisk presentation av resultaten i Bilaga 2.



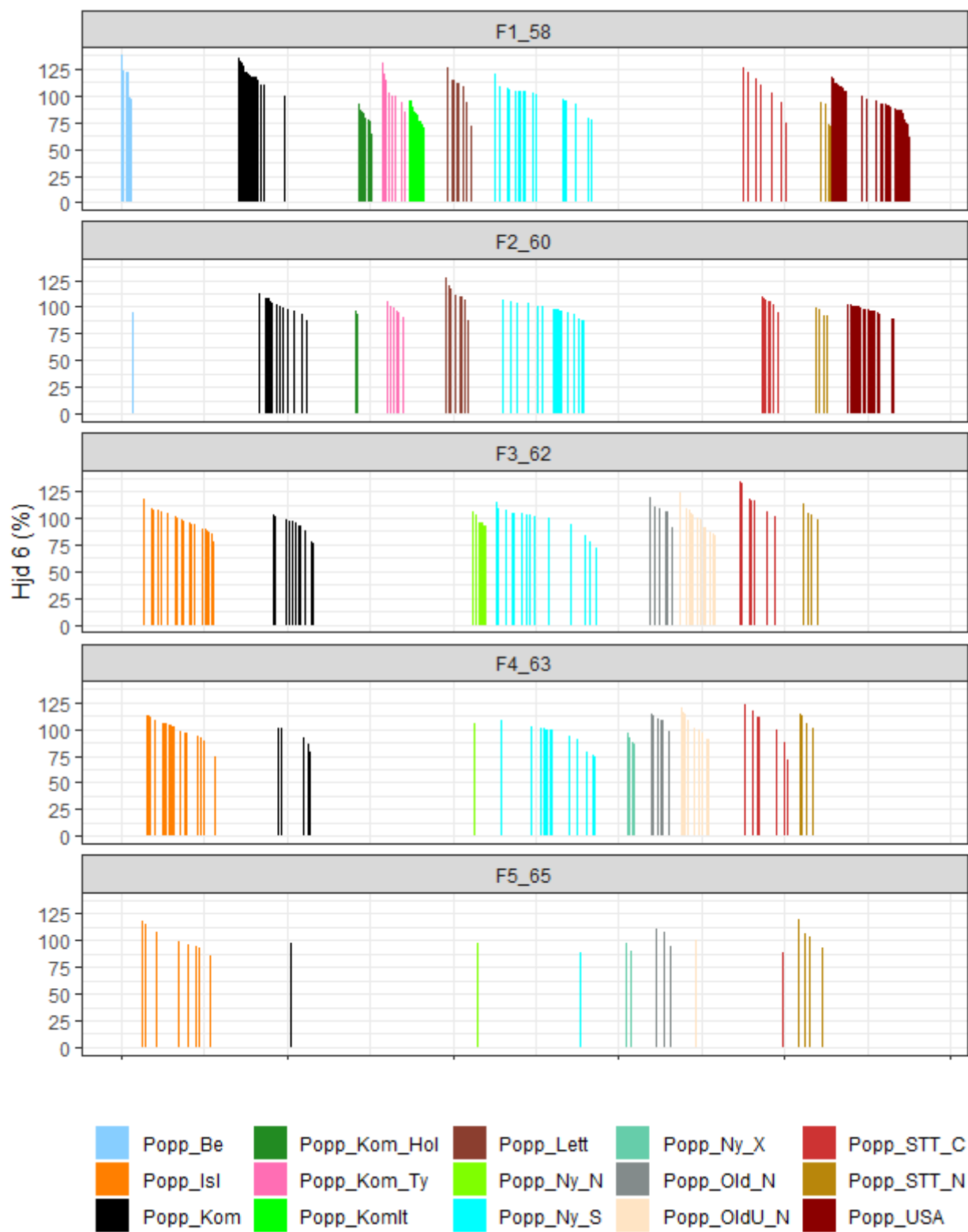
Figur 1. Relativa genotypvärden för pilodyn vid sex års ålder för alla poppelkloner fördelat på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt klonmedelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



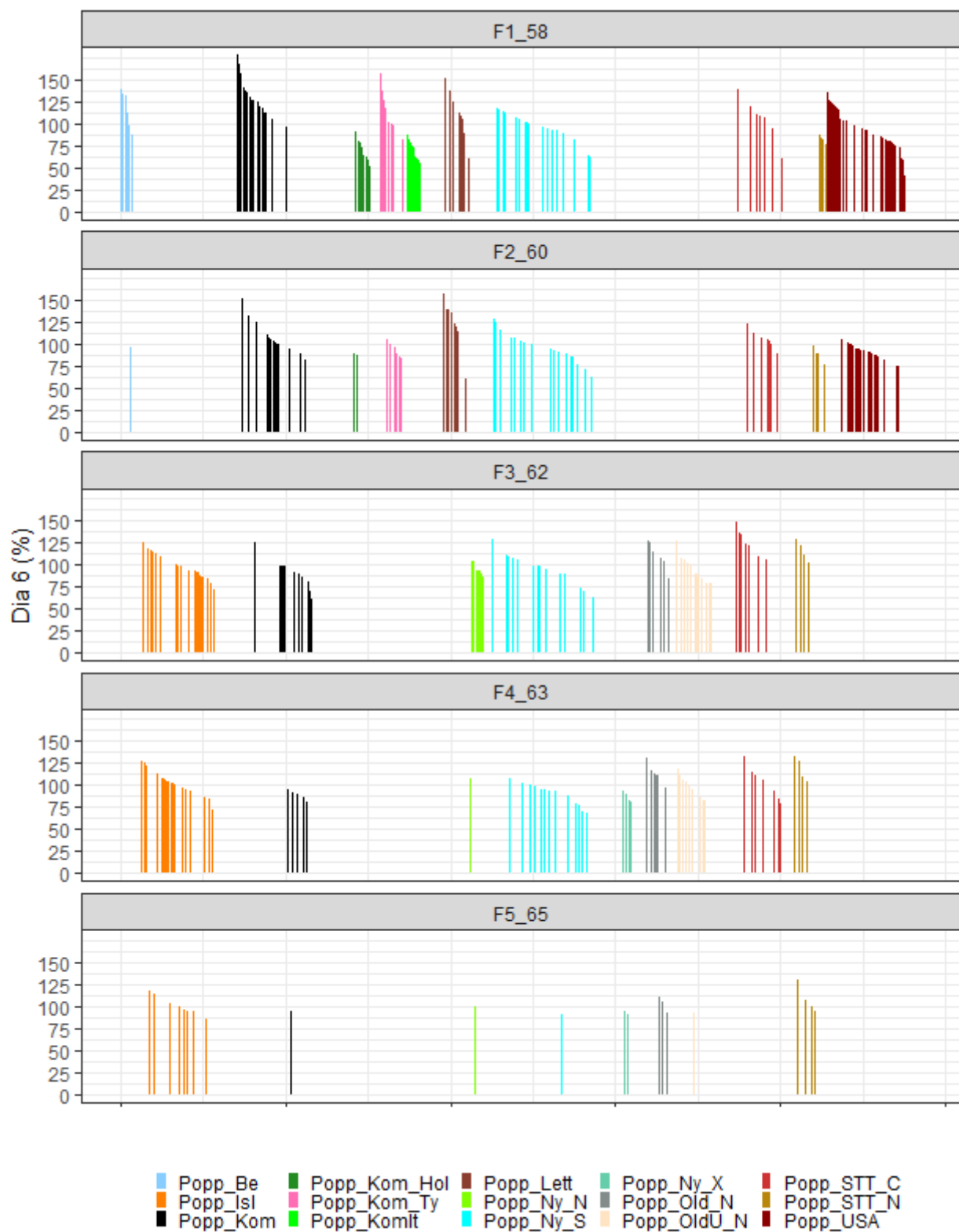
Figur 2. Relativa genotypvärden för pilodyn vid sex års ålder för alla poppelkloner fördelade på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt klonmedelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



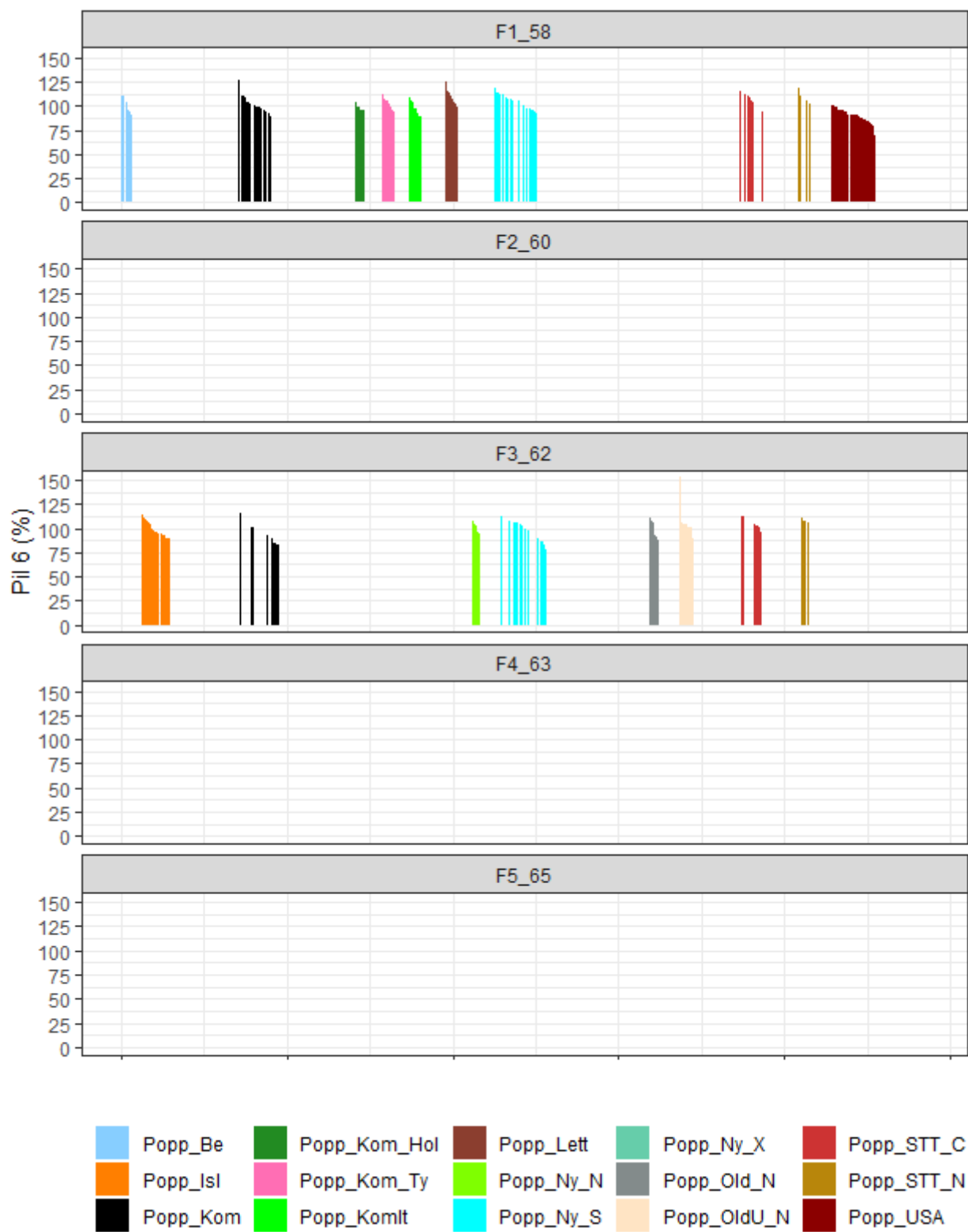
Figur 3. Relativa genotypvärden för pilodyn vid sex års ålder för alla hybridaskloner fördelat på materialgrupper. Varje stapel är ett aritmetiskt klonmedelvärde över alla försök där klonens BLUP skattades. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



Figur 4. Variation av relativa BLUP-värden för höjd vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



Figur 5. Variation av relativa BLUP-värden för diameter vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.



Figur 6. Variation av relativa BLUP-värden för pilodyn vid sex års ålder för kloner och grupper inom respektive försök. Klonerna inom respektive materialgrupp är sorterade i fallande ordning.