

**Stiftelsen Lantbruksforskning****105 33 Stockholm****2013-12-23****Slutrapport för projektet "Ontogenetiska och genetiska effekter på innehållet av hälsobefrämjande ämnen i svarta vinbär", projekt nr H0936210**

Av

Kimmo Rumpunen och Eva Johansson

Institutionen för Växtförädling, LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet

**Projektbakgrund**

Detta projekt har haft som mål att undersöka ontogenetiska effekter, genetiska effekter samt effekter orsakade av interaktionen mellan genotyp och miljö på förekomsten av hälsobefrämjande ämnen hos svarta vinbär. Projektet har genomförts som ett doktorandprojekt med nära koppling till den tillämpade sortframställningen av svarta vinbär vid SLU Balsgård. I projektet har fältstudier genomföras under tre år för att specifikt kartlägga sortens, årsmånens och latitudens inverkan på innehållet av olika polyfenoler och askorbinsyra i knoppar, blad och bär.

**Material och metoder**

Knoppar, blad och bär samlades in vid tre tillfällen (olika utvecklingsstadier) från fem utvalda sorter av svarta vinbär: 'Ben Finlay', JHI 8944-13, BRi 9504-2-227, 'Poesia' och 'Titania' på Balsgård och på Öjebyn säsongen 2010/2011, 2011/2012 och 2012/2013. Även bär som samlats in 2008, 2009 och 2010 från samma sorter och samma platser har analyserats i projektet. För att särskilt studera förändringar i innehåll av fenoler i blad samlades dessutom blad från ytterligare en sort ('BHi 9508-3B') vid samma utvecklingsstadium men vid fem olika tillfällen säsongen 2011. Det insamlade växtmaterialet har frystorkats, malts och därefter använts för olika analyser (totalhalt fenoler, enskilda fenoler samt askorbinsyra) på Balsgård och Alnarp. Därutöver har analyser av enskilda bladfenoler också genomförts i Skottland i samarbete med forskare vid James Hutton Institute (JHI). Totalhalten fenoler har analyserats spektrofotometriskt (med hjälp av Folin Ciocalteu reagens), askorbinsyra har analyserats vätskromatografiskt (med HPLC-UV), liksom enskilda fenoler (HPLC-DA) som också analyserats med hjälp av masspektrometer (HPLC-ESI-MS).

Förekomst av olika betydelsefulla svampsjukdomar, bladfläcksjuka (*Septoria ribis*), bladfallsjuka (*Drepanopeziza ribis*), filtrost (*Cronartium ribicola*) och mjöldagg (*Sphaerotheca mors-uvae*), har bedömts i några utvalda växtförädlingspopulationer. Blad har insamlats för analys av fenoler varefter korrelationsanalyser har genomförts mellan data för sjukdomsangrepp och innehåll av enskilda polyfenoler i två förädlingspopulationer ('Ben Hope' \* 'BRi 8825-2', och 'Ben Hope' \* 'Bri 8916-5') om 50 individer vardera.

Allt växtmaterial som utnyttjats i projektet fanns tillgängligt för projektet tack vare ett tidigare projekt: "Svarta vinbär för ekologisk odling" finansierat av Jordbruksverket och redovisat av Rumpunen och Öberg (2010). Växtmaterialets skötsel har bekostats av växtförädlingsmedel från SLU och FORMAS och ej belastat detta projekt.

**Resultat**

I projektet genomfördes initialt en litteratursammanställning kring svarta vinbär med hälsobefrämjande fenoler i fokus (se introduktionsuppsats, doktorand Michael Vagiri, 2012).

Parallellt med insamling av växtmaterial pågick utveckling och optimering av metoder för extraktion och analys av polyfenoler innan de egentliga analyserna av olika växtdelar startade. Projektet har utöver redan publicerade resultat genererat mycket data som fortfarande bearbetas och förbereds för publicering i samband med doktorandens disputation som beräknas ske augusti 2014. Nedan sammanfattas några av de viktigaste resultaten som hittills erhållits i projektet och nu sammanställts.

Av den genomförda litteratursammanställningen (Vagiri 2012) framgår att det finns ett starkt växande internationellt intresse för svarta vinbär på grund av bärens höga innehåll av olika hälsobefrämjande ämnen, i första hand fenoler men även askorbinsyra (vitamin C). Hittills har främst bären varit i fokus medan endast ett fåtal studier undersökt knoppar och blad som potentiella källor för utvinning av bioaktiva ämnen. Det finns också ett växande intresse för svarta vinbär för färskkonsumtion vilket är en utmaning för växtförädlingen som hittills främst fokuserat sorter för industriell odling (hög syra, maskinskördbarhet, färg). Nya förädlingsmål är t ex mildare smak, sötare bär, längre och vackra klasar med större bär som ej löser från klasen samt bär med extremt högt innehåll av hälsobefrämjande ämnen, främst antocyaniner. För bär som ska konsumeras färskt är resistens mot olika skadegörare av största betydelse vilket också innebär ökade ansträngningar inom resistensförädlingen. Ett större fokus på bärkvalitet innebär också ett ökat behov av kunskap kring hur olika odlingsmetoder, edafiska förhållanden och klimatfaktorer påverkar bärens inre kvalitet.

Metodutvecklingen i projektet resulterade i effektiva metoder för samtidig analys av ett brett spektrum av enskilda fenoler genom vätskekromatografi (HPLC) i knoppar, blad och bär. För knoppar och blad valdes ett extraktionsmedel med 50% etanol och vatten (med 0.05 M fosforsyra) eftersom det gav signifikant högst utbyte av fenoler vid extraktion av knopparna och ingen signifikant skillnad jämfört med 30% respektive 70% etanol vid extraktion av blad. För bär valdes ett extraktionsmedel med myrsyra och acetonitril (10:5 v/v) eftersom det gav högst stabilitet avseende de särskilt känsliga och intressanta antocyaninerna, som inte finns i blad och knoppar i nämnvärd omfattning. Totalt kunde 23 enskilda fenoliska ämnen kvantifieras (Tabell 1). Av dessa hittades 23 i knoppar samt 22 i blad och frukter av svarta vinbär (för kromatografiska profiler och detaljerade resultat hänvisas till publikation av Vagiri et al, 2012).

För bär som samlats in 2008 till 2010 var samspelseffekten mellan sort, år och lokalitet samt effekten av genotyp oftast större än effekten av lokalitet och år för de flesta undersökta biokemiska karaktäristika (Vagiri et al. 2013). 'Ben Finlay', 'JHI 8944-13' och 'Poesia' var de sorter i studien som hade högst halt av de flesta undersökta ämnena (Tabell 2). Anmärkningsvärt är det mycket höga innehållet av askorbinsyra (310 mg/100 g färsk vikt) hos 'Ben Finlay' vilket är dubbelt så mycket som hos 'Titania' (148 mg/100 g färsk vikt) en äldre standardsort som fortfarande odlas både i Sverige men främst utomlands (särskilt Polen). Även den stora variationen i innehåll av totalfenoler är anmärkningsvärd där 'Ben Finlay' har högst innehåll (31.8 mg gallsyraekvivalenter/g torrsvikt) vilket är kopplat till den mindre bärstorleken och därmed relativt högre andelen skal där många av fenolerna finns ackumulerade.

Svarta vinbär som odlats på Öjebyn hade högre halt av fenoliska syror, cyanidinglukosid (en antocyanin), quercetinglukosid, kaempferolglukosid och titrerbar syra än de som odlats på Balsgård (Tabell 3). Bär som odlats på Balsgård hade å andra sidan högre halter av delfindinglukosid, delfinidinrutinosid, cyanidinrutinosid, totalsumma monomera antocyaniner, myricidin malonylglukosid, quercetinrutinosid, quercetinmalonylglukosid, totalsumma flavonoler, totalfenolhalt, totalantocyaninhalt, askorbinsyra och löslig torrs substans. Dessutom observerades en betydande årlig variation i resultaten (Tabell 4).

Innehållet i knopparna varierade också med sort, lokalitet och årsmån (Figur 1). Innehållet av såväl totalfenoler som enskilda fenoler var högst i vilande knoppar (första

insamlingstillfället, knoppar samlade 2010) och varierade från 41-78 mg gallsyraekvivalenter/g torrsvikt beroende på sort och lokalitet.

Den fenotypiska variationen i totalfenolinnehållet i blad var mycket stor i de två undersökta förädlingspopulationerna (Figur 2) och uppmättes för Rib-701 (Ben Hope x BRi 8825-2) till 64-103 mg gallsyraekvivalenter/g torrsvikt samt för Rib-702 (Ben Hope x BRi 8916-5) till 58-116 mg gallsyraekvivalenter/g torrsvikt. För dessa populationer hittades mestadels negativa korrelationer mellan olika bladsjukdomar och enskilda polyfenoler (förutom kaempferol malonyl glukosid, Tabell 5). Enskilda polyfenoler tycks därmed ha en intressant koppling till sjukdomsresistensen!

Innehållet av specifika fenoler varierade också beroende på när under säsongen bladet tillväxt. Högst halt fenoler hittades generellt i blad som skördats tidigt under säsongen (Figur 3). Det fanns dock exempel på specifika fenoler som ökade i mängd ju senare på säsongen bladet tillväxt.

**Tabell 1.** Retentionstider ( $t_R$ ), våglängder (UV) och mass-spektra vid detektion av enskilda fenoler i knoppar, blad och bär hos svarta vinbär med hjälp av HPLC-DAD-ESI-MS<sup>n</sup>. (Vagiri et al. 2012)

Peak	$t_R$ (min)	UV (nm)	Mass spectra		Ämne
			M-H <sup>-</sup> ( $m/z$ )	MS <sup>2</sup> ( $m/z$ ) <sup>-</sup>	
1	4.6	320	353	191, 179, 111	Neo-chlorogenic acid
2	6.1	280	305	125, 179	Epigallocatechin
3	7.0	280	289	245, 205	Catechin
4	8.8	320	353	191	Chlorogenic acid
5	13.3	520	463.1	301	Delphinidin-3- <i>O</i> -glucoside
6	12.7	280	289	245, 205, 179	Epicatechin
7	15.1	520	609	463, 301	Delphinidin-3- <i>O</i> -rutinoside
8	16.6	520	447	285	Cyanidin-3- <i>O</i> -glucoside
9	18.5	520	593	447, 285	Cyanidin-3- <i>O</i> -rutinoside
10	21.2	360	436.1	179, 135	Unidentified
11	23.4	360	565	521, 316	Myricetin malonylglucoside
12	24.6	360	565	521, 316	Myricetin malonylglucoside (isomer)
13	27.1	360	609.2	301, 179	Quercetin-3- <i>O</i> -rutinoside
14	27.6	360	463.1	301	Quercetin-3- <i>O</i> -galactoside
15	28.4	360	463.1	301	Quercetin-3- <i>O</i> -glucoside
16	31.8	360	549	505.1, 301	Quercetin-3-6-malonyl-glucoside
17	32.8	360	593	285	Kaempferol-3- <i>O</i> rutinoside
18	35.9	360	447.1	285	Kaempferol-3- <i>O</i> -glucoside
19	36.8	360	623	315	Isorhamnetin-3- <i>O</i> -rutinoside
20	38.3	360	477	315	Isorhamnetin-3- <i>O</i> -glucoside
21	41.7	360	533	489, 285	Kaempferol-malonylglucoside
22	45.5	360	533	489, 285	Kaempferol-malonylglucoside (isomer)
23	53.0	360	301	151, 179	Quercetin

**Tabell 2.** Medelvärde (för lokalitet och år) avseende (A) monomera antocyaniner, (B) flavonoler, (C) fenoliska syror och (D) totalfenoler, totalantocyaniner, askorbinsyra, löslig torrsubstans och titrerbar syra i svarta vinbär, för olika sorter. (Vagiri et al. 2013).

A. Monomeric Anthocyanins ( $\mu\text{g/g DW}$ )						
Genotype	Del-glu	Del-rut	Cya-glu	Cya-rut	Sum	
'Ben Finlay'	2534 b	4561 c	1173 b	4509 b	12777 ab	
'JHI 8944-13'	2195 c	3795 d	1807 a	4974 a	12772 ab	
'BRi 9504-2-227'	1272 d	6158 a	479 c	4955 a	12863 b	
'Poesia'	3066 a	4641 c	1182 b	4660 ab	13550 a	
'Titania'	2260 c	5326 b	558 c	3630 c	11774 b	

B. Flavonols ( $\mu\text{g/g DW}$ )								
Genotype	Myr-mal-glu	Que-rut	Que-glu	Que-mal-glu	Kae-glu	Iso-glu	Sum	
'Ben Finlay'		92 b	217 b	147 d	8 d	140 b	41 a	715 c
'JHI 8944-13'		70 c	267 a	337 a	94 c	191 a	42 a	1001 a
'BRi 9504-2-227'		51 d	257 a	218 c	112 b	95 c	24 b	757 c
'Poesia'		147 a	249 a	305 b	134 a	66 d	21 c	922 b
'Titania'		88 b	127 c	160 d	80 d	61 d	14 d	530 d

C. Phenolic Acids ( $\mu\text{g/g DW}$ ) <sup>a</sup>			
Genotype	Neo-chl	Chl	Sum
'Ben Finlay'	203 a	449 b	652 b
'JHI 8944-13'	121 b	1016 a	1137 a
'BRi 9504-2-227'	205 a	227 c	432 c
'Poesia'	101 c	217 c	318 d
'Titania'	51 d	248 c	299 d

D. Total Phenols (mg GAE/g DW), Total Anthocyanins (mg cya-glu/g DW), Ascorbic Acid (mg/100 g FW), Soluble Solids ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) and Titratable Acidity (mL 0.1 M NaOH)					
Genotype	TP	TA <sup>a</sup>	AsA <sup>b</sup>	SS <sup>b</sup>	TTA <sup>b</sup>
'Ben Finlay'	31.8 a	11.6 a	310 a	12.6 e	9.0 c
'JHI 8944-13'	22.0 b	10.6 b	219 b	13.3 d	8.7 d
'BRi 9504-2-227'	21.0 c	9.9 c	166 d	15.4 c	12.6 a
'Poesia'	21.8 c	11.4 a	190 c	16.7 a	10.2 b
'Titania'	19.2 d	10.5 b	148 e	15.9 b	10.1 b

**Tabell 3.** Medelvärde (för sort och år) avseende (A) monomera antocyaniner, (B) flavonoler, (C) fenoliska syror och (D) totalhalt fenoler, totalhalt antocyaniner, askorbinsyra, löslig torrsubstans och titrerbar syra hos svarta vinbär, för olika lokaliteter (söder=Balsgård, norr = Öjebyn). (Vagiri et al. 2013)

A. Monomeric Anthocyanins ( $\mu\text{g/g DW}$ )					
Location	Del-glu	Del-rut	Cya-glu	Cya-rut	Sum
South	2440 a	5237 a	922 b	4457 a	13056 a
North	2092 b	4623 b	1118 a	4619 a	12451 b

B. Flavonols ( $\mu\text{g/g DW}$ )							
Location	Myr-mal-glu	Que-rut	Que-glu	Que-mal-glu	Kae-glu	Iso-glu	Sum
South	103 a	252 a	214 b	120 a	96 b	28 a	812 a
North	78 b	194 b	254 a	82 b	119 a	27 a	754 b

C. Phenolic Acids ( $\mu\text{g/g DW}$ )

Location	Neo-chl	Chl	Sum
South	108 b	352 b	459 b
North	160 a	481 a	642 a

## D. Total Phenols, Total Anthocyanins, Ascorbic Acid, Soluble Solids and Titratable Acidity

Location	TP (mg GAE/g DW)	TA (mg cya-glu/g DW)	AsA (mg/100 g FW)	SS (°Brix)	TTA (mL 0.1 M NaOH)
South	25.0 a	11.3 a	226 a	15.7 a	10.1 b
North	22.6 b	10.2 b	170 b	14.0 b	10.5 a

**Tabell 4.** Medelvärde (för sort och lokalitet) avseende (A) monomera antocyaniner, (B) flavonoler, (C) fenoliska syror och (D) totalfenoler, totalantocyaniner, ascorbinsyra, löslig torrsubstans och titrerbar syra hos svarta vinbär, för olika år. (Vagiri et al. 2013)

A. Monomeric Anthocyanins ( $\mu\text{g/g DW}$ )

Year	Del-glu	Del-rut	Cya-glu	Cya-rut	Sum
2008	1844 c	4430 c	940 b	4383 b	11598 c
2009	2273 b	4925 b	989 ab	4429 b	12617 b
2010	2617 a	5357 a	1119 a	4778 a	13872 a

B. Flavonols ( $\mu\text{g/g DW}$ )<sup>a</sup>

Year	Myr-mal-glu	Que-rut	Que-glu	Que-mal-glu	Kae-glu	Iso-glu	Sum
2008	85 b	204 b	230 b	89 b	114 a	24 b	746 b
2009	84 b	217 b	220 b	93 b	99 b	26 b	740 b
2010	101 a	243 a	252 a	117 a	110 a	32 a	855 a

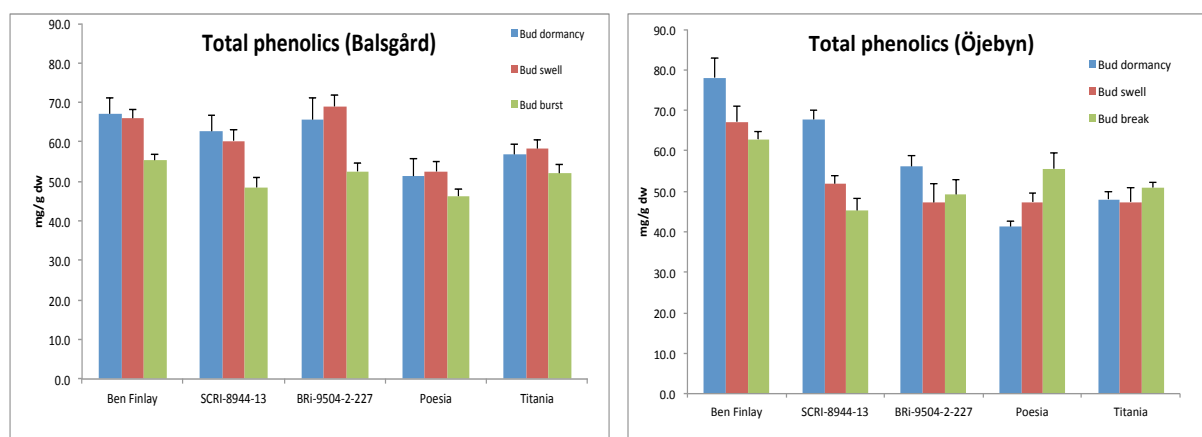
C. Phenolic Acids ( $\mu\text{g/g DW}$ )<sup>a</sup>

Year	Neo-chl	Chl	Sum
2008	82 b	441 a	523 b
2009	219 a	380 b	599 a
2010	96 b	433 a	529 b

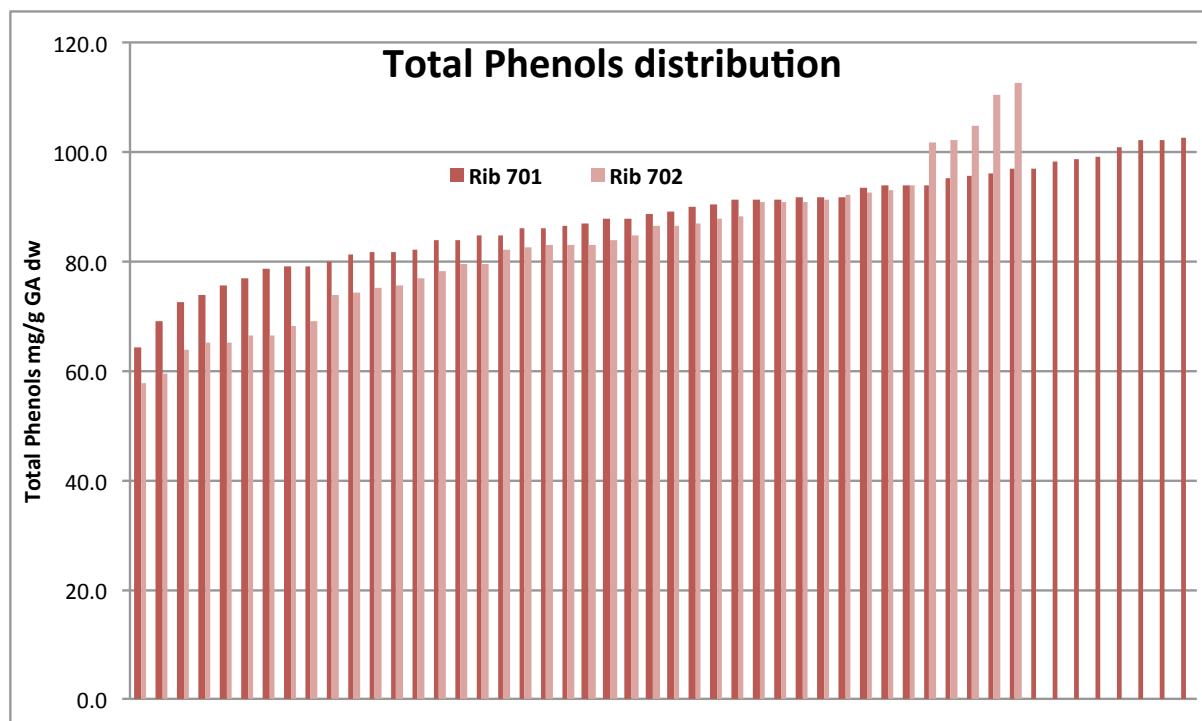
## D. Total Phenols, Total Anthocyanins, Ascorbic Acid, Soluble Solids and Titratable Acidity

Year	TP <sup>a</sup> (mg/g GA dw)	TA <sup>a</sup> (mg cya-glu/g DW)	AsA <sup>b</sup> (mg/100 g FW)	SS <sup>b</sup> (°Brix)	TTA <sup>b</sup> (mL 0.1 M NaOH)
2008	22.9 c	10.0 c	161 c	14.4 c	10.4 a
2009	23.7 b	10.8 b	206 b	14.9 b	10.2 b
2010	24.7 a	11.3 a	217 a	15.3 a	10.2 b

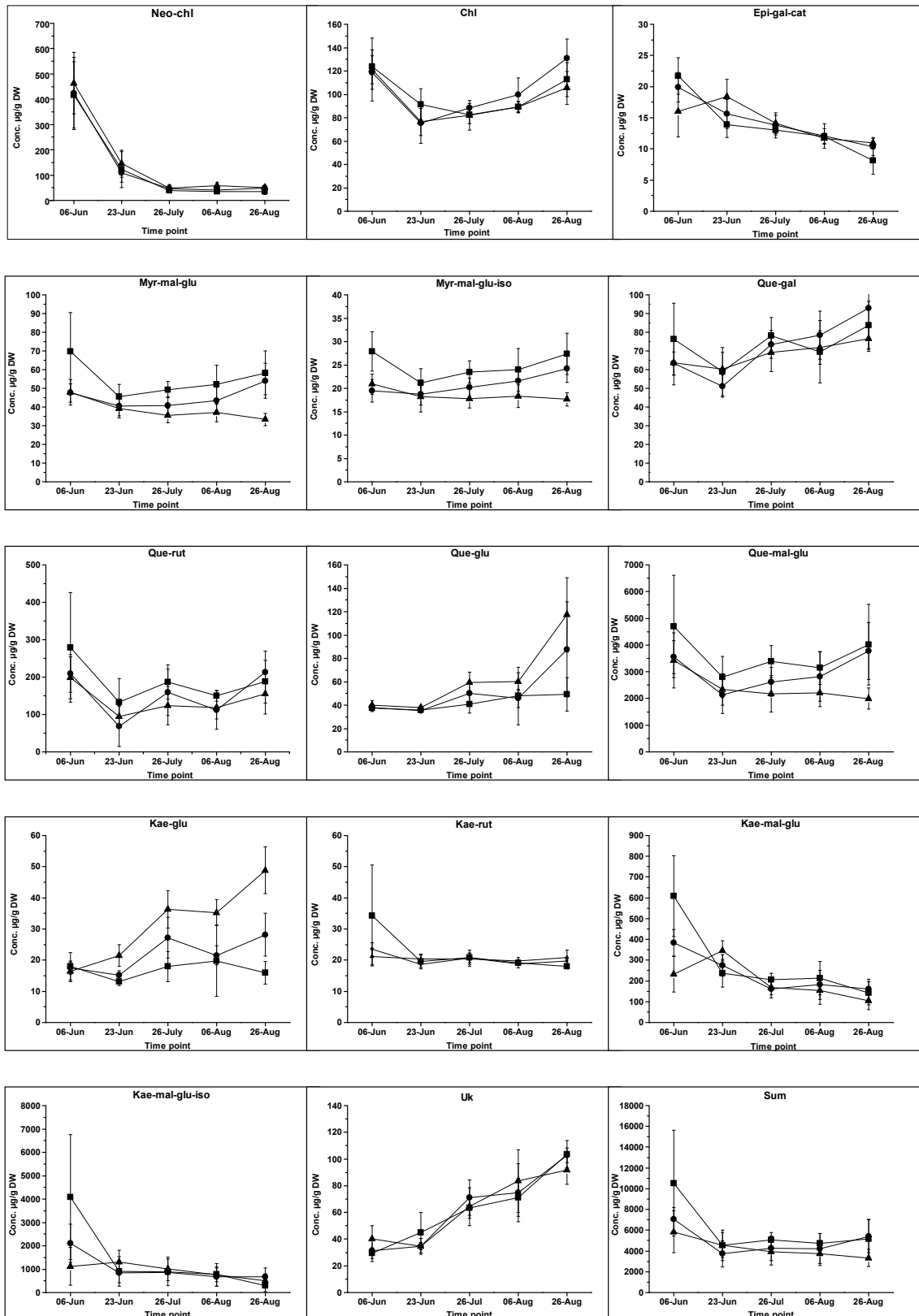
Developmental stage	Location	Ben Finaly	SCRI 8944-13	BRi 9504-2-227	Poesia	Titania
<b>Bud dormancy</b>	<b>Balsgård</b>	67.0	62.6	65.6	51.4	56.8
<b>Bud swell</b>		65.9	60.3	69.0	52.5	58.2
<b>Bud break</b>		55.3	48.5	52.6	46.3	52.0
<b>Bud dormancy</b>	<b>Öjebyn</b>	78.1	67.8	56.1	41.2	48.1
<b>Bud swell</b>		67.2	51.8	47.2	47.4	47.5
<b>Bud break</b>		62.9	45.2	49.2	55.6	50.9



**Figur 1.** Innehåll av totalfenoler i knoppar av svarta vinbär för olika sorter, lokaliteter och utvecklingsstadier insamlade säsongen 2010/2011 (kommer att publiceras).



**Figur 2.** Fördelning av totalfenolhalten i olika individer i förädlingspopulationerna Rib-701 (Ben Hope x BRi 8825-2) samt Rib-702 (Ben Hope x BRi 8916-5) (kommer att publiceras).



**Figur 3.** Variation i innehållet av enskilda fenoler i fullt utväxta svartvinbärsblad under en odlingssäsong (kommer att publiceras).

**Tabell 5.** Spearman's korrelationskoefficienter för olika bladsjukdomar och innehåll av enskilda fenoler i två växtförädlingspopulationer Rib-701 (Ben Hope x BRi 8825-2) samt Rib-702 (Ben Hope x Bri 8916-5).

Population	Sjukdom	Fenol	Spearman's Korrelations koefficient
Rib-701	Filtrost	Catechin	-0.367**
Rib-701	Filtrost	Epicatechin	-0.296**
Rib-701	Filtrost	Kaempferol malonyl glucoside (iso)	+0.358*
Rib-701	Bladfläcksjuka	Neo-chlorogenic acid	-0.321*
Rib-701	Bladfläcksjuka	Kaempferol glucoside	-0.303*
Rib-701	Bladfläcksjuka	Isorhamnetin rutinoside	-0.299*
Rib-701	Bladfläcksjuka	Isorhamnetin glucoside	-0.335*
Rib-701	Mjöldagg	Isorhamnetin rutinoside	-0.296*
Rib-702	Filtrost	Quercetin galactoside	-0.431**
Rib-702	Filtrost	Quercetin glucoside	-0.532**
Rib-702	Filtrost	Quercetin malonyl glucoside	-0.340*
Rib-702	Mjöldagg	Kaempferol malonyl glucoside	+0.399*

## Diskussion

Projektet har resulterat i effektiva metoder för analys av ett brett spektrum av polyfenoler i svarta vinbärs knoppar, blad och bär. Högst totalfenolinnehåll fanns i blad, därefter knoppar och sedan bär. Den detaljerade studien av bär som samlats från fem olika sorter i södra och norra Sverige (på Balsgård respektive Öjebyn) visar att halten av enskilda polyfenoler varierar både beroende på sort och beroende på var sorten odlas. Högst totalfenolhalt och högst askorbinsyrainnehåll fanns i bär som samlats in på Balsgård. Också för flertalet av de enskilda polyfenolerna erhöles högst värde i bär som samlats in på Balsgård. Om den detekterade skillnaden mellan latituder avseende polyfenolinnehållet gäller generellt återstår att undersöka. Många faktorer kan ha bidragit till de erhållna resultaten såsom sorternas klimatanpassning, edafiska faktorer och tillgänglig växtnäring.

De i studien ingående sorterna är inte totalt sett tillräckligt bra för att kunna rekommenderas för nya kommersiella odlingar. Till del handlar det om bristande klimatanpassning vilket manifesteras i otillräcklig samt oregelbunden avkastning och till del om undermålig bärkvalitet. Några av sorterna skulle däremot kunna fungera som avelsmaterial att användas i pågående växtförädlingsprogram med mål att utveckla nya svartavinbärsorter för skandinaviska förhållanden med högt innehåll av bioaktiva ämnen.

Endast genom regelrätta sortförsök är det möjligt att avgöra sortens potential avseende klimatanpassning och därmed sammanhängande avkastning och bärkvalitet. Den stora variationen i innehåll av totalfenoler i bladen i de undersökta växtförädlingspopulationerna visar att det finns goda möjligheter att genom långsiktig växtförädling påverka innehållet av hälsobefrämjande ämnen hos nya sorter enbart genom selektion och med utnyttjande av redan tillgängliga växtgenetiska resurser! Bäst anpassning till lokalklimatet uppnås om selektion av växtmaterialet sker i det klimat där sorterna sedan ska odlas kommersiellt. De mestadels negativa samband som detekterats mellan olika bladsjukdomar och enskilda polyfenoler (förutom kaempferol malonyl glukosid) innebär att ökad halt hälsobefrämjande polyfenoler i bladen också torde innebära en generellt ökad resistens mot bladsjukdomar. Sambanden är dock inte entydiga för de två undersökta populationerna och bör verifieras i framtida studier.

Projektet har även möjliggjort deltagande i "Climafruit" – ett omfattande interregionalt utvecklingsprojekt med syfte att specifikt stärka bärproduktionen i länderna runt Nordsjön som bedrivits 2009-2013 ([www.climafruit.com](http://www.climafruit.com)). I Climafruit har årliga möten ägt rum med forskare, förädlare samt representanter för bärnäringen och andra organisationer i Danmark,



Norge, Tyskland, Sverige och Skottland (UK), då såväl nationella som bilaterala utvecklings- och forskningsansträngningar kring svarta vinbär planerats, genomförts och diskuterats. Via Climafruit har projektet "Ontogenetiska och genetiska effekter på innehållet av hälsobefrämjande ämnen i svarta vinbär" framgångsrikt samverkat med skotska forskare kring analys av specifika polyfenoler i svartvinbärsblad.

### Publikationer inom projektet

- Vagiri M, Ekholm A, Andersson SC, Johansson E, Rumpunen K. 2012. An optimized method for analysis of phenolic compounds in buds, leaves, and fruits of black currant (*Ribes nigrum* L.). *J Agric Food Chem* 60:10501–10510.  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf303398z>
- Vagiri M, Johansson E, Rumpunen K. 2012. Health promoting compounds in black currants - the start of a study concerning ontogenetic and genetic effects. *Acta Hort* 946:427–431.  
[http://www.actahort.org/books/946/946\\_71.htm](http://www.actahort.org/books/946/946_71.htm)
- Vagiri M. 2012. Black currant (*Ribes nigrum* L.) – An insight into the crop. Introductory Paper, Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, SLU Alnarp. <http://pub.epsilon.slu.se/8586/>
- Vagiri M, Ekholm A, Öberg E, Johansson E, Andersson SC, Rumpunen K. 2013. Phenols and ascorbic acid in black currants (*Ribes nigrum* L.): variation due to genotype, location and year. *J Agric Food Chem* 61:9298–9306.  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf402891s>
- Vagiri M, Ekholm A, Johansson E, Rumpunen K. Organ specific diversity in content of polyphenols among black currants (*Ribes nigrum* L). Poster.  
[https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/SE%20-%20Enclosure%2023\\_marts12.pdf](https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/SE%20-%20Enclosure%2023_marts12.pdf)
- Vagiri M, Johansson E, Rumpunen K. Health promoting compounds in black currants – the start of a study concerning ontogenetic and genetic effects. Poster.  
[https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/SE%20-%20Enclosure%2026\\_marts12.pdf](https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/SE%20-%20Enclosure%2026_marts12.pdf)

### Planerade publikationer som ett resultat av projektet

- Vagiri M, Conner S, Andersson SC, Verrall S, Ekholm A, Johansson E, Rumpunen K. Variation in phenolic compounds in black currant (*Ribes nigrum* L.) leaves due to leaf position and harvest date.
- Vagiri M, Ekholm A, Andersson SC, Johansson E, Rumpunen K. Phenols and ascorbic acid in black currants (*Ribes nigrum* L.) buds, leaves and berries: variation due to genotype, location and year.
- Vagiri M, Ekholm A, Andersson SC, Johansson E, Rumpunen K. Association between major leaf diseases and content of polyphenols in black currant (*Ribes nigrum* L.) leaves.
- Vagiri M. Dissertation (hösten 2014).

### Slutsatser (gällande nytta med råd till näringen)

Projektet har bidragit till kompetensuppbyggnad och resulterat i ny kunskap kring svarta vinbär av omedelbar betydelse för odlare, konsumenter, livsmedelsindustri, växtförädlare och forskare. Odling av svarta vinbär kan med fördel ske både i norra och södra Sverige om klimatanpassat växtmaterial används. Såväl sort som årsmån och lokalitet påverkar emellertid innehållet av olika bioaktiva ämnen i svarta vinbär, där sorten har mycket stor betydelse. Generellt hade svarta vinbär som odlats i södra Sverige (på Balsgård) något högre innehåll av askorbinsyra och totalfenoler jämfört med svarta vinbär som odlats i norra Sverige (på Öjebyn) även om för enskilda sorter det omvända kan gälla. När det gäller innehållet av

enskilda fenoler är bilden inte lika entydig även om de flesta undersökta ämnena förekom i högst halt i bär som odlats i södra Sverige. Även knoppar och framförallt blad av svarta vinbär är mycket rika på fenoler och är därmed intressanta råvaror för utveckling av t ex innovativa hälsoprodukter. Sortvalet och odlingslokalitet måste emellertid anpassas till produkt för att optimera såväl det ekonomiska som kvalitetsmässiga utbytet av kulturen.

### **Resultatförmedling till näringen**

Slutliga projektresultat kommer att sammanfattas populärt i ett faktablad vid LJT-fakulteten som publiceras hösten 2014 i samband med planerad disputation för doktoranden Michael Vagiri.

Preliminära projektresultat har redovisats vid tre miniseminarier inom Climafruit projektet som finns tillgängliga för nedladdning via [www.climafruit.com](http://www.climafruit.com). Där informerades också om projektet i ett pressmeddelande som en del i Climafruit satsningen vid dess start. <https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/ClimafruitSweden%20artikel%202010.pdf>

Information om projektet har förmedlats till bär odlare vid Hook-konferensen dec 2012.

<https://djfextranet.agrsci.dk/sites/climafruit/offentligt/Documents/2013%20-%20SE-Enclosure%2014.pdf>

Information om projektet har också lämnats via pressmeddelande på SLFs hemsida 20120323. <http://lantbruksforskning.se/filearchive/1/10192/Prm%2023%20mars%20Nyttiga%20ämnen%20i%20svarta%20vinbär.pdf>

Information om projektet har lämnats i intervjuer för flera olika tidskrifter t ex svenska livsmedel 20130626.

<http://www.svenskalivsmedel.se/Artiklar/Artikelarkiv/tabid/1245/ItemId/877/View/Details/AMID/2897/Default.aspx>