



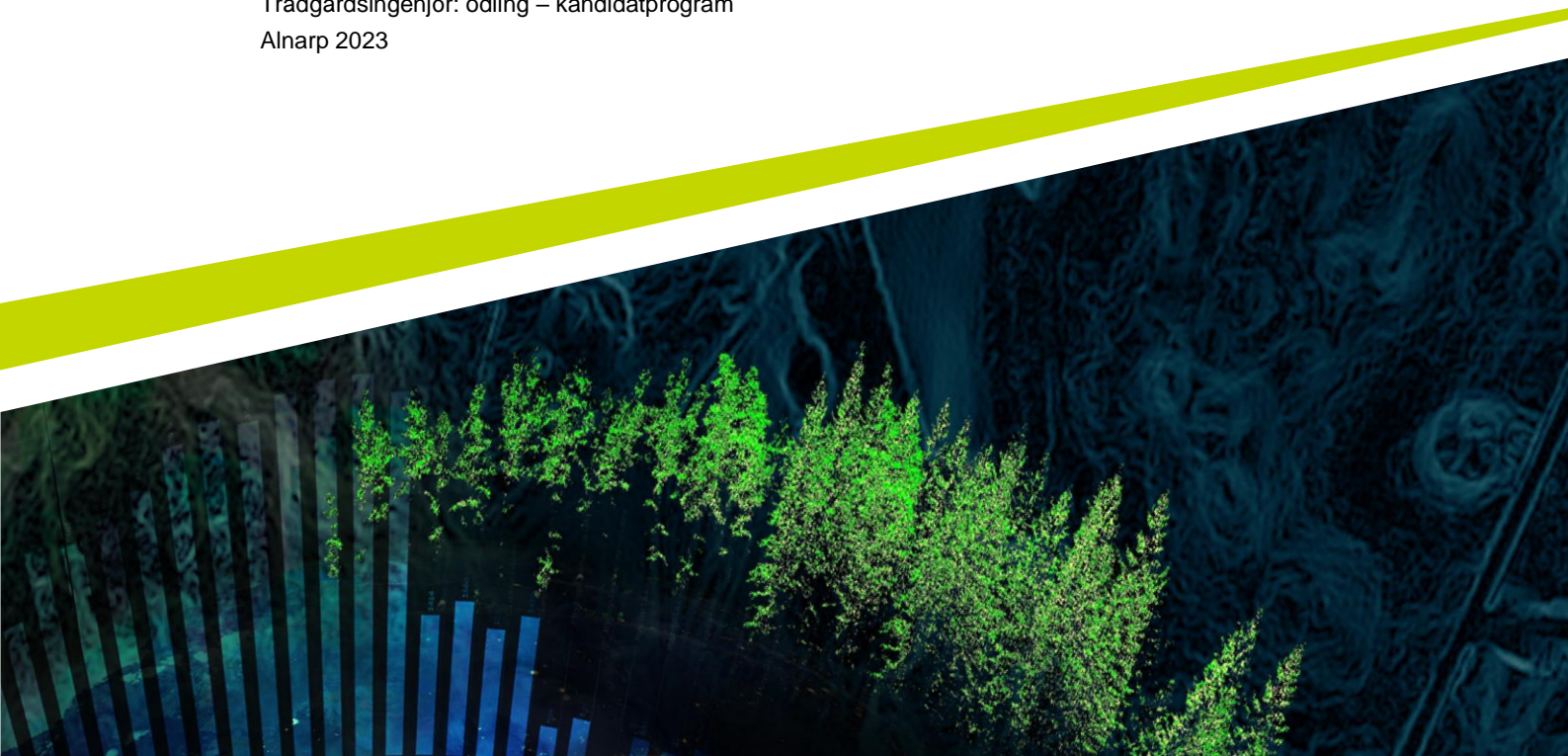
# Söta svarta vinbär - Kartläggning av kvalitetsegenskaper med fokus på antocyaniner

---

*Sweet black currant's – Mapping of quality characteristics with focus on anthocyanins*

Anna Hallin Lundberg

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi  
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram  
Alnarp 2023





*Bild: Anna Hallin Lundberg, 2023.*

# Söta svarta vinbär - Kartläggning av kvalitetsegenskaper med fokus på antocyaniner

*Sweet black currant's - mapping of quality characteristics with focus on anthocyanins*

Författarens namn: Anna Hallin Lundberg

**Handledare:** Kimmo Rumpunen, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för växtförädling  
**Bitr. handledare:** Anders Ekholm, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för växtförädling  
**Examinator:** Lars Mogren, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0844

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Biosystem och teknologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2023

**Serietitel:**

**Delnummer i serien:**

**ISSN:**

**Nyckelord:** HPLC, titrerbar syra, BRIX, upplevd sötma, löslig torrs substans, hälsoaspekter, *Ribes nigrum*

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Svarta vinbär, *Ribes nigrum*, är ett bär med lång historia i Sverige och har många kvalitativa egenskaper inte minst ur ett hälsoperspektiv. Dock faller inte detta bär alla i smaken på grund av dess sura smak, därför har förädling med fokus på att få fram en sötare smak utförts vid SLU. Kvalitetssegenskaper hos sju selektioner framtagna på Balsgård, varav fyra sortkandidater med sötare smak, analyserades i laboratorieförsök. Det som undersöktes var halten av totalsyra genom titrering, löslig torrs substans med refraktometer (Brix-värde), kvoten mellan löslig torrs substans/ titrerbar syra och innehållet av antocyaniner med HPLC. Antocyaniner bidrar till svarta vinbärs hälsorelaterade egenskaper och därför lades det extra fokus på just dessa, både under den laborativa delen och i den mindre litteraturstudien som utgör bakgrunden. Efter genomförda analyser kunde det konstateras att de utvalda sortkandidaterna hade högre kvot löslig torrs substans/ titrerbar syra och lägre totalsyrainnehåll än övriga selektioner, och att alla selektioner innehöll varierande mängd och proportioner av de fyra vanligast förekommande antocyaninerna.

*Nyckelord:* HPLC, titrerbar syra, BRIX, upplevd sötma, löslig torrs substans, hälsoaspekt, *Ribes nigrum*,

## Abstract

Blackcurrant, *Ribes nigrum*, is a berry with a long history in Sweden and has many qualitative properties, not least from a health perspective. However, because of its sour taste, this berry is not to everyone's liking therefore breeding with a focus on getting a sweeter taste has been done. Seven selections produced at Balsgård, including four advanced selections with perceived sweet taste, were analyzed in laboratory experiments. What was examined was the content of acid by titration, sugars via BRIX, the ratio between sugar/acid and the content of anthocyanins by HPLC. Anthocyanins are one of the factors to the health-related aspects of black currants, and therefore extra focus was placed on these, particular during the experiments and in the smaller literary study that is the background. After the tests were carried out, it was revealed that the advanced selections had higher sugar/acid ratio and lower content of titratable acidity compared to the other selections, and that all selections contained varying amount and proportions of the four most commonly occurring anthocyanins.

*Keywords:* HPLC, titration, BRIX, perceived sweetness, sugar content, health, *Ribes nigrum*

# Tack.

Inledande vill jag först av allt rikta ett stort tack till min Handledare Kimmo Rumpunen för många värdefulla lärdomar, som bland annat inkluderat att det blir ett vetenskapligt arbete även om man gör misstag. Ett självklart tack även till Anders Ekholm för att grundligt ha delat med sig av sin tid och sina oumbärliga kunskaper om HPLC och andra viktiga redskap i labbet. Tack också till Lars Mogren som examinator tagit sig tiden att bedöma detta arbete. Jag vill även skicka ett varmt tack till alla kursledare, lärare och föreläsare som gett mig tillräckligt med kunskap för att kunna genomföra detta och komma ut klokare på andra sidan. Ett särskilt tack vill jag ge min syster för hennes oändliga stöd och tro på min förmåga.



# Innehåll

<b>1. Bakgrund</b>	<b>8</b>
1.1. Inledning	8
1.1.1. Ursprung	8
1.1.2. Innehållet och dess användningsområden	10
1.2. Analysmetoder	13
1.2.1. Löslig torrsubstans - Brix	13
1.2.2. Titring	13
1.2.3. Kvot mellan Socker och Syra	13
1.2.4. HPLC	13
1.3. Syfte & Frågeställning	14
1.3.1. Förväntningar	14
1.3.2. Avgränsningar	14
<b>2. Material och metod</b>	<b>15</b>
2.1. Provberedning	15
2.2. Analys av lösligtorrsubstans via BRIX	17
2.3. Mätning av titrerbar syra	17
2.4. HPLC	18
2.4.1. Statistik	19
<b>3. Resultat</b>	<b>20</b>
3.1. Visuella skillnader och vikt	20
3.2. Löslig torrsubstans	20
3.3. Titrerbar syra	21
3.4. Socker/Syra kvot.	21
3.5. HPLC	21
3.6. Korrelation	23
<b>4. Diskussion och slutsats</b>	<b>24</b>
4.1. Metoddiskussion	24
4.2. Resultatdiskussion	25
<b>5. Slutsats</b>	<b>27</b>
<b>6. Referenser</b>	<b>29</b>
<b>7. Bilagor</b>	<b>31</b>

# 1. Bakgrund

Svarta vinbär – *Ribes nigrum*

## 1.1. Inledning

Svarta vinbär innehåller många ämnen kopplade till hälsoaspekter, trots detta är odlingen av svarta vinbär i Sverige begränsad. Nya sötare selektioner av svarta vinbär har tagits fram vid SLU Balsgård med syfte att bättre passa kommersiell odling och konsumenters smakpreferenser. Detta utan att påverka innehållet av nyttiga ämnen. I denna studie har sju lovande selektioner, varav fyra sortkandidater, analyserats avseende fyra olika egenskaper. Detta med syfte att kartlägga utvalda kvalitetsegenskaper. Inklusivt egenskaper av hälsorelevans, för att kunna motivera en större odling av svarta vinbär.

Det svenska namnet ”svarta vinbär” och dess latinska namn *Ribes nigrum* anspelar båda på den mörka färg som bären har. Förutom huvudsyftet att via frön sprida denna buskes genetiska material vidare har bären många egenskaper som människan finner intressant. (Hummer & Dale 2010) Sverige har en lång historia av att odla svarta vinbär både för att förtära det i njutnings syfte, så som safter och sylter, men också i medicinskt bruk mot diverse åkommor. (Martinsson & Ryman 2008)

Majoriteten av de producerade bären används främst för andra ändamål än direkt konsumtion. Detta är bland annat relaterat till att svarta vinbär vanligen har en sur smak som många sötar för att mildra. Denna sötning är dock ur hälsoperspektiv inte det allra bästa och på senare tid har strävan efter en nyttigare livsstil ökat (Cortez & Gonzalez de Mejia 2019). Detta har skapat ett behov av förädling av nya sorter där smaken inte kräver tillsats, av exempelvis socker, och bärets hälsosamma egenskaper förblir bibehållna.

### 1.1.1. Ursprung

Svarta vinbär, som även går under namnet tistron, hör till ordningen Saxifragales och till familjen Grossulariaceae, dit även röda vinbär (*Ribes rubrum*), och krusbär (*Ribes uva-crispa*) sorteras in under. (Hummer & Dale 2010). Svarta vinbär är nativa till Europa och Asien. I Sverige har busken odlats sedan 1500-talet och bären



kunde hittas att köpa på apoteken på grund av sitt innehåll av bland annat c-vitaminer och användes då mot mag- och halsbesvär. De kunde då hittas under namnet *baccae ribis nigri*. (Martinsson & Ryman 2008) Det är inte bara svarta vinbär som har en historia som medicinalväxt utan större delen av genuset *Ribes* har använts runt om i världen till olika remedier. Användningsområdena har inkluderat behandling mot glaukom (ögonsjukdom), hjärt- och kärlsjukdomar, magbesvär, hepatit, hyperlipidemi (onormala nivåer av lipider i blodet) och högt blodtryck. Detta nyttjande kan kopplas till de bioaktiva ämnen som förekommer i släktet. Användningsområdena mer specifikt för svarta vinbär har, utöver de redan nämnda, inkluderat behandling mot reumatism, artrit, andningsrelaterade besvär, snabba på sårhäkning och vid mag- och tarmsjukdomar såsom diarré. (Sun et al. 2021). Svarta vinbär växer även vilt i Sverige bland annat förekommande längs kusterna vilket namnet av vissa öar i skärgården vittnar om med namn som "Tistronskär". (Martinsson & Ryman 2008).

Odlingen och förädling av svarta vinbär började utvecklas under tidigt 1900-tal men det var inte förrän under 50-talet som den etablerades mer kommersiellt. Efter det så har produktionen fluktuerat åtskilligt. De sorter som i Sverige tidigast etablerades var främst från Storbritannien, Nederländerna och även Finland, men även sorter från Tyskland och USA. Mycket av förädlingsarbetet i Sverige har skett via Alnarp och Balsgård. Under 1970-talet ledde professor Viktor Trajkovski förädlingsarbetet av bl.a svarta vinbär på Balsgård. Där kom sorter som 'Polar' (1992) och 'Stor Klas' (1986) att tas fram. Det är inte bara från Balsgård och Alnarp som det kommit sorter. Matproducenterna Findus kom på 70-talet ut med sorten 'Astrid' med syfte att produceras för att frysas ned. Forskningsstationen i Öjebyn har varit en annan viktig plats för sortförädling, framför allt när det kommit till de nordligare sorterna som producerats. Vidare har även lokala sorter runt om i Sverige uppkommit under årens gång. (Hjalmarsson 2020)

### *Odling i Sverige*

Svarta vinbär odlas i Sverige ända upp i de nordligaste länen. Största delen av odlingen sker i Norrbotten (Enocksson 2017). Arealen som det odlas på har varit relativt jämn under de senaste 10 åren och ligger på strax över 300 ha med en avkastning på ca 360 ton per år (Jordbruksverket 2017). Statistik från Jordbruksverket 2020 visar även den på att denna areal är relativt statisk. (*Trädgårdsproduktion 2020*) Majoriteten av de svarta vinbär som odlas i Sverige konsumeras inte direkt utan säljs för vidareförädling, exempelvis som saft, gele och sylt. (Rumpunen 2011). Sveriges klimat passar svarta vinbär bra då buskarna trivs med milda somrar och kalla vintrar. Vissa klimatfaktorer såsom för höga temperaturer, kan ha negativ effekt på innehållet av ämnen i bären och kan även orsaka skador på bladen. Om det förekommer för höga temperaturer under vintern, den tid på året som ska vara viloperiod för växten, kan detta ha negativ effekt på

bl.a brytande av knoppvila och hur och när blomningen sker, detta kan ha effekt på bärens kvalitet. (Vagiri 2012). Svarta vinbär har en tendens att drabbas av allvarliga sjukdomar och växtskadegörare. Exempelvis bladsjukdomen mjöldagg (*Sphaerotheca mors-uvae*) och virusvektorn vinbärsgallstekeln (*Cecidophyopsis ribis*) som sprider svarta vinbärs reversionsvirus (BRV) som kan göra busken steril. Dessa har båda en negativ effekt på buskens produktion av bär både kvalitativt och kvantitativt. Mycket av den förädling som sker i Europa och Sverige har haft fokus på motståndskraftiga och resistent sorter (Rumpunen 2011). Vidare har kultivering av svarta vinbär i Sverige satt krav på hur de olika sorterna hanterar det kallare klimatet jämfört med längre ner i Europa. Detta har lett till att sorter utvecklats med bättre anpassning till det tempererade klimatet i norra Europa. (Vagiri 2012) Även inom Sverige gäller denna anpassning efter mer lokala förhållanden då svarta vinbär är en dagslängdsberoende växt. Några av de sorter som odlats på de nordligare breddgraderna är 'Brödtorp', 'Hildur', 'Storklas', 'Sunderby II' och 'Öjebyn' (Carlsson 1990)

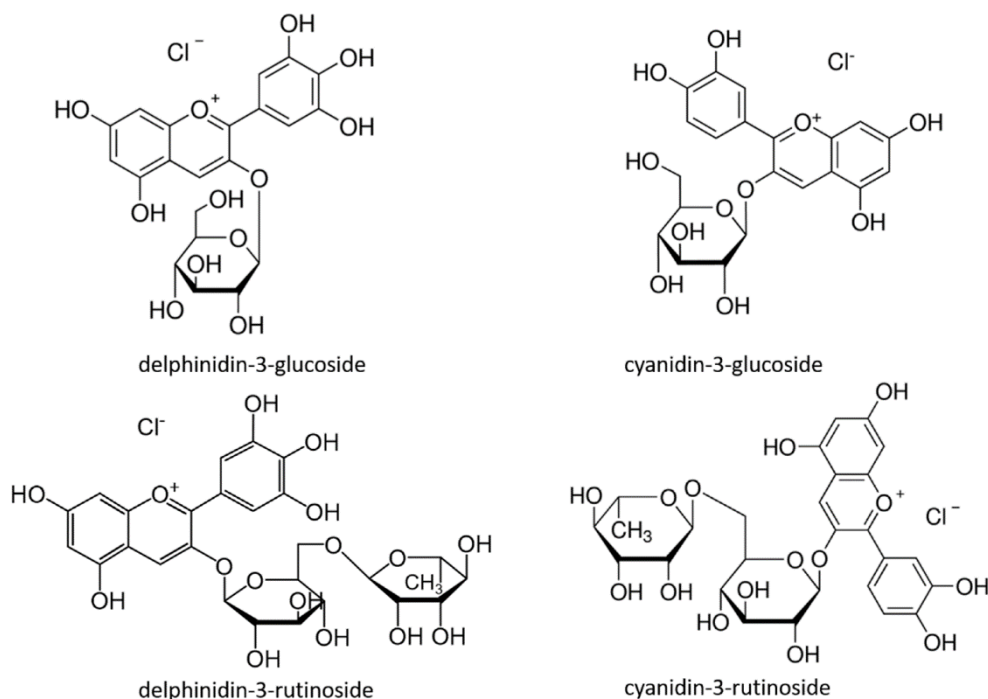
### 1.1.2. Innehållet och dess användningsområden

Att svarta vinbär länge använts som medicinalväxt i bland annat Sverige har fler förklaringar än att de är anpassande till klimatet. Ämnen som kan hittas i bären inkluderar bland annat askorbinsyra, också känt som vitamin C, och olika flavonoider som ofta förknippas med positiva effekter på hälsan. (CABI 2019). Vitamin C brukar kunna uppmätas från 50 mg per 100 mL saft från bären (Rumpunen 2011) till över 350 mg per 100 mL bärsaft. Vidare innehåller bären ca 4% citronsyra, fruktos mellan ca 2,4-3,7% och glukos ungefär 2,6-3,5%. Variationer sker på innehållet beroende på sort, växtplats och klimat. (CABI 2019)

Flavonoider går in under en substansklass förekommande i växter som kallas för sekundära metaboliter. Det är ämnen som inte är nödvändiga för växten att producera för att fullfölja sin livscykel. Metaboliterna har bred variation och specificitet i växtriket. De tre största klasserna är terpenoider, alkaloider och fenoler. Funktionerna av dessa substansklasser varierar mellan och inom växterna. Vanligt förekommande är att ämnena har någon form av interaktion med omvärlden. Ofta kan de produceras i syftet att locka till sig pollinatörer i form av dofter och vackra färger eller som en del av växtens försvar, som gifter eller ur skadegörarens synpunkt illasmakande sammansättningar. Många av de ämnen som förekommer i växten med en specifik roll kan i människan ge en helt annan effekt, det är just en del av dessa sekundära metaboliter som bidrar till att vi konsumerar vissa växter mer än andra. Exempel är nikotin och koffein som människan -frekvent förtär (Taiz et al. 2022). Inom klassen flavonoider finns ämnen som har en tendens att uppfattas smaka surt eller bittert. Gemensamt för de olika molekylerna är en eller flera fenylyngar med en eller flera hydroxygrupper bundna till dem (Figur 1). Flavonoider hittas ofta i naturen bundna till socker, organiska syror, estrar och

ibland även som fria aglykoner. De kan delas in i undergrupper som bl.a inkluderar flavanoler, isoflavanoler och antocyaniner som i sin tur ytterligare kan delas in i fler kategorier. (Staszowska-Karkut & Materska 2020)

Svarta vinbär innehåller askorbinsyra och antocyaniner. De har bland annat funktionen som antioxidanter, de kan alltså motverka oxidativ stress, detta både inom växten och människan. Just antocyaniner bidrar även till den karakteristiska mörkt blå-lila färgen som kännetecknar svarta vinbär. De vanligast förekommande antocyaninerna i svarta vinbär är cyanidin-3-rutinoside, delphinidin-3-rutinoside, delphinidin-3-glucoside och cyanidin-3-glucoside. (Cortez & Gonzalez de Mejia 2019).



Figur 1. Vanligast förekommande antocyaninerna i svarta vinbär. (Šimerdová et al. 2021)

Antocyaniner har fått allt större fokus inom forskningen särskilt när det kommer till dess möjliga funktioner inom medicin. Svarta vinbär är en av de största naturligt förekommande källorna av antocyaniner vilket ger dem en del i detta. (Yang et al. 2019) Nyligen har studier gjorts på antocyaninernas potential som inhibitor för  $\alpha$ -glucosidas för behandling av typ 2 diabetes. Antocyaninerna i en studie var extraherade från blåbär, blåtroy och svarta vinbär. Resultaten visade på positiva framtidsutsikter att använda dessa ämnen som potentiell inhibitor. (Zhang et al. 2019).

Ytterligare har det även undersökts hur dessa flavonoider kan motverka bröstcancer och förbättra blodflödet hos människan. (Nanashima et al. 2017). När det kommer till just blodflödet har antocyaniner effekten att kunna hämma högt blodtryck (hypertension). Hypertension är ofta förknippad med brist på kväveoxid, NO. Kväveoxid har i kroppen funktioner som reglerar just blodtryck, kärlvidd men

även reaktioner i nervsystemet och immunförsvaret. Extrakt på svarta vinbär har visat sig kunna öka syntetisering av kväveoxider och i sin tur bidra till att sänka risken för vissa kärlsjukdomar. Dessa effekter har kunnat härledas till specifika former hos antocyaniner, bland annat hos de fyra vanligaste funna i svarta vinbär. Exempelvis har den ovannämnda positiva effekten mot diabetes härletts till delphinidin-3-rutinoside (Liu et al. 2021)

Nervsystemet har också visat sig påverkas av upptag av antocyaniner från bland annat svarta vinbär. Antocyaniner har genom att de har en glukosmolekyl kopplat till sig en förmåga att kunna passera genom den väldigt selektiva blod-hjärnbarriären, som är till för att skydda hjärnans nervceller. Detta föreslås kunna ha en skyddande effekt på nerverna och därmed kunna ha en förebyggande effekt mot Alzheimers och även Parkinsons. Båda är sjukdomar orsakade av dysfunktion och nedbrytning i nervsystemet. (Liu et al. 2021)

Inom området ögonsjukdomar har antocyaniner kunnat kopplas till välgörande och förebyggande effekter. Mycket på grund av deras samspel med blodflödet i kroppen och i detta fall mer specifikt ögonen. Den ögonsjukdom som är den största orsaken till blindhet i världen är glaukom. Denna sjukdom, som det finns flera varianter av, orsakas av högt tryck i ögonen som i sin tur skadar nerver. Ett stabilt blodflöde som motverkar ansamlingar av vätska kan både förebygga och motverka detta (Nomi et al. 2019). Cyanidin-3-rutinoside, delphinidin-3-rutinoside, delphinidin-3-glucoside och cyanidin-3-glucoside från svarta vinbär har kunnat länkas till detta och även till effekter på myopi. (Liu et al. 2021) Myopi är en form av närsynthet där föremål på långt håll förefaller suddiga. Även här finns olika former av tillståndet. Den främsta orsaken är kontraktioner i musklerna som är med och kontrollerar ögonens rörelse och fokus. Här har återigen antocyaniner visat sig kunna ge viss positiv respons då de kan hjälpa musklerna att slappna av. Just delphinidin-3-rutinoside har dessutom kunnat kopplas till mer förebyggande inverkan hos musklerna i ögonen. (Nomi et al. 2019)

Även inom skönhetsbranschen har svarta vinbär väckt intresse med sitt höga antocyanin innehåll. Detta främst för dess effekt på kollagen och elastin som bland annat är byggstenar i huden. En studie gjordes där dessa effekter undersöktes mer noggrant. Den visade att råttor som fått tre månader med antocyanin-rikt extrakt från svarta vinbär fick ökad produktion av kollagen och elastin. (Nanashima et al. 2018).

Att antocyaniner har egenskapen att ge färg används också, exempelvis inom livsmedelsindustrin där det ses som ett hälsosamt alternativt färgämne. Dock är detta användningsområde inte perfekt då antocyaninerna till viss mån är relativt instabila jämfört med vissa syntetiska färgämnen. De riskerar att oxidera (brunfärgas) eller förändras under påverkan av värme, ljus, socker och ändrat pH. (Yang et al. 2019)

## 1.2. Analyismetoder

### 1.2.1. Löslig torrs substans - Brix

Att kunna uttala sig om hur mycket socker en råvara eller produkt innehåller kan säga mycket om kvalitetsegenskaperna gällande bland annat smak, hälsa, textur och hållbarhet. Det finns många olika tillvägagångssätt för att mäta sockerinnehåll. Ett av de vanligast förekommande och enklaste är att använda en refraktometer. Refraktometern mäter löslig torrs substans beroende på olika ämnens förmåga att bryta ljus, där olika sockerarter bidrar allra mest. BRIX-värdet ger därför en ungefärlig procentuell skattning av sockerinnehållet eftersom andra lösta ämnen i provet också kan påverka resultatet. (Jaywant et al. 2022)

### 1.2.2. Titring

För att bestämma mängden/koncentrationen av syra i juice kan titring med en bas användas. Vanligen används natriumhydroxid. Metoden är baserad på att mäta volymen som gått åt för att neutralisera det ämne som ska bestämmas. En indikator används för att se när ekvivalens har uppnåtts mellan ämnena. Indikatorn kan variera beroende på vad som ska testas och metod. Till detta appliceras ofta ett ämne som ändrar färg vid neutralisering eller så används pH-mätning. (Rumpunen 2015) Citronsyra är den huvudsakliga syran i svarta vinbär (Vagiri 2012).

### 1.2.3. Kvot mellan Socker och Syra

Den upplevda smaken hos bäret har inte enbart med mängden socker eller syra att göra utan även förhållandet mellan dessa. Högre kvot mellan socker och syra kan kopplas till större upplevd sötma. (Rumpunen 2015)

### 1.2.4. HPLC

I och med att molekyler har olika egenskaper så som massa och polaritet går det att via olika separationsmetoder analysera vilka som finns i prov. HPLC (högtrycksvätskekromatografi) är en av dessa metoder. Vid HPLC-analys finns det en rörlig och en stationär fas. Den rörliga fasen är i HPLC en vätska som provet injiceras i. Den stationära fasen finns i en kolonn och är en matrix som provet och den rörliga fasen får passera igenom. I kolonnen fastnar och fördröjs molekyler på olika sätt beroende på dess egenskaper så som polaritet, storlek och laddning. Den tid där olika molekyler separeras från ämnet går att avläsa på ett spektra, ett kromatogram, och tidpunkten samt arean eller topphöjden kan användas för att identifiera vilken och hur mycket av denna molekyl som förekommer i provet. (Gerczei 2014)

## 1.3. Syfte & Frågeställning

Att känna till innehåll och mängd av olika ämnen i svarta vinbär är viktigt då flera ämnen kan kopplas till bland annat smak och olika hälsorelaterade aspekter. Både övergripande och detaljerade analyser kan hjälpa till att förutse dessa effekter och användningsområden beroende på vad som påträffas.

Syftet med denna studie är att mäta bärstorlek och analysera innehållet av löslig torrs substans, totalsyra och de mest förekommande antocyaniner hos olika selektioner av svarta vinbär. Aktuella frågeställningar som undersökningen ska ge svar på är huruvida selektionerna skiljer sig från varandra i olika egenskaper och om det finns olika korrelationer mellan de studerade egenskaperna samt hur resultaten förhåller sig till tidigare publicerade resultat.

### 1.3.1. Förväntningar

Förväntning gällande antocyaniner är att de fyra vanligast förekommande i svarta vinbär kommer att framträda via HPLC inom alla selektionerna. Dock är det troligen relativt lite totalt antocyanin-innehåll då testerna har utförts på främst juice och inte på enbart skalen. Det bör vara mindre titrerbar syra i de nya selektionerna som har sötare upplevd smak jämfört med traditionella sorter. En viss variation är förväntad i resultaten av titrerbar syra. Gällande löslig torrs substans är förväntningen att det är variation mellan selektionerna men inget som går att hänvisa till om de har låg eller hög titrerbar syra.

### 1.3.2. Avgränsningar

En avgränsning är att inte utföra fler än fyra analyser, vidare begränsning är att dessa utförs på bären och ej andra delar av busken. Sedan är det främst på juicen som analyserna behandlar. Antalet selektioner som används är ytterligare en begränsning. Denna analys kommer inte titta på vad som kan ha påverkat innehållet utöver sortskillnader och korrelationer mellan resultaten.

## 2. Material och metod

Analysen utfördes på sju selektioner av svarta vinbär, inklusive fyra med sötare upplevd smak, framtagna och skördade på Balsgårds försöksodling juli 2021. Där har de även frusits in och proverna var frusna vid ankomst till Alnarp där analyserna sedan utfördes enligt nedan. Följande selektioner användes:

1. JK 19-090
2. JK 21-128
3. JK 29-102
4. JK 29-111
5. JK 29-114
6. JK 30-001
7. JK 37-041

Selektionerna gick under arbetsnamn "S1" – "S7", efter ordning ovan uppräddade, under analyserna. 3 biologiska replikat användes från varje selektion. De gick under arbetsnamn "R1"-"R3" och skrevs in i provnamnet efter sorten. Ex. S2R3 syftar till JK 21-128 och replikat nr 3 från denna selektion. Det var extraktet, juicen, från enzymerade och homogeniserade bär som analyserades.

### 2.1. Provberedning

#### *Dag 1*

- Märkte alla provrör med vilken selektion och replikat. 21 provrör som rymmer 50mL användes, en för var selektion och biologiskt replikat.
- Tog i tur och ordning ut en selektion ur frysen och plockade 20 bär i tre provrör och vägde dem tillsammans. Vikterna skrevs in i Excel och medelvikt, standardavvikelse och variationskoefficient beräknades. Noterade eventuella visuella och sensoriska skillnader.
- Tog med de fyllda provrören och placerar dem i frysen när ny sort hämtades.



- Alla provrör ställdes i frysen tills vidare beredning skulle utföras.

### *Dag 2*

- Bären togs ur frysen ca 2 h innan homogenisering utfördes.
- Homogenisering skedde med en labb-homogenisator direkt i provrören bären förvarades i. Maskinen sköljdes av med destillerat vatten mellan proven.
- Efter att alla proven homogeniserats tillsattes 10  $\mu\text{L}$  panzym pro för att få bättre separation av antocyaninerna. Rören vortexades ca 10 sekunder för att få enzymet i hela provet.
- Ett provrörställ med proverna i täcktes med svart plast och fick stå till dagen efter i rumstemperatur för att ge enzymet tid att verka.

### *Dag 3*

- Löste 3 gram metafosforsyra i 100 mL vatten för att få en lösning på 3%. Metafosforsyra hjälper antocyaninerna att stabiliseras så att analyser kan utföras utan att riskera att ämnet bryts ned och ändras lika fort.
- Proverna vägdes och balanserades för att kunna utföra säker centrifugering.
- Proverna centrifugerades i 10 min i 4200 rpm
- Pipetterade 950  $\mu\text{L}$  3% metafosforsyra i eppendorfrör, 3 för vardera selektion (21 totalt) inför HPLC
- 50  $\mu\text{L}$  av svarta vinbärsproven pipetterades i vardera eppendorfrör.

Analys av löslig torrs substans och syra utförs på prover utan tillsats av metafosforsyra.

Proverna i eppendorfrören förvarades i kylskåp och proverna i 50 mL provrören i frys i väntan på analys.

## 2.2. Analys av lösligtorrsubstans via BRIX

En stationär digital refraktometer användes vid mätningen.

- Droppade destillerat vatten på mätaren och nollställde den.
- Sedan droppades en droppe av svartavinbärsextraktet på provplattan och provet lästes av. Detta upprepades 2 gånger för varje prov. Nollställde mellan varje med destillerat vatten.
- Resultaten noterades i Excel och variationskoefficient beräknades.

## 2.3. Mätning av titrerbar syra

Analysen utfördes på svartavinbärsextrakt som ej fått metafosforsyra tillsatt. Det används en Automattitrerare av märket SI Analytics. Temperaturen var 20°. Basen som användes var 0,1 N NaOH och tillfördes till lösningen i doser om 0,005 mL (max 2 mL/min). Titreraren var inställd på att stanna till vid pH 7 och 8,2 och utföra en avläsning.

- pH-mätaren kalibrerades.
- 30 mL destillerat vatten hälldes i en bägare sedan pipetteras 1000 $\mu$ L (1 mL) av svartavinbärsextraktet ned i bägaren som var under konstant omrörning av en magnetomrörare.
- pH mätaren och pipetten som tillförde basen till provet sänktes ned och provet fick ett namn och sedan startades titreringen.
- Läste av start-pH, volym vid pH 7 och vid pH 8,2. Noterade direkt i Excel
- Sköljde av pH mätaren mellan varje försök. Tömde provet, fyllde upp med nytt dubbeldestillerat vatten och pipetterade ett nytt prov.
- 2ggr för varje replikat.

Medelvärde, standardavvikelse och variationskoefficient beräknades. Två prover gjordes om då de uppvisade över 10% variationskoefficient. Beräkningar utfördes för att få resultaten som % citronsyra.

## 2.4. HPLC

Kolonnen som användes för analys av antocyaniner i denna HPLC analys var av storleken 150 x 3,0 mm. Den stationära fasen i kolonnen bestod av kisel och C18 (kol) med partikelstorlek 3 µm och är en så kallad omvänd fas. Analysen genomfördes med en gradient som utgjordes av två mobila faser, 2 % metansyra (även kallad myrsyra) och 100% metanol. Gradienten ställdes in som följande där A är metansyra och B metanol: 0-4 minuter A: 95-80 B: 5-20. 4-8 minuter A:80-75 B: 20-25. 8-10 minuter A: 75-10 B: 25-90. 10-10.30 minuter A: 10-95 B: 90-5. 10.30 -13 minuter A: 95 B:5. Huvudabsorbansen för antocyaninerna är våglängd 520 nm. Det användes en UV-detektor inställd på denna våglängd till HPLC:n för att kunna läsa av detta. Övriga inställningar i metoden var: Tid 13 minuter. Temperatur 50°C. Injektionsvolym 10 µL. Flödes hastighet 0,8 % (0,800 mL/minut). Fyra standarder användes för att kunna fastställa vilka antocyaniner som eventuellt framkom i analysen. Det var standarder för delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-rutinoside och cyanidin-3-rutinoside. (Šimerdová et al. 2021)

- Proverna togs fram ur frysen för tidning och sedan centrifugerades de i 5 minuter med 15 000 rpm.
- 800 µL från extraktet i eppendorfrören pipetterades ned i HPLC vialer. 21st, ett för varje prov, och två extra för att kunna användas till att säkerhetsställa metoden innan analysen på proverna utfördes.
- En lösning på 2% metansyra beredes genom att ta 490 mL dubbel destillerat vatten och 10 mL ren metansyra.
- En HPLC vial gjordes i ordning med 3% metafosforsyra för att fungera som blank i analysen.
- Förberedelse av standarderna utfördes. Detta genom att de vägdes upp och späddes med 2% metansyra till en koncentration av 1 mg/mL. En vial för var standard.
- Vidare gjordes en spädningskurva med standarderna. En med en blandning av standarderna, 0,5 mL från vardera och sedan 1 mL metansyra vilket gav en koncentration på 0,25 mg/mL. Från denna fördes 1 mL över till en ny vial och tillsätts 1 mL metansyra vilket ger 0,125 mg/mL och i sista spädningsstegen var koncentrationen 0,0625 mg/mL efter att samma steg upprepats.
- Analyserna placerades i rätt fack i HPLCn och var vials position noterades och antecknades.

- Analysen utfördes med standarderna och blanken i början. Sedan de olika selektionerna och avslutades med att göra om en av de blandade standarderna (0,125 mg/mL).

Analyserna tog mellan 7-8 h och sedan sparades data ned på ett USB.

#### 2.4.1. Statistik

Beräkningar och diagram är gjorda i Excel. Korrelationsanalys (Pearsson) och variansanalys (ANOVA) följt av Fisher LSD post hoc test utfördes i Minitab för att verifiera signifikanta skillnader mellan proverna. Signifikans bokstäver användes för att tydliggöra skillnader mellan selektionerna, värden som inte delar bokstav är signifikant åtskilda.

## 3. Resultat

Resultaten presenteras som medelvärdena framtagna och beräknade av de biologiska och tekniska replikaten.

### 3.1. Visuella skillnader och vikt

S1.JK 19-090: Större bär och mild doft.

S2.JK 21-128: Doftade mycket och storleksmässigt mittemellan de andra selektionerna, mest större bär.

S3.JK 29-102: Något fler små bär och även mindre doft. Dock de som var stora föreföll större.

S4.JK 29-111: Majoriteten stora bär men en del små. Doftade mycket.

S5.JK 29-114: Även dessa av de mindre slaget och doftade mindre. Relativt jämna i storleken.

S6.JK 30-001: Mindre bär och doftade mycket.

S7.JK 37-041: Nästan ingen doft. Bären lite åt det större hållet och relativt jämn storleksfördelning.

Gällande vikt var det viss skillnad mellan selektionerna. Provet med högst medelvikt var S4.JK 29-111. De minsta vikterna hade S5. JK 29-114 och S6.JK 30-001 (se tabell 1).

### 3.2. Löslig torrsubstans

Alla selektionerna hade ett medelvärde för löslig torrsubstans på under 18%. Ingen större variation mellan selektionerna, de flesta låg på ett värde strax över 17%. Dock hade selektionerna S3. JK 29-102 och S6. JK 30-001 de lägsta värdena på respektive 15% och 15,8%. Selektionen S1. JK 19-090 hade marginellt högre värde (se tabell 1).

### 3.3. Titrerbar syra

Stora skillnader mellan selektionerna. Högts uppmätta värde erhöll S1. JK 19-090 och minsta S5. JK 29-114. (se tabell 1).

### 3.4. Socker/Syra kvot.

Den högsta uppmätta kvoten fanns hos S5. JK 29-114 och den lägsta hos S1. JK 19-090. Förhållandet hos selektionerna var varierande (se tabell 1).

Tabell 1. Medelvärden för de olika analysernas resultat med signifikans framtagna via ANOVA och Fisher LSD post hoc test. Värden som inte delar bokstav är signifikant åtskilda.

Selektion	Medelvikt/ bär (gram)	Löslig torrs substans (Brix)	Titrerbar syra (mL citronsyra / 100 mL juice)	Löslig torrs substans/ Titrerbar syra
1. JK 19-090	1,2 <sup>AB</sup>	17,8 <sup>BC</sup>	4,0 <sup>A</sup>	4,4 <sup>D</sup>
2. JK 21-128	1,0 <sup>C</sup>	17,7 <sup>AB</sup>	3,2 <sup>B</sup>	5,5 <sup>C</sup>
3. JK 29-102	1,1 <sup>BC</sup>	15,0 <sup>A</sup>	2,3 <sup>E</sup>	6,5 <sup>B</sup>
4. JK 29-111	1,3 <sup>A</sup>	17,7 <sup>A</sup>	2,8 <sup>C</sup>	6,4 <sup>B</sup>
5. JK 29-114	0,9 <sup>D</sup>	17,3 <sup>A</sup>	2,2 <sup>E</sup>	8,0 <sup>A</sup>
6. JK 30-001	0,9 <sup>D</sup>	15,8 <sup>C</sup>	2,5 <sup>D</sup>	6,2 <sup>B</sup>
7. JK 37-041	1,1 <sup>C</sup>	17,2 <sup>AB</sup>	3,1 <sup>B</sup>	5,5 <sup>C</sup>

### 3.5. HPLC

HPLC-analyserna genomfördes efter inledande metodutveckling. De variationer som testades var en kortare kolonn, 4,6 x 75 mm och 3,5 µm, och något ändrade proportioner i gradienten för att se om topparna kunde separeras ytterligare. Metoden baserades på en tidigare framtagen metod (Šimerdová et al. 2021). Efter att ha testat olika variationer av den konstaterades att tydligast toppar gavs när den efterliknades mer exakt fastän det inte fanns tillgång till exakt samma kolonn.

Standarderna och proverna jämfördes och visade att ämnena separerades i följande ordning: Topp 1 delphinidin-3-glucoside. Topp 2 delphinidin-3-rutinoside. Topp 3 cyanidin-3-glucoside. Topp 4. cyanidin-3-rutinoside. Sammanlagda mängd antocyaniner beräknades genom summan av de fyra topparna.

Delphinidin-3-rutinoside (Topp 2) och cyanidin-3-rutinoside är de två antocyaniner som generellt förekom mest i selektionerna, den senare marginellt

mer. Cyanidin-3-glucoside (Topp 3) är den som hade lägst halt medan delphinidin-3-glucoside (Topp 1) hade något mer. För de två förstnämnda och sistnämnda var skillnaden statistiskt säkerställd mellan de olika proverna. Gällande topp 3, cyanidin-3-glucoside var det ingen signifikant skillnad i resultaten. Övriga antocyaniner hade större variation. Topp 4, cyanidin-3-rutinoside, föreföll ha mest variation mellan selektionerna (se tabell 2).

S5. JK 29-114 hade högst sammanlagda mängd antocyaniner och även cyanidin-3-rutinoside. S2. JK 21-128 innehöll mest delphinidin-3-glucoside, S7. JK 37-041 mest delphinidin-3-rutinoside och S6. JK 30-001 mest cyanidin-3-glucoside (se tabell 2 och figur 3-6 under bilagor)

Tabell 2. Sammanställning av medelvärden för högst sammanlagda mängd antocyaniner, delphinidin-3-glucoside, delphinidin-3-rutinoside, cyanidin-3-glucoside och cyanidin-3-rutinosid (mg/100g juice). Värden som inte delar bokstav är signifikant åtskilda (Fisher LSD post hoc test).

Selektion	Antocyaniner (mg/100g)	Del-3-glu (mg/100g)	Del-3-rut (mg/100g)	Cya-3-glu (mg/100g)	Cya-3-rut (mg/100g)
1.JK 19-090	293,9 <sup>A</sup>	31,8 <sup>A</sup>	123,2 <sup>A B C</sup>	17,0 <sup>A</sup>	122,0 <sup>C D</sup>
2.JK 21-128	342,2 <sup>A</sup>	31,9 <sup>A</sup>	154,62 <sup>A</sup>	15,8 <sup>A</sup>	139,9 <sup>B C D</sup>
3.JK 29-102	300,2 <sup>A</sup>	22,0 <sup>B C</sup>	114,0 <sup>B C</sup>	15,9 <sup>A</sup>	148,4 <sup>A B C</sup>
4.JK 29-111	288,5 <sup>A</sup>	26,4 <sup>A B C</sup>	137,8 <sup>A B C</sup>	12,5 <sup>A</sup>	111,8 <sup>D</sup>
5.JK 29-114	362,6 <sup>A</sup>	22,8 <sup>B C</sup>	145,42 <sup>A B</sup>	17,5 <sup>A</sup>	176,8 <sup>A</sup>
6.JK 30-001	300,1 <sup>A</sup>	20,8 <sup>C</sup>	105,1 <sup>C</sup>	17,6 <sup>A</sup>	156,6 <sup>A B</sup>
7.JK 37-041	331,1 <sup>A</sup>	29,9 <sup>B</sup>	157,2 <sup>A</sup>	15,5 <sup>A</sup>	128,5 <sup>B C D</sup>



### 3.6. Korrelation

För att undersöka korrelationer mellan de olika analyserna och resultaten genomfördes Pearsons korrelationstest. P-värde (P-value) <0,05 tyder på statistisk signifikant korrelation

#### Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for $\rho$	P-Value
Löslig torrs substans	Medelvikt/bär (gram)	7	0,365	(-0,536; 0,877)	0,421
Titrerbar syra	Medelvikt/bär (gram)	7	0,548	(-0,350; 0,921)	0,203
Löslig torrs substans/Titrerbar s	Medelvikt/bär (gram)	7	-0,552	(-0,922; 0,344)	0,199
antocyaniner mg/100g	Medelvikt/bär (gram)	7	-0,642	(-0,940; 0,216)	0,120
Del-3-glu mg/100g	Medelvikt/bär (gram)	7	0,485	(-0,423; 0,907)	0,270
Del-3-rut mg/100g	Medelvikt/bär (gram)	7	-0,002	(-0,754; 0,752)	0,997
Cya-3-glu mg/100g	Medelvikt/bär (gram)	7	-0,661	(-0,944; 0,183)	0,106
<b>Cya-3-rut mg/100g</b>	<b>Medelvikt/bär (gram)</b>	<b>7</b>	<b>-0,870</b>	<b>(-0,981; -0,339)</b>	<b>0,011</b>
Titrerbar syra	Löslig torrs substans	7	0,563	(-0,330; 0,924)	0,188
Löslig torrs substans/Titrerbar s	Löslig torrs substans	7	-0,253	(-0,845; 0,618)	0,584
antocyaniner mg/100g	Löslig torrs substans	7	0,307	(-0,580; 0,861)	0,503
Del-3-glu mg/100g	Löslig torrs substans	7	0,780	(0,066; 0,966)	0,038
Del-3-rut mg/100g	Löslig torrs substans	7	0,757	(0,009; 0,962)	0,049
Cya-3-glu mg/100g	Löslig torrs substans	7	-0,324	(-0,866; 0,568)	0,479
Cya-3-rut mg/100g	Löslig torrs substans	7	-0,439	(-0,896; 0,469)	0,324
<b>Löslig torrs substans/Titrerbar s</b>	<b>Titrerbar syra</b>	<b>7</b>	<b>-0,921</b>	<b>(-0,988; -0,548)</b>	<b>0,003</b>
antocyaniner mg/100g	Titrerbar syra	7	-0,268	(-0,850; 0,608)	0,561
<b>Del-3-glu mg/100g</b>	<b>Titrerbar syra</b>	<b>7</b>	<b>0,873</b>	<b>(0,351; 0,981)</b>	<b>0,010</b>
Del-3-rut mg/100g	Titrerbar syra	7	0,164	(-0,672; 0,816)	0,726
Cya-3-glu mg/100g	Titrerbar syra	7	-0,029	(-0,765; 0,740)	0,951
Cya-3-rut mg/100g	Titrerbar syra	7	-0,676	(-0,947; 0,156)	0,095
antocyaniner mg/100g	Löslig torrs substans/Titrerbar s	7	0,460	(-0,449; 0,901)	0,299
Del-3-glu mg/100g	Löslig torrs substans/Titrerbar s	7	-0,746	(-0,960; 0,016)	0,054
Del-3-rut mg/100g	Löslig torrs substans/Titrerbar s	7	0,031	(-0,739; 0,766)	0,947
Cya-3-glu mg/100g	Löslig torrs substans/Titrerbar s	7	0,067	(-0,723; 0,781)	0,887
Cya-3-rut mg/100g	Löslig torrs substans/Titrerbar s	7	0,713	(-0,086; 0,954)	0,072
Del-3-glu mg/100g	antocyaniner mg/100g	7	0,088	(-0,712; 0,789)	0,852
Del-3-rut mg/100g	antocyaniner mg/100g	7	0,677	(-0,155; 0,947)	0,095
Cya-3-glu mg/100g	antocyaniner mg/100g	7	0,357	(-0,542; 0,875)	0,432
Cya-3-rut mg/100g	antocyaniner mg/100g	7	0,614	(-0,259; 0,935)	0,143
Del-3-rut mg/100g	Del-3-glu mg/100g	7	0,600	(-0,280; 0,932)	0,155
Cya-3-glu mg/100g	Del-3-glu mg/100g	7	-0,216	(-0,833; 0,642)	0,642
Cya-3-rut mg/100g	Del-3-glu mg/100g	7	-0,631	(-0,938; 0,232)	0,128
Cya-3-glu mg/100g	Del-3-rut mg/100g	7	-0,315	(-0,863; 0,574)	0,491
Cya-3-rut mg/100g	Del-3-rut mg/100g	7	-0,150	(-0,811; 0,680)	0,748
Cya-3-rut mg/100g	Cya-3-glu mg/100g	7	0,711	(-0,090; 0,954)	0,073

Figur 2. Parvis jämförelse med Pearsson korrelations test. Värden med  $P < 0,05$  är markerade med gult. Antocyaniner mg/100g juice är sammanlagda mängd antocyaniner.

## 4. Diskussion och slutsats

### 4.1. Metoddiskussion

Denna undersökning hade fokus på kvalitetsanalyser i juice hos svarta vinbär. Det hade dock varit intressant att utföra en mer grundlig analys på de olika delarna i bären och jämföra om innehållet skilt sig mellan skal, juice och frön, både inom och mellan selektioner. En mer grundlig homogenisering av bären hade även det kunnat visa sig lärorikt för att få en helhetsbild av innehållet och hade varit lättare utfört än att jämföra beståndsdelar. Att utföra analys på färska bär i stället för frysta hade även det kunnat ge en annan bild. Också att jämföra innehållet mellan frysta och färska hade möjligen sagt något om hur innehållet förändras eller bevaras vid nedfrysning. Analys på frystorkade bär hade ytterligare eliminerat vatteninnehållet som en faktor som kan påverka analysresultaten. Att utföra mer sensoriska testeter för att bekräfta och stärka de olika analyserna, så som kvoten mellan löslig torrsubstans/titrerbar syra, är även det ett alternativ för framtida undersökningar.

Vidare till mer direkta felkällor finns det en risk att antalet bär per prov inte var tillräckligt för att ge en rättvis bild av innehållet i selektionerna. Fler bär från olika buskar hade kunnat användas för att få en mindre spridning i resultaten. För att utesluta om resultaten kan ha påverkats av andra faktorer så som växtplats och klimat hade fler analyser kunnat göras med bär från olika år och växtplatser.

Oerfarenhet i labbet kan ha lett till onödiga misstag under laborationer till exempel som ojämn pipettering vilket kan ha påverkat analysresultaten. Analyserna utfördes under loppet av ett par dagar och proverna fick då stå framme i rumstemperatur under vissa perioder. Detta kan ha lett till förändringar i innehållet och missvisande resultat. Mer erfarenhet och förmågan att arbeta effektivare hade kunnat motverka detta.

Gällande metoderna för mätning med BRIX och titrering så var de enkla och relativt effektiva. Dock var titreringen tidsödande och hade kunnat automatiseras mera, vilket i sin tur troligen hade kunnat eliminera flera risker för misstag relaterade till den mänskliga faktorn. Resultaten som erhöles av dessa tester var dock jämna inom selektionerna med låg variationskoefficient vilket tyder på att metoden och utförandet var stabilt. Gällande HPLC var metoden effektiv med en analysid på 13 minuter per prov och där topparna för delphinidin-3-glucoside,

cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-rutinoside och cyanidin-3-rutinoside visade sig på en tid mellan 5 och 8 minuter. I denna analys hade separationen mellan delphinidin-3-rutinoside, topp 2, och cyanidin-3-glucoside, topp 3, kunnat vara aningen bättre. Ytterligare metodutveckling innan analysen hade möjligen kunnat bidra till bättre separation. Eventuellt genom att mer noggrant efterlikna extraktionsmetoden från (Šimerdová et al. 2021) och använda samma kolonn. Detta hade dessutom kunnat ge en riktigare bild av sammanlagda mängden antocyaniner och som ytterligare hade kunnat förstärkas om hela bär analyserats i stället för fokus på juicen. Tilläggas bör att då denna undersökning hade som främsta syfte att undersöka eventuella skillnader mellan olika selektioner var metoden fullgod för syftet och gav lättavlästa resultat. Dock fanns det viss spridning i resultaten. Detta kan ha att göra med någon av tidigare nämnda felkällor.

## 4.2. Resultatdiskussion

Det fanns en statistiskt säkerställd negativ och stark korrelation mellan kvoten löslig torrsbstans/titrerbar syra och titrerbar syra (-0,921,  $P < 0,01$ ). Dvs kvoten löslig torrsbstans/titrerbar syra sjunker när innehållet av titrerbar syra ökar (se figur 2)

S1. JK 19-090 hade högst halt titrerbar syra och därmed lägst kvot löslig torrsbstans/titrerbar syra, ca 4. Det går därför att förvänta att smaken upplevs surare än för övriga selektioner. Den med högst kvot och därmed troligen den med mest upplevd sötma hade S5. JK 29-114, ca 8. Selektionerna hade ett relativt högt värde med en kvot hos majoriteten av dem över 6. Dessa var, utöver den redan nämnda, S3. JK29-102, S4. JK-111 och JK. 30-001 (se tabell 1). Detta indikerar att de har en sötare upplevd smak. En jämförelse kan göras med en tidigare rapport där andra svarta vinbär testades och ingen av sorterna hade värden på över 7 och majoriteten på kvoterna var under 6. (Rumpunen 2011).

Det gick inte att visa på statistiskt signifikanta korrelationer mellan medelvikten, titrerbar syra och löslig torrsbstans. Inte heller mellan sammanlagda mängden antocyaniner<sup>1</sup> och titrerbar syra, löslig torrsbstans och kvoten löslig torrsbstans/titrerbar syra. Den parvisa jämförelsen mellan medelvikten och sammanlagda mängden antocyaniner har en negativ korrelation, dock inte statistiskt signifikant. Detta kan antyda att mindre bär leder till högre innehåll av antocyaniner. Antocyaniner återfinns till stor del i skalén på bären i form av pigment (Taiz et al. 2022) vilket gör att detta inte är ett orimligt antagande. Om fler selektioner ingått i studien skulle förmodligen detta kunna säkerställas statistiskt. Mindre svarta vinbär går dock emot normen att förädla för buskar med större bär (Vagiri 2012).

---

<sup>1</sup> Se Antocyaniner i figur 2.

De förväntade fyra vanligaste antocyaninerna återfanns i samtliga prover. Proportionerna av de olika antocyaninerna stämmer överens med tidigare studier. Cyanidin-3-rutinoside och delphinidin-3-rutinoside var de rikligaste förekommande. (Šimerdová et al. 2021) (Vagiri et al. 2012). Cyanidin-3-rutinoside visade på negativ korrelation med medelvikten av bären vilket kan tyda på att de är rikligt förekommande i skalen. Delphinidin-3-rutinoside hade dock ingen korrelation med denna faktor, inte heller de andra två antocyaninerna. Positiv korrelation mellan löslig torrsbstans, delphinidin-3-rutinoside och delphinidin-3-glucoside påträffades men inte statistisk signifikant. Delphinidin-3-glucoside hade dock positiv statistisk signifikant korrelation med titrerbar syra. Detta skulle kunna antyda att delphinidin-formen av antocyanin förekommer mer i lösning än i skal. Vidare var de prover som uppvisade mest titrerbar syra även de som innehöll mest delphinidin-3-glucoside. En förklaring kan vara att dessa möjligen förekommer rikligare i lägre pH.

Jämfört med tidigare studier hade delphinidin-3-glucoside generellt normala värden medan delphinidin-3-rutinoside uppvisade större proportioner (Šimerdová et al. 2021) (Gavrilova et al. 2011). Den sammanlagda mängden antocyaniner var högre än i vissa andra studier. (Šimerdová et al. 2021) (Gavrilova et al. 2011) (Ozola, B. & Dūma, M. 2020). Ingen statistisk korrelation fanns mellan löslig torrsbstans och sammanlagda mängden antocyaniner och inte heller med kvot löslig torrsbstans/titrerbar syra.

S.5 JK 29-114 hade högst sammanlagda mängd antocyaniner och innehåll cyanidin-3-rutinosid men även högst kvot löslig torrsbstans/titrerbar syra och minst bärmedelvikt. Detta indikerar att mängden och vilka antocyaniner som finns i bären påverkas mycket av dessa faktorer även om inte tillräckliga statistiska korrelationer fanns. Att kunna avgöra vilka och mängden antocyaniner hade kunnat visa sig användbart för vidare forskning gällande dess medicinska egenskaper. I detta fall hade möjligen sorten S5. JK 29-114 kunnat kopplas till diabetesrelaterade studier, åsyftande dess höga innehåll av cyanidin-3-rutinoside och dess påverkan. Det skulle vara ytterligare en motivation utöver den sötare smaken för etablering och odling av detta svarta vinbär.

## 5. Slutsats

Skillnaden i innehållet av löslig torrsubstans var mindre mellan de olika selektionerna medan totalsyrainnehållet varierade betydligt mer. Detta visade sig sammantaget tydligt påverka lösligtorrsubstans/titrerbar syra kvoten, så att de selektioner som valts ut för sin sensoriskt upplevda sötare smak hade en signifikant högre lösligtorrsubstans/titrerbar syra kvot vilket särskiljer de sötare sorterna från andra.

Stora skillnader fanns mellan selektionerna när det gällde medelvikt (bärstorlek). Den selektion som var av de minsta (S5. JK 29-114) visade högst mängd sammanlagda antocyaniner. Ytterligare utveckling hade varit att undersöka samband av mindre bär och hälsoaspekter. Då tidigare studier visar att större bär eftertraktas av, bland annat, förädlare hade detta kunnat kompletterats med studier gällande konsumenters och förädlares preferenser och prioriteringar. Det hade visat om dessa egenskaper är ekonomiskt hållbara.

De fyra i svarta vinbär vanligast förekommande antocyaninerna kunde med hjälp av HPLC hittas och kvantifieras i alla undersökta selektioner. Detta visar att de inte skiljer sig från andra sorter gällande hälsoaspekterna förknippade med dessa. Innehållet av de olika antocyaninerna var varierande vilket stämmer överens med tidigare studier.

Viss korrelation mellan löslig torrsubstans och två av antocyaninerna kunde urskiljas, dock inte statistiskt signifikant. Detta indikerar på ett möjligt samband mellan sötare sorter och antocyanin-innehåll. Att säkerställa eller förkasta detta genom att utföra tester på större populationer och fler sorter hade gett grund för att säga om de sötare svarta vinbären ur detta perspektiv är hälsosammare.

Det möjliga sambandet mellan löslig torrsubstans och de två antocyaninerna kan indikera på att de förekommer mer i lösningen än i skalet, möjligen även i större bär. Den statistiskt säkerställda korrelationen som påvisades mellan en av antocyaninerna och titrerbar syra stärker påståendet. Att detaljerat jämföra skalets och juicens innehåll av antocyaniner skulle kunna etablera det. Detta skulle kunna leda till att storleken kan bli en, om än grov, indikation på innehållet av olika antocyaniner. Vilket kan nyttjas för att berätta om vilka sorter som lämpar sig för olika forskningsområden.

Ingen tydlig korrelation mellan sammanlagda mängden av antocyaniner och selektionerna kunde etableras och inte heller mellan de andra analyserna. Det är

därför svårt att tydligt koppla och skilja innehållet i sötare svarta vinbär från traditionella svartavinbärssorter ännu.

Om sambandet mellan antocyaniner och sötare svarta vinbär kan påvisas hade det gett ytterligare en aspekt i motivering av odling. Denna underökning kunde inte det. Dock går det att utifrån denna studie säga att en av de kvalitativa egenskaper svarta vinbär har är innehållet av antocyaniner, och fyra av de undersökta selektionerna är sötare. Förhoppningen är att i takt med att sorter som är påvisat sötare kommer att finnas tillgängliga kommer konsumenters intresse för detta hälsosamma bär öka, och därmed även odlingen.

## 6. Referenser

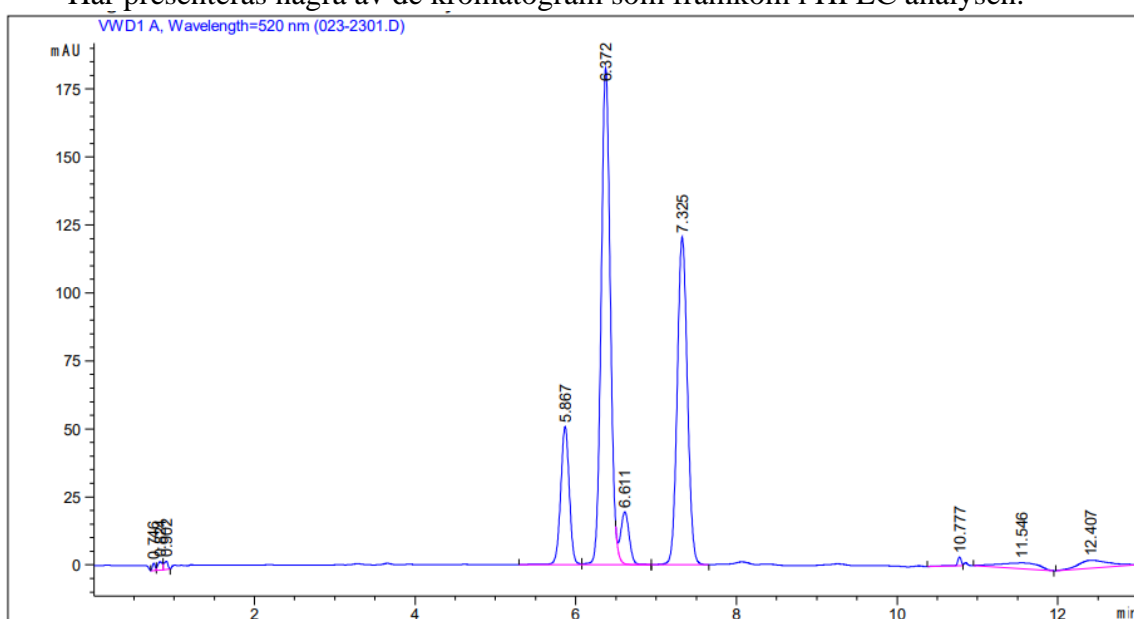
- Borén, H., Börner, M., Larsson, M., Lindh, B., Ragnarsson, M., Sundqvist, S.-åke, 2014. Kemiboken 1, 4th ed. Liber, Stockholm.
- CABI, 2019. *Ribes nigrum* (blackcurrant). CABI Compendium CABI Compendium, 47555. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.47555>
- Carlsson, A., 1990. Trädgård i norr. Det hårda klimatets trädgård, 5. ed. ed. Natur och Kultur, Stockholm.
- Cortez, R.E., Gonzalez de Mejia, E., 2019. Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A Review on Chemistry, Processing, and Health Benefits. *Journal of Food Science* 84, 2387–2401. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14781>
- Enocksson, A., n.d. Producenternas perspektiv på lokal branschutveckling 2017.
- Hjalmarsson, I., 2020. Conservation of *Ribes* and *Rubus* cultivars in the Swedish National Gene Bank. *Acta horticulturae* 89–94. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1277.12>
- Hummer, K.E., Dale, A., 2010. Horticulture of *Ribes*. *Forest Pathology* 40, 251–263. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2010.00657.x>
- L-ASCORBIC ACID - ASSAY PROCEDURE, 2020.
- Liu, J., Zhou, H., Song, L., Yang, Z., Qiu, M., Wang, J., Shi, S., 2021. Anthocyanins: Promising Natural Products with Diverse Pharmacological Activities. *Molecules* 26, 3807. <https://doi.org/10.3390/molecules26133807>
- Martinsson, K., Ryman, S., 2008. Blomboken: Bilder ur Olof Rudbecks stora botaniska verk. Prisma.
- Nanashima, N., Horie, K., Chiba, M., Nakano, M., Maeda, H., Nakamura, T., 2017. Anthocyanin-rich blackcurrant extract inhibits proliferation of the MCF10A healthy human breast epithelial cell line through induction of G0/G1 arrest and apoptosis. *Mol Med Rep* 16, 6134–6141. <https://doi.org/10.3892/mmr.2017.7391>
- Nanashima, N., Horie, K., Maeda, H., Tomisawa, T., Kitajima, M., Nakamura, T., 2018. Blackcurrant Anthocyanins Increase the Levels of Collagen, Elastin, and Hyaluronic Acid in Human Skin Fibroblasts and Ovariectomized Rats. *Nutrients* 10, 495-. <https://doi.org/10.3390/nu10040495>
- Nomi, Y., Iwasaki-Kurashige, K., Matsumoto, H., 2019. Therapeutic Effects of Anthocyanins for Vision and Eye Health. *Molecules* 24, 3311. <https://doi.org/10.3390/molecules24183311>
- Rumpunen, K., 2015. Fakta om musttillverkning: Enkla analyser.
- Rumpunen, K., 2011. Svarta vinbär för ekologisk odling slutrapport för projekt finansierat av Jordbruksverket 2005-2010, Landskap trädgård jordbruk: rapportserie, 2011:31. SLU, Alnarp.



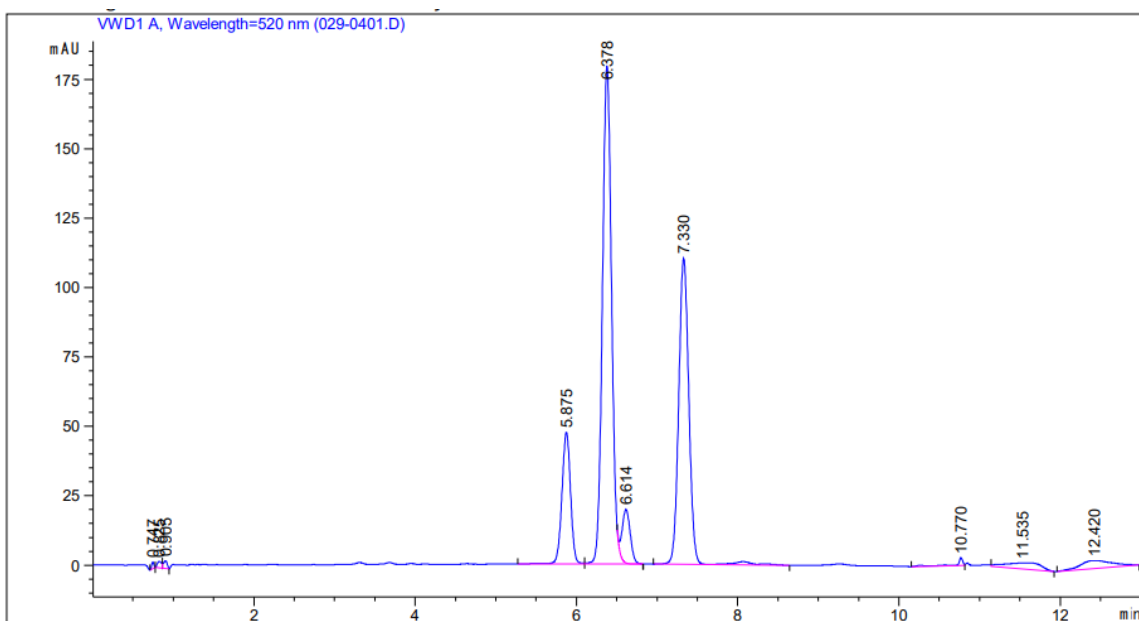
- Šimerdová, B., Bobříková, M., Lhotská, I., Kaplan, J., Křenová, A., Šatínský, D., 2021. Evaluation of Anthocyanin Profiles in Various Blackcurrant Cultivars over a Three-Year Period Using a Fast HPLC-DAD Method. *Foods* 10, 1745-. <https://doi.org/10.3390/foods10081745>
- Staszowska-Karkut, M., Materska, M., 2020. Phenolic Composition, Mineral Content, and Beneficial Bioactivities of Leaf Extracts from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aronia melanocarpa*). *Nutrients* 12, 463-. <https://doi.org/10.3390/nu12020463>
- Sun, Q., Wang, N., Xu, W., Zhou, H., 2021. Genus *Ribes* Linn. (Grossulariaceae): A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry, pharmacology and clinical applications. *Journal of Ethnopharmacology* 276, 114166. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114166>
- Taiz, L., Murphy, A.S., Møller, I.M. (Eds.), 2022. *Plant physiology and development*, Seventh edition. ed. Sinauer Associates : Oxford University Press, New York, NY.
- Trädgårdsproduktion 2020 [WWW Document], n.d. URL <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2021-06-29-tradgardsproduktion-2020> (accessed 4.3.23).
- Vagiri, M., Ekholm, A., Andersson, S.C., 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. <https://doi.org/10.1021/jf303398z>
- Vagiri, M.R., 2012. Black currant (*Ribes nigrum* L.) - an insight into the crop a synopsis of a phd study, Introductory paper at the Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, 2012:2. Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.
- Yang, W., Kortensniemi, M., Ma, X., Zheng, J., Yang, B., 2019. Enzymatic acylation of blackcurrant (*Ribes nigrum*) anthocyanins and evaluation of lipophilic properties and antioxidant capacity of derivatives. *Food chemistry* 281, 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.111>
- Zhang, J., Sun, L., Dong, Y., Fang, Z., Nisar, T., Zhao, T., Wang, Z.-C., Guo, Y., 2019. Chemical compositions and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory effects of anthocyanidins from blueberry, blackcurrant and blue honeysuckle fruits. *Food chemistry* 299, 125102–125102. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125102>

## 7. Bilagor

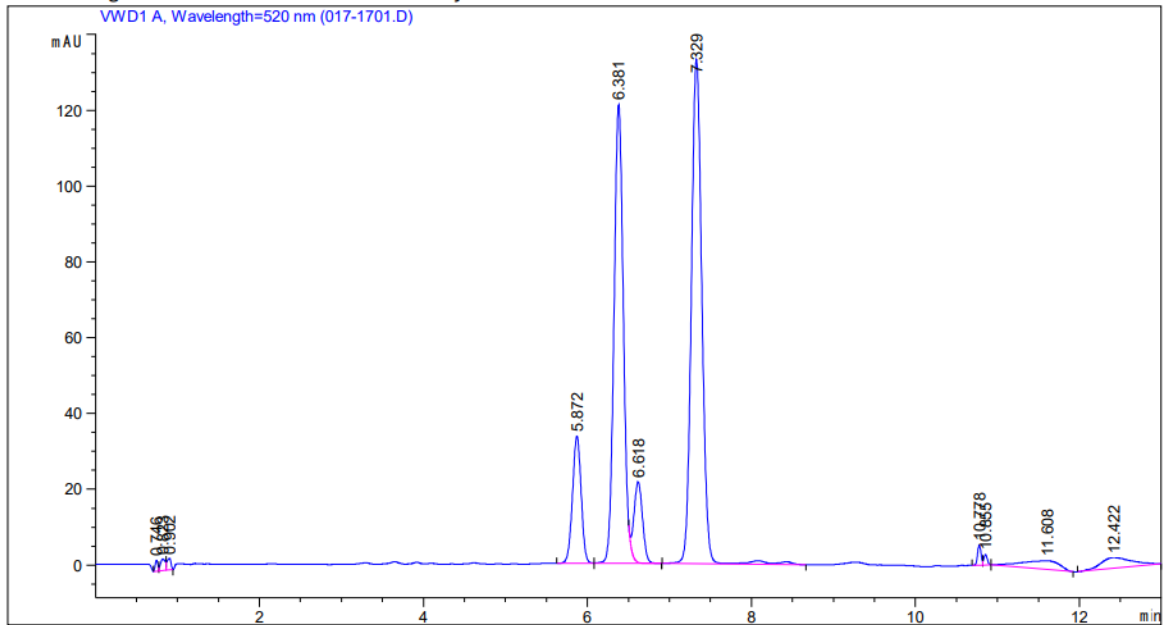
Här presenteras några av de kromatogram som framkom i HPLC analysen.



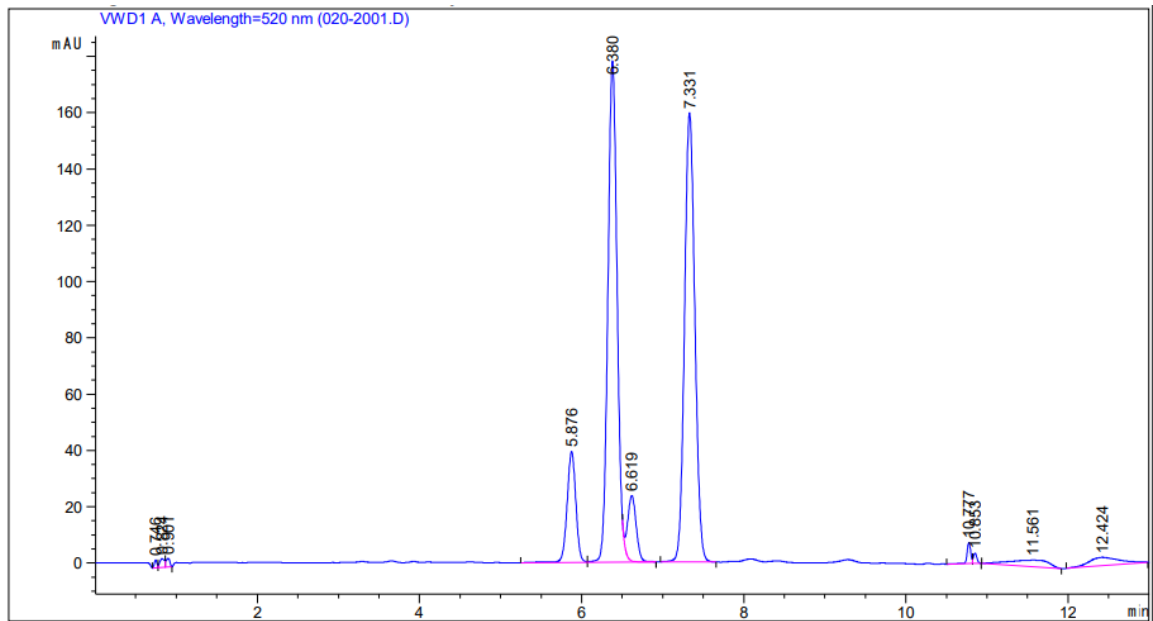
Figur 3. HPLC-profil för S2, JK 21-128. Högst andel delphinidin-3-glucoside (topp 1).



Figur 4. HPLC-profil för S7, JK 37-041. Högst andel delphinidin-3-rutinoside (topp 2)



Figur 5. HPLC-profil för S6.JK 30-001. Högst andel cyanidin-3-glucoside (topp 3).



Figur 6. HPLC-profil för S5. JK 29-114. Högst andel cyanidin-3-rutinoside (topp 4) och sammanlagda mängd antocyaniner.