



Utvärdering av selektioner och sorter för extrem ekologisk intensivodling av svarta vinbär

Evaluation of selections and cultivars for extreme high-density organic production of blackcurrants

Kimmo Rumpunen, Rolando Contreras Useglio, Hanh Huynh, Mathias Lundgren

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgård och växtproduktionsvetenskap
Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie
Rapport 2024:3
Alnarp 2024



Utvärdering av selektioner och sorter för extrem ekologisk intensivodling av svarta vinbär

Evaluation of selections and cultivars for extreme high-density organic production of blackcurrants

Kimmo Rumpunen, <https://orcid.org/0000-0003-3229-5010>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling, Alnarp

Rolando Contreras Useglio, <https://orcid.org/0000-0003-1280-7795>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling, Alnarp

Hanh Huynh, <https://orcid.org/>, Hushållningssällskapet Norrbotten-Västerbotten, Öjebyn Agro Park, Öjebyn

Mathias Lundgren, E-sense Sweden AB, Bälinge

Utgivare:	Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet
Utgivningsår:	2024
Utgivningsort:	Alnarp
Omslagsbild:	Svarta vinbär i tätodling. SLU Alnarp. Foto: Kimmo Rumpunen
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: Rapportserie
Delnummer i serien:	2024:3
ISBN (elektronisk version):	978-91-8046-927-2
DOI:	https://doi.org/10.54612/a.50gngqj1h1
Nyckelord:	Svarta vinbär, <i>Ribes nigrum</i> , Ekologisk odling, Tätodling, Löslig torrs substans, Brix, Titrerbar syra, Askorbinsyra, Fenoler, Antocyaner, Aromer

© 2024 (Rumpunen, Kimmo; Contreras Useglio, Rolando; Huyn, Hanh; Lundgren, Mathias)

Detta verk är licenserat under CC BY NC ND 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Förord

Svarta vinbär är en mycket produktiv bärbuske som går att odla i hela Sverige och har nyttiga aromrika bär som kan skördas med maskin. Detta projekt har som mål att skapa förutsättningar för ökad svensk ekologisk odling och vidareförädling av svarta vinbär genom tillgång på optimerat, klimatanpassat och unikt svenskt växtmaterial för såväl befintliga som framtida effektivare odlingssystem. Projektet omfattar försöksodlingar i Skåne och Norrbotten med extrem tätodling av nya sortkandidater framtagna på Balsgård inom SLUs växtförädlingsprogram kring svarta vinbär, med förhoppningen att några sorter efter utvärdering ska kunna rekommenderas för kommersiell odling. I projektet dokumenteras tillväxt, avkastning, motståndskraft mot sjukdomar och skadegörare, sorternas kvalitetsegenskaper, arom, samt innehåll av de viktigaste hälsobefrämjande ämnena, som en grund för användning av både färska och frysta bär vid framtida produktutveckling för olika ändamål. Här rapporteras resultat från projektets två första år som omfattar urval, förökning, tillväxt och bedömning av en första skörd. I en planerad andra etapp kommer tillväxt efter tillbakaklippning och en andra skörd att bedömas.

Projektet har startats och finansierats med hjälp av medel från Jordbruksverket inom ramen för den svenska livsmedelsstrategin.

Sammanfattning

Detta projekt har haft som mål att skapa förutsättningar för ökad svensk ekologisk odling och vidareförädling av svarta vinbär genom tillgång på optimerat, klimatanpassat och unikt svenskt växtmaterial. I projektet har fältförsök genomförts i Alnarp och i Öjebyn med extrem tätodling av nya sortkandidater av svarta vinbär framtagna för ekologisk odling. Sorternas odlings- och kvalitetsegenskaper, inklusive arom och innehåll av hälsobefrämjande ämnen, har undersökts. Försöket visar att extrem tätodling har stora potentialer att ge en mycket hög avkastning vid skörd redan första året efter etablering under förutsättning att lämplig sort används och att etablering och skotttillväxt under första året är optimal. Sortvalet har dessutom mycket stor betydelse för förhållandet mellan löslig torrsubstans och titrerbar syra samt innehållet av askorbinsyra, antocyaner och olika aromämnen. Även om detta försök resulterat i ny värdefull kunskap om det testade odlingssystemet och sorterna är fler försöksår nödvändiga för att kunna dra slutsatser om sorternas och odlingssystemets långsiktiga potential.

Nyckelord: Svarta vinbär, *Ribes nigrum*, Ekologisk odling, Tätodling, Löslig torrsubstans, Brix, Titrerbar syra, Askorbinsyra, Fenoler, Antocyaner, Aromer

Abstract

The primary objective of this project has been to facilitate the advancement of Swedish organic black currant cultivation and processing through the provision of optimized, climate-appropriate, and domestically sourced cultivars. Field trials have been conducted in both Alnarp and Öjebyn, focusing on the intensive cultivation of novel black currant cultivars specifically tailored for organic farming. Emphases have been placed on investigating the agronomic and qualitative attributes of these cultivars, encompassing aromatic profiles and concentrations of bioactive compounds conducive to human health. Results indicate that the practice of high-density cultivation has considerable potential for very high yields, already in the year post-establishment, contingent upon the judicious selection of cultivars and the attainment of optimal establishment and shoot development within this initial phase. Furthermore, the selection of cultivars profoundly influences the ratio between soluble solids and titratable acidity, alongside the concentrations of essential compounds such as ascorbic acid, anthocyanins, and diverse aroma constituents. While this project has yielded valuable insights into the examined management system and cultivars, it is necessary to continue the study to be able to corroborate the long-term potential of both the cultivars and the management methodology.

Keywords: Black currants, *Ribes nigrum*, Organic farming, Intensive cultivation, Soluble solids, Brix, Titratable acidity, Ascorbic acid, Phenols, Anthocyanins, Aromas

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Mål.....	8
2. Material och metoder	9
2.1 Växtmaterial.....	9
2.2 Försöksplan	10
2.3 Bedömningar	11
2.4 Analyser.....	12
2.5 Statistiska analyser.....	15
3. Resultat och Diskussion.....	16
3.1 Etablering	16
3.2 Vinterskador	17
3.3 Höjd	19
3.4 Förgrening	21
3.5 Avkastning	22
3.6 Sjukdomar och skadegörare.....	24
3.7 Löslig torrs substans	25
3.8 Titrerbar syra	27
3.9 Kvot löslig torrs substans och titrerbar syra	28
3.10 Citronsyra	30
3.11 Askorbinsyra.....	31
3.12 Totalhalt antocyaner	33
3.13 Delfinidin-3-glukosid	34
3.14 Delfinidin-3-rutinosid.....	36
3.15 Cyanidin-3-glukosid	37
3.16 Cyanidin-3-rutinosid.....	38
3.17 Aromer.....	40
Slutsatser	45
Referenser.....	46
Tack	48

1. Inledning

Svenska odlare av svarta vinbär har stora utmaningar eftersom efterfrågan på inhemska bär under lång tid varit svag och kostnaderna för att odla vinbär i Sverige är högre än i stora producentländer som Polen och Ukraina. Sverige har dock ypperliga förutsättningar att odla vinbär i hela landet under förutsättning att lämpliga sorter och odlingssystem används. Eftersom svarta vinbär är tämligen lätta att odla och kan skördas med maskin uppstår ofta en obalans mellan tillgång och efterfrågan som pressar de internationella priserna nedåt. För att möta dessa utmaningar och stärka konkurrenskraften krävs såväl nya sorter, nya odlingssystem och produktutveckling syftande till ökad tillgång och vidareförädling av bär till attraktiva konsumentprodukter.

1.1 Bakgrund

Många konsumenter uppskattar inte de svarta vinbärens smak och avstår därför från att konsumera vinbär trots att bären är både rika på vitaminer och innehåller flera andra hälsobefrämjande ämnen, särskilt antocyaner (polyfenoler med blå färg). Detta var utgångspunkten för den nya inriktningen av svarta vinbärsförädlingsprogrammet för ekologisk odling vid SLU Balsgård som med start 2005 påbörjade utveckling av sorter som skulle upplevas smaka sötare även om de inte innehöll mer socker. I stället var målet att reducera totala mängden syra vilket ger en mildare smakupplevelse utan att de svarta vinbärens karaktäristiska aromer påverkas. Aromsammansättningen påverkas mer av sorten än av odlingsmetoderna (Christensen & Pedersen 2006) och ju längre norrut samma sort odlas desto högre halt aromer får svarta vinbär enligt finska undersökningar (Marsol-vall et al. 2018).

Nu finns flera nya svenska sortkandidater tillgängliga för provodling i olika odlingszoner. Då urvalet av sortkandidaterna har bedrivits i södra Sverige och svarta vinbärsbuskar påverkas av dagslängden är det nödvändigt att testa både härdighet, tillväxt och kvalitet på olika breddgrader innan det slutliga urvalet av sorter görs.

Såväl i Sverige som i andra länder där svarta vinbär odlas har gallkvalster länge varit en skadegörare som minskat odlingarnas ekonomiska livslängd. Resistens mot gallkvalster, vilket också minskar risken för spridning av reversionsvirus, ett virus som på sikt gör buskarna sterila, har därför också varit ett viktigt förädlingsmål i

det svenska förädlingsprogrammet, liksom nödvändig resistens mot mjöldagg, tolerans mot bladfallsjuka och bladfläcksjuka, samt resistens mot filtrost. Utöver dessa sjukdomar kan svarta vinbär också drabbas av insekter såsom vinbärsknoppmal, mindre vinbärsmal vinbärs-barkgallmygga och vinbärsbladgallmygga (Hellqvist 1998, Öberg 2012). Dessa kan i vissa odlingsområden vara ett stort problem, särskilt i extensivt skötta odlingar med föråldrat växtmaterial vilket gynnar uppkomsten av stora populationer skadegörare. Av dessa anledningar behövs odlingsystem där buskarna frekvent och radikalt förnyas. Tilläggas skall att svarta vinbär har störst bär och högst kvalitet på tvåårsskott vilket är ytterligare ett argument för kort omloppstid.

Extrem tätodling i radsystem för svarta vinbär har tidigare testats med mycket gott resultat på Nya Zeeland (Thiele 1979). Plantor med ett avstånd på 20–25 cm gav allra högst avkastning under de år försöken pågick. I mitten av 1980-talet gjordes framgångsrika försök med en annan typ av extrem tätodling av svarta vinbär på SLU Balsgård. Buskarna planterades med 50 cm avstånd både i raden och mellan raderna (Olander 1993). Då byggdes även en småskalig skördemaskin-prototyp som visade på möjligheterna att skörda och skaka loss bären från hela de avskurna skotten med mycket gott resultat. Avkastningspotentialen är mycket hög vid extrem tätodling och beräknas i genomsnitt varaktigt kunna uppgå till 12–14 ton per ha vid skörd vartannat år samtidigt som odlingskostnaden beräknas reduceras med upp till 50%, ingen extra beskärning behövs, och det blir lättare att hantera ogräset. Liknande försök har även gjorts i Skierniewice i Polen.

Dagens industrisorter av svarta vinbär är emellertid ofta lågväxande och därför ej anpassade till det extrema tätodlingssystem som detta projekt undersöker möjligheterna att optimera med nya sorter. Det behövs framför allt sorter som har kraftig vegetativ tillväxt, sätter bär längs med hela skottet, och är tillräckligt upprättväxande och styva för att orka bära maximal mängd bär. Genom att odla frukt bärande långskott utnyttjas arealen ännu bättre jämfört med det radodlingssystem som idag är norm. Det är också viktigt att sorterna är motståndskraftiga mot mjöldagg, och andra blad-sjukdomar som sätter tillbaka växtkraften hos plantorna, särskilt i ett tätodlingssystem där väta avdunstar långsammare. Av dessa anledningar måste sortkandidater testas i försök med extrem tätodling innan sorterna kan rekommenderas för odlingsystemet vid ekologisk odling. Sorterna kan förväntas fungera utmärkt vid ökad intensitet även i konventionellt radodlingssystem.

I Storbritannien (Skottland) har sortutvecklingen kring vinbär i stor utsträckning fokuserat att ta fram mycket syrliga sorter för användning främst som utspädd juice i drycker (till exempel det globala varumärket Ribena, sålt till Suntory Beverage & Food Limited, ett japanskt företag 2013 för 1,35 miljarder pund) men sen många år tillbaka finns även ett fokus på att öka innehållet av hälsobefrämjande polyfenoler, särskilt antocyaner samt askorbinsyra (vitamin C), som svarta vinbär är mycket rikt

på. Detta motiveras av den allt stridare strömmen av vetenskapliga kliniska pilotstudier som dokumenterar svarta vinbärs positiva hälsoeffekter, på blodkärl hos äldre personer (Okamoto et al. 2021), inflammation (Hutchison et al. 2016), och hjärnans funktion hos yngre personer (Watson et al. 2019). Mot bakgrund av detta förutser vi en ökad efterfrågan på ekologiska svarta vinbär i förhållande till konventionellt odlade bär.

Flertalet av de svarta vinbärssorter som idag odlas i Sverige har förhållandevis lågt innehåll av vitamin C och antocyaner. De gäller till exempel för 'Hildur' och för 'Öjebyn' som båda innehåller omkring 110 mg vitamin C / 100 g medan nyare skotska och polska sorter har över 280 mg / 100 g (Rumpunen och Öberg 2011; Pluta et al. 2015). Bland de nu tillgängliga sortkandidaterna finns några med förväntat höga halter C-vitamin och mer antocyaner än i nuvarande standardsorter. Om svenska odlare ska kunna leverera råvara av bra kvalitet för vidareförädling till exempel till kosttillskott och farmaceutiska beredningar måste framtida sorter kunna konkurrera kvalitetsmässigt också när det gäller innehållet av antocyaner. Vi har tidigare i en detaljerad studie som genomfördes på Öjebyn och Balsgård visat att för att uppnå en önskad kvalitet hos svarta vinbärsantocyaner måste sorter väljas ut i det tänkta odlingsområdet även om sorten oftast har större betydelse än lokalitet (Vagiri et al. 2013).

1.2 Mål

Detta projekt har som mål att skapa förutsättningar för ökad svensk ekologisk odling och vidareförädling av svarta vinbär genom tillgång på optimerat, klimatanpassat och unikt svenskt växtmaterial. I projektet genomförs försöksodlingar på Alnarp i Skåne och på Öjebyn i Norrbotten, med extrem tätodling av nya sortkandidater som efter urval ska kunna rekommenderas för uppförökning och plantering i olika delar av Sverige. Därför ska sorternas kvalitetsegenskaper, inklusive smakegenskaper och innehåll av hälsobefrämjande ämnen undersökas och dokumenteras, som en grund för användning av både färska och frysta bär vid framtida produktutveckling för olika ändamål.

2. Material och metoder

2.1 Växtmaterial

Från det ekologiska växtförädlingsprogrammet kring svarta vinbär vid SLU Balsgård valdes nio sortkandidater ut att ingå i försöket. Urvalet skedde baserat på tillgänglig information om tillväxtpotential, avkastningspotential och bärens kvalitetsegenskaper. Både sortkandidater med normal och låg halt totalsyra ingick i urvalet (Tabell 1). Som jämförelse valdes också sorten 'Innat' ut att ingå i försöken. 'Innat' är en mjöldaggs-resistent sort som introducerats av Holger Henriksson, Överkalix, och har framför allt planterats i kommersiella odlingar i norra Sverige.

Tabell 1. I tabellen redovisas sorter och selektioner som ingick i försöket samt deras bakgrund och ursprung.

Sort / Selektion	Korsning	År	Ursprung
'Innat'	okänd	okänt	Holger Henriksson
JK08-016	'Ben Hope' x SK 8944-13	2007	SLU Balsgård
JK08-082	SK C2 15 40 x BRi 9344-1	2007	SLU Balsgård
JK12-078	SK C2 15 40 x BRi 8825-2	2007	SLU Balsgård
JK15-096	'Ben Hope' op	2007	SLU Balsgård
JK29-102	BRi 8921-1 x BRi 9508-3A	2010	SLU Balsgård
JK29-111	BRi 8921-1 x BRi 9508-3A	2010	SLU Balsgård
JK29-114	BRi 8921-1 x BRi 9508-3A	2010	SLU Balsgård
JK30-001	BRi 8921-1 x BRi 9508-3A	2010	SLU Balsgård
JK30-014	BRi 8921-1 x BRi 9508-3A	2010	SLU Balsgård

Moderplantor av utvalt växtmaterial klipptes ned vårvintern 2021 för att kunna leverera tillräckligt med sticklingar av god kvalitet. Plantor förökades sedan 2022 med vedartade ettåriga sticklingar (ca 20 cm långa, med minsta basdiameter 6 mm, Figur 1) som plockats i början av mars på Balsgård och förvarats i kyl inför stickning. Sticklingar av 'Innat' plockades i slutet av mars hos Peter Henriksson, Överkalix, och förvarades också i kyl inför stickning.



Figur 1. Bilden visar vintersticklingar av svarta vinbär som förvarats i kyl och klippts till ca 20 cm längd från moderplantor på Balsgård (foto 220310). Foto: Kimmo Rumpunen.

På Alnarp stacks sticklingarna direkt i fält i slutet av april. Tre dagar dessförinnan hade de placerats stående i kylrum i vatten för att bli saftspända. På Öjebyn rotades sticklingarna först i krukor i växthus i slutet av mars för att sedan planteras ut i fält i början av juli (Figur 3).



Figur 2. Vintersticklingar av svarta vinbär som först rotats i kruka och därefter krukats om för vidare odling i växthus inför plantering på Öjebyn. Foto: Hanh Huynh.

2.2 Försöksplan

Tätodlingsförsöket etableras på Öjebyn Agro Park och Campus Alnarp i form av randomiserade blockförsök med tre block (upprepningar) och 10 parceller per block.

I varje parcell stacks (på Alnarp den 26/4 2022) eller planterades (på Öjebyn den 5–6 juli 2022) 7 sticklingar respektive plantor av en sort på 30 cm avstånd med 70 cm avstånd mellan raderna. Totalt etablerades således per försöksplats: 10 sorter x 7 sticklingar/plantor x 3 upprepningar = 210 plantor.

För att minimera skötselkostnaderna användes en heltäckande nedbrytbar markväv (Biocover, 157 g/ m², 2 x 100 m) med en förväntad livslängd på 5–7 år enligt leverantören (Figur 3).



Figur 3. Sticklingar av svarta vinbär som börjat bryta 14 dagar efter stickning i Biocover-markduk på Alnarp (foto 220510). Foto: Kimmo Rumpunen.

Under 2022 bevattnades plantorna med sprinkler, under 2023 skedde bevattning med droppslang. Bevattning skedde med bevattningsautomatik som ställdes in efter uppskattat behov och reglerades efter nederbörd.

Före plantering genomfördes jordanalyser och grundgödslades 2022 med nötflytgödsel på Öjebyn medan Biofer 6-3-12 användes på Alnarp.

Under 2023 tillfördes försöket växtnäring i form av Biofer 6-3-12 vid två tillfällen på Öjebyn (maj och juli) och vid ett tillfälle på Alnarp (maj).

Vid förekomst rensades ogräs bort från planteringshålet.

2.3 Bedömningar

2.3.1 Etablering

Andelen etablerade sticklingar/plantor bedömdes vid vegetationssäsongens slut 2022. Vid bedömning räknades antalet levande plantor i förhållande till antalet satta sticklingar / planterade plantor.

2.3.2 Höjd

På Alnarp mättes plantornas höjd efter invintring 2022 och 2023. För detta mättes längden av det längsta skottet i cm. Medelvärde för i förekommande fall samtliga 7 plantor per parcell användes sedan för den efterföljande statistiska analysen.

2.3.3 Förgrening

På Alnarp räknades på varje planta antalet skott som var längre än 20 cm efter invintring 2022 och 2023. Antalet skott är ett mått på buskarnas förgrening. Medelvärde för i förekommande fall samtliga 7 plantor per parcell användes sedan för den efterföljande statistiska analysen.

2.3.4 Vinterskador

Vinterskador bedömdes både på Alnarp och på Öjebyn i samband med knoppbrytningen 2023. För bedömning av frysskador användes en skala 0–4 där 0 motsvarar inga skador och 4 motsvarar helt nedfrusen planta. För bedömning av knäckta skott användes en skala 0–1 där 0 anger oskadade skott och 1 anger knäckta skott.

Medelvärde för i förekommande fall samtliga 7 plantor per parcell användes sedan för den efterföljande statistiska analysen.

2.3.5 Avkastning

Då skillnaden i mognadstid hos de olika sorterna bedömdes vara liten skördades på Alnarp alla plantor i de 30 parcellerna vid samma tidpunkt (230721).

På Öjebyn skördades 5 parceller den 230815, vilket visade sig vara för tidigt, och resultaten av de kemiska analyserna från dessa prover har därför uteslutits i denna redovisning. Resterande 25 parceller skördades den 230907 vilket kan anses vara något sent.

I varje parcell skördades alla plantor individuellt och den totala vikten registrerades i gram per planta. Medelvärde för i förekommande fall samtliga 7 plantor per parcell användes sedan för den efterföljande statistiska analysen.

Efter vägning togs ett samlat prov på ca 250 g ut och frystes in för senare kemiska analyser.

2.3.6 Sjukdomar och skadegörare

Förekomst av gallkvalster, bladlöss och bladsjukdomar observerades under säsongen.

2.4 Analyser

2.4.1 Provberedning

Från frysta bär togs två stickprov om ca 25 g bär varav det ena provet skickades för aromämnesanalys till E-sense Sweden AB. Det andra provet tinades och 10 µL

Panzym Pro SPL tillsattes varefter provet homogeniserades och lämnades i rumstemperatur (ca 20°C) för enzymering under 24 timmar.

Efter enzymering centrifugerades provet vid 3000 rpm under 5 minuter. Supernatanten användes direkt för bestämning av löslig torrsubstans enligt nedan. Supernatanten frystes sedan in för senare analys av titrerbar syra enligt nedan.

För att stabilisera proverna inför senare analys av askorbinsyra, citronsyra, totalhalt antocyaner och enskilda antocyaner pipetterades 50 µL prov direkt i 1.5 mL eppendorfrör och 950 µL 3% metafosforsyra tillsattes varefter provet frystes in.

2.4.2 Löslig torrsubstans

Löslig torrsubstans (TSS) analyserades med en digital refraktometer i duplikat. Refraktometern nollställdes med destvatten varefter 0.25 mL prov placerades på refraktometern för avläsning.

Löslig torrsubstans angavs som °Brix.

2.4.3 Titrerbar syra

Totalhalten syra (TA) analyserades genom titrering med 0.1N NaOH till pH 8.1 i duplikat. Före start kalibrerades pH-metern med buffert pH 4.00 och pH 7.00. För analys användes 1 mL prov som pipetterades i en provbägare med 40 mL destvatten.

Totalhalten syra beräknades från mängd förbrukad natriumhydroxid och angavs som g per L citronsyra.

2.4.4 Kvoten löslig torrsubstans / titrerbar syra

Som en uppskattning för sensoriskt upplevd sötma/syrlighet beräknades kvoten löslig torrsubstans / titrerbar syra med formeln $TSS * 10 / TA$.

2.4.5 Citronsyra

Citronsyra analyserades med HPLC (Infinity 1260, Agilent Technologies) och detekterades med UV-ljus vid 210 nm. För separation användes kolonnen YMC-Pack Pro C18 RS (150 x 3.0 mm, S-3µm, 8 nm) vid 25°C och provet eluerades isokratiskt med fosfat buffert (pH 4.5). Inför analys tinades provet, centrifugerades och supernatanten fördes över till en vial från vilken 5 µL injicerades i HPLCn vid ett flöde av 0.5 mL per min och 15 minuters analystid. Identifiering och kvantifiering skedde med hjälp av ren standard av citronsyra. Av varje sort analyserades om möjligt tre biologiska replikat.

Mängd citronsyra angavs som g per L.

2.4.6 Askorbinsyra

Askorbinsyra analyserades med HPLC och detekterades med UV-ljus vid 254 nm. För separation användes kolonnen YMC-Pack Pro C18 RS (150 x 3.0 mm, S-3 μ m, 8 nm) vid 25°C och provet eluerades isokratiskt med 0.1% myrsyra (pH 2.7). Inför analys tinades det stabiliserade provet, centrifugerades och supernatanten fördes över till en vial från vilken 5 μ L injicerades i HPLCn vid ett flöde av 0.5 mL per min och 15 minuters analysstid. Identifiering och kvantifiering skedde med hjälp av ren standard av askorbinsyra. Av varje sort analyserades om möjligt tre biologiska replikat.

Mängd askorbinsyra angavs som mg per 100 mL.

2.4.7 Antocyaner

Enskilda antocyaner analyserades med HPLC och detekterades med VIS-ljus vid 520 nm. För separation användes kolonnen YMC-Pack Pro C18 RS (150 x 3.0 mm, S-3 μ m, 8 nm) vid 50°C, och provet eluerades med en gradient av A 2% myrsyra och B 100% metanol. Gradienten utgjordes av 95% A och 5% B från 0–4 min, 80% A och 20% B från 4 till 8 min, 75% A och 25% B från 8–10 min, 90% A och 10% B från 10–10.30 min, 95% A och 5% B från 10.30–13.00 min. Inför analys tinades det stabiliserade provet, centrifugerades och supernatanten fördes över till en vial från vilken 10 μ L injicerades i HPLCn vid ett flöde av 0.8 mL per min och 13 minuters analysstid. Identifiering och kvantifiering skedde med hjälp av rena standarder av delfinidin-3-glukosid, delfinidin-3-rutinosid, cyanidin-3-glukosid och cyanidin-3-rutinosid. Av varje sort analyserades om möjligt tre biologiska replikat. Mängd antocyan angavs i mg per 100 mL juice.

Totalhalten antocyaner beräknades genom att summera värdet för de enskilda antocyanerna och angavs i mg per 100 mL juice.

2.4.8 Aromanalyser

För kartläggning av doftämnen användes e-Sense Swedens protokoll för aromprofilering. För att efterlikna tillvägagångssättet vid human smakttest homogeniserades provet försiktigt och 2 g vägdes in i en provvial. Analysen gjordes med gaskromatograf och headspaceinjektion (Shimadzu GC 2010 Pro med FID-detektor och CTC Combi-PAL provväxlare). Separationen av flyktiga ämnen gjordes på en Restek RTX-5-kolonn, 30 m lång, med 0.32mm inre diameter och 0.52 μ m filmtjocklek. Initial temperatur i ugnen var 50°C och efter två minuter ökade temperaturen med 2 grader per minut i 10 minuter. Total analysstid var 15 minuter. Proverna introducerades på kolonnen med split-ratio 1:10 och injektionsvolym av 2.5 mL. Varje prov analyserades med minst två tekniska replikat. Identifiering av individuella aromer gjordes via Kovats-index, dvs med normaliserad retentionstid, och med hjälp av Arochembase NIST databas v14.

2.5 Statistiska analyser

2.5.1 Variansanalys

Data bearbetades statistiskt i programvaran Minitab (version 19.2020.2.0) genom variansanalys, General Linear Model (GLM), följt av Bonferronis parvisa jämförelsetest vid 95% konfidensintervall. Resultaten från kemiska analyser baserades om möjligt på tre biologiska replikat per sort och odlingsplats. Aromdata analyserades även med principalkomponentanalys och den slutliga statistiska analysen gjordes efter att uppenbara outliers uteslutits.

3. Resultat och Diskussion

Nedan redovisas och diskuteras resultaten varje bedömd och analyserad egenskap för sig. Resultaten avser etablering och skörd första året efter etablering.

3.1 Etablering

För de flesta sorterna noterades en etablering med 95–100% både på Alnarp (sticklingar) och på Öjebyn (rotade sticklingar) (Tabell 2, Figur 4–5). Undantaget på Alnarp var 'Innat' där sticklingarna som levererats från Öjebyn hade kommit längre i utveckling (begynnande knoppbrytning) än sticklingarna som skördats på Balsgård vilket skulle kunna förklara den lägre andelen etablerade plantor. Ett annat undantag var selektionen JK30-014 som hade något lägre andel etablerade plantor både på Alnarp och Öjebyn.

Tabell 2. I tabellen redovisas värdet för etablering (n =antal plantor, % = antal etablerade plantor/totalt antal plantor) per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Etablering (n) Alnarp	Etablering (%) Alnarp	Etablering (n) Öjebyn	Etablering (%) Öjebyn
'Innat'	12/21	57	20/21	95
JK08-016	21/21	100	20/21	95
JK08-082	21/21	100	20/21	95
JK12-078	20/21	95	21/21	100
JK15-096	20/21	95	21/21	100
JK29-102	21/21	100	21/21	100
JK29-111	20/21	95	21/21	100
JK29-114	20/21	95	21/21	100
JK30-001	21/21	100	21/21	100
JK30-014	16/21	76	18/21	86



Figur 4. Försöket på Öjebyn vid bedömning av etablering (221003). Foto: Hanh Huynh.



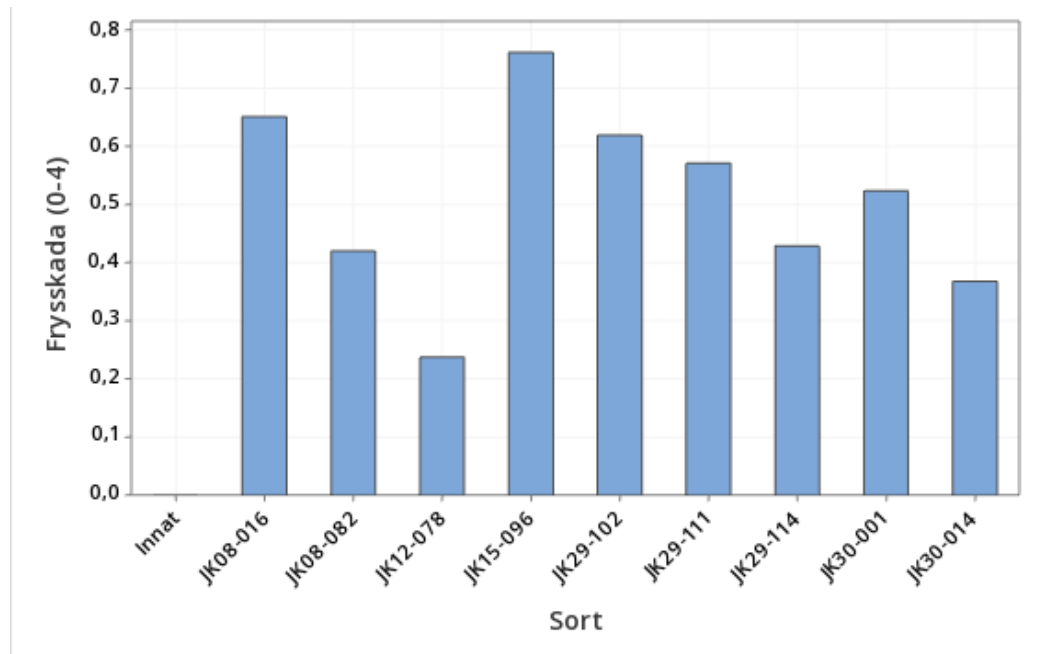
Figur 5. Försöket på Alnarp vid bedömning av etablering (foto 221007). Foto: Kimmo Rumpunen.

Den höga andelen etablerade plantor bekräftar att det går bra att föröka och sticka svarta vinbär direkt med vedartade sticklingar. Detta är både en enkel och en billig förökningsmetod som endast kräver tillgång till bra moderplantor som regelbundet beskärs för att ge sticklingarna av hög kvalitet. Sticklingarna kan vanligtvis tas under hela perioden november-mars (före knoppbrytning) och förvaras i kyl i avvaktan på stickning.

3.2 Vinterskador

På Alnarp noterades inga frysskador på plantorna men det fanns lätta (max-värdet 1 på skalan 0–4) men signifikanta skillnader ($p < 0.027$) i frysskada mellan de olika sorterna i försöket på Öjebyn. Frysskador fanns i form av döda skottspetsar. Helt utan frysskador var 'Innat' och mest frysskador hade selektionen JK15-096. Övriga sorter hade intermediära värden (Figur 6, Tabell 3).

Som en följd av snöfall noterades också knäckta skott på Öjebyn. Även om det inte fanns några signifikanta skillnader mellan sorterna hade 'Innat', JK29-102, JK29-114 och JK30-001 inga knäckta skott medan 50% av skotten hos JK12-078 och JK08-016 knäckts (Tabell 3).



Figur 6. I figuren visas medelvärdet för frysskada (0–1) i försöket på Öjebyn per sort.

Tabell 3. I tabellen redovisas medelvärdet för frysskada (1–4) och knäckta skott (0–1) på Öjebyn per sort. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Frysskada (0–4)	Grupp	Knäckta skott (0–1)	Grupp
'Innat'	0,0	B	0,0	A
JK08-016	0,7	AB	0,5	A
JK08-082	0,4	AB	0,2	A
JK12-078	0,2	AB	0,5	A
JK15-096	0,8	A	0,1	A
JK29-102	0,6	AB	0,0	A
JK29-111	0,6	AB	0,1	A
JK29-114	0,4	AB	0,0	A
JK30-001	0,5	AB	0,0	A
JK30-014	0,4	AB	0,1	A

Att några selektioner fick frysskador och drabbades av knäckskador kan tolkas som en bristande anpassning till klimatet och dagslängden på Öjebyn i zon 5. Svarta vinbär är dagslängdsberoende och samtidigt kan inte uteslutas att alltför riklig

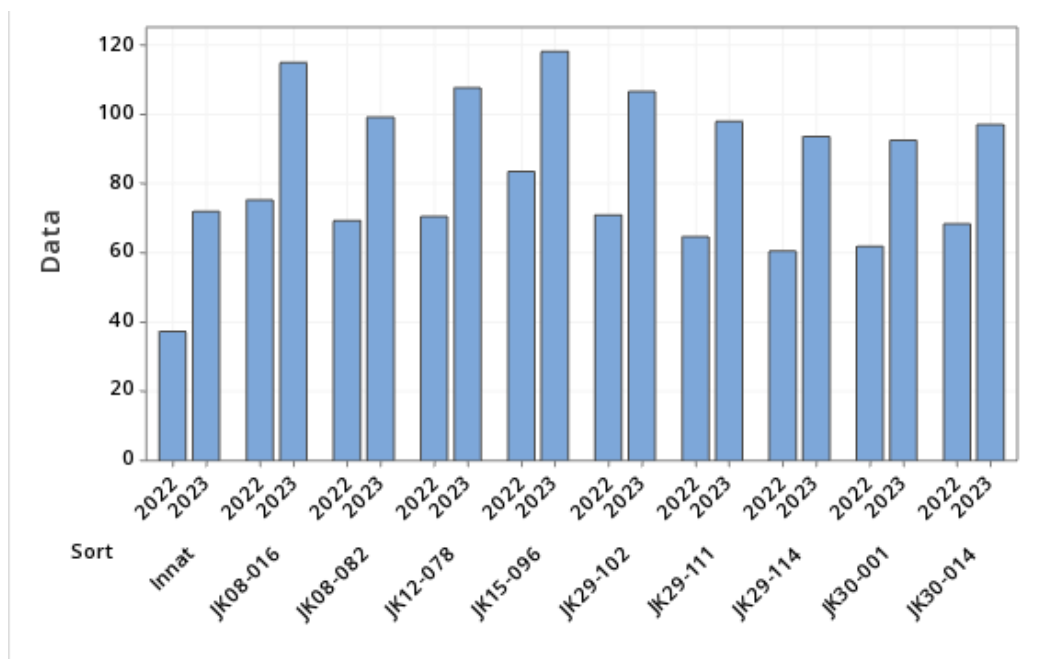
tillgång på kväve bidragit till plantornas bristande invintring (Figur 7), sämre förvedning och skottinstabilitet.



Figur 7. Sen invintring i försöket på Öjebyn (foto 231013). Foto: Hanh Huynh.

3.3 Höjd

Det fanns signifikant skillnad ($p < 0.000$) i längd av längst skottet (= buskens höjd) för de olika selektionerna både 2022 och 2023 i försöket på Alnarp (höjd ej registrerat på Öjebyn). Signifikant längst 2022 var JK15-096 (84 cm) och kortast 'Innat' (37 cm). JK15-096 var också längst 2023 (118 cm) och 'Innat' (72 cm) signifikant kortast (Figur 8, Tabell 4). Buskens höjd ökade likartat för samtliga sorter från 2022 till 2023.



Figur 8. I figuren visas värdet för buskarnas höjd (cm längsta skottet) på Alnarp per sort och år.

Tabell 4. I tabellen redovisas värdet för buskarnas höjd (cm längsta skottet) på Alnarp per sort och år. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

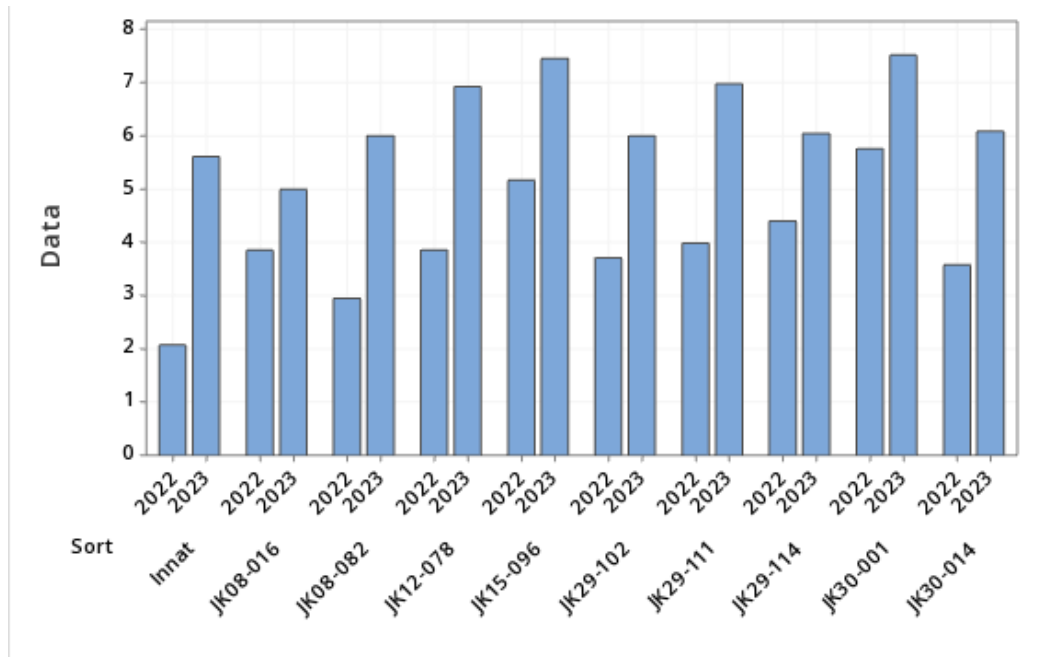
Sort	Höjd 2022 (cm)	Grupp	Höjd 2023 (cm)	Grupp
'Innat'	37	C	72	B
JK08-016	75	AB	115	A
JK08-082	69	AB	99	AB
JK12-078	71	AB	108	A
JK15-096	84	A	118	A
JK29-102	71	AB	107	A
JK29-111	65	B	98	AB
JK29-114	61	B	94	AB
JK30-001	62	B	93	AB
JK30-014	68	AB	97	AB

Buskarnas tillväxt och antalet bladnoder är avgörande för den potentiella avkastningen påföljande år. Alltför kompakta plantor kan förväntas ge lägre reell avkastning då bärsättning sker utmed hela skottets längd och förhållandevis högre andel bär lämnas kvar på skottets nedre del vid skörd med maskin.

Att plantorna får en snabb etablering och god skotttillväxt är en nödvändig förutsättning för hög avkastning i tätodlingssystem med kort omloppstid. För att få en än snabbare etablering skulle sticklingar kunna direktstickas redan under senhösten eller rotas i pluggbrätten för utplantering tidig vår.

3.4 Förgrening

Det fanns signifikant skillnad ($p < 0.000$) i förgrening (=antal skott per planta) 2022 men inte 2023 i försöket på Alnarp (förgrening ej registrerad på Öjebyn). Signifikant högst antal skott 2022 hade JK30-001 (5.8 skott per planta) och lägst hade 'Innat' (2.1 skott per planta). Under 2023 fanns inga signifikanta skillnader i antalet skott per planta men JK30-001 hade tillsammans med JK15-096 flest skott, och alla sorter hade fler än 5 skott per planta i genomsnitt (Figur 9, Tabell 5).



Figur 9. I figuren visas medelvärdet för förgrening (antal skott per planta) på Alnarp per sort och år.

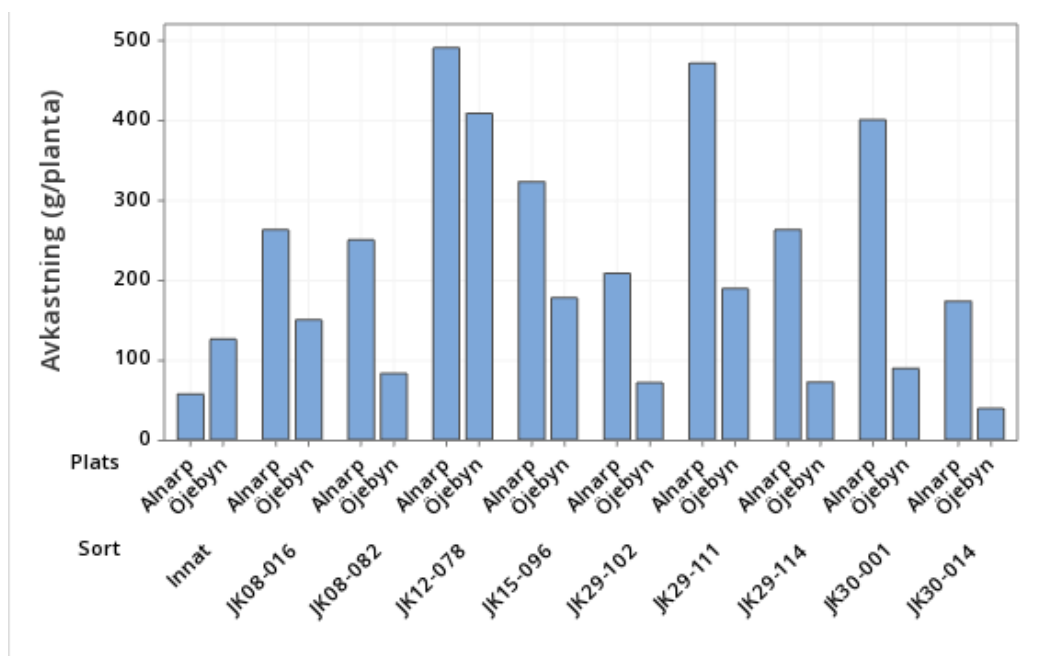
Tabell 5. I tabellen redovisas värdet för förgrening (antal skott per planta) på Alnarp per sort och år. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Förgrening 2022 (antal skott)	Grupp	Förgrening 2023 (antal skott)	Grupp
'Innat'	2.1	C	5.6	A
JK08-016	3.9	ABC	5.0	A
JK08-082	3.0	BC	6.0	A
JK12-078	3.9	ABC	6.9	A
JK15-096	5.2	AB	7.5	A
JK29-102	3.7	ABC	6.0	A
JK29-111	4.0	ABC	7.0	A
JK29-114	4.4	ABC	6.0	A
JK30-001	5.8	A	7.5	A
JK30-014	3.6	ABC	6.1	A

En kraftfull förgrening under etableringsåret ger fler skott och potentiellt högre avkastning påföljande år under förutsättning att den samlade skottlängden också blir hög. Då den samlad skottlängden ej undersöktes i detta försök utan enbart buskens höjd och antal skott är det inte möjligt att relatera skottlängd till avkastning.

3.5 Avkastning

Det fanns stor signifikant skillnad ($p < 0.000$) mellan odlingsplatserna för medelavkastningen hos de olika sorterna (Alnarp 290 g/planta, Öjebyn 141 g/planta). Alla sorter utom 'Innat' hade högre avkastning vid odling på Alnarp jämfört med Öjebyn (Figur 10, Tabell 6).



Figur 10. I figuren visas värdet för avkastning (g/planta) per sort och odlingsplats.

Av de testade selektionerna hade JK12-078 och JK29-111 signifikant högst (450 g/planta respektive 330 g/planta) och 'Innat' signifikant lägst (92 g/planta) avkastning i medelvärde för båda platserna.

Högst avkastning på Alnarp hade selektionerna JK12-078 (491 g/planta), JK29-111 (471 g/planta, Figur 13) och JK30-001 (401 g/planta). På Öjebyn hade JK12-078 högst avkastning, i samma nivå (409 g/planta). Värt att notera är att för selektionen JK12-078 var maxavkastningen för en enskild planta 1221 g på Alnarp och 810 g på Öjebyn. Detta innebär en potential att fördubbla avkastningen jämfört med medelvärdet under förutsättning att alla plantor ges förutsättningar för en optimal etablering och tillväxt år 1.

Tabell 6. I tabellen redovisas medelvärdet och maxvärdet för avkastning (g/planta) per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Avkastning Alnarp medel/max (g/planta)	Grupp	Avkastning Öjebyn medel/max (g/planta)	Grupp
'Innat'	57/199	B	126/253	B
JK08-016	263/601	AB	150/439	B
JK08-082	250/524	AB	83/332	B
JK12-078	491/1221	A	409/810	A
JK15-096	323/520	AB	178/498	B
JK29-102	208/372	AB	72/151	B
JK29-111	471/839	A	189/591	B
JK29-114	263/740	AB	72/172	B
JK30-001	401/697	A	89/211	B
JK30-014	173/464	AB	39/124	B



Figur 11. Försöket på Öjebyn fem veckor före skörd (foto 230731). Foto: Hanh Huynh.



Figur 12. Försöket på Alnarp 10 dagar innan skörd (foto 230710). Foto: Kimmo Rumpunen.

En avkastning på 400 g per planta eller mer, vilket några av de testade sorterna uppnådde, ger med plantavståndet 30 cm och radavstånd 70 cm en potentiell avkastning på 19 ton per ha. Detta är högt jämfört med avkastningen i traditionella

odlingssystem för svarta vinbär som i realiteten ligger på omkring 5–10 ton per ha. Av Figur 11 och 12 framgår att tillväxten hos plantorna på Öjebyn var mycket god. Detta torde innebära en mycket hög avkastningspotential vid ett odlingssystem där buskarna skördas vart tredje år i stället för vartannat som nu testas.



Figur 13. Selektion JK29-111 som var mycket produktiv i försöket på Alnarp (230720). Foto: Kimmo Rumpunen.

3.6 Sjukdomar och skadegörare

Angrepp av sjukdomar och skadegörare var mycket små förutom av bladlöss säsongen 2023.

Det förekom inga synliga angrepp av vinbärsgallkvalster (*Cecidophyopsis ribis*) 2023 vilket var förväntat då plantorna var unga (två år vid bedömning) och flera av sorterna är utvalda för att ha hög motståndskraft mot gallkvalster. I ett odlingssystem där plantorna radikalt klipps tillbaka vartannat år efter skörd finns begränsade möjligheter för gallkvalster att etablera sig i odlingen. Framtiden får utvisa hur stora problem gallkvalster kan bli i detta odlingssystem.

Det förekom inga angrepp av mjöldagg (*Sphaerotheca mors-uvae*) varken 2022 eller 2023. Samtliga selektioner har hög motståndskraft mot mjöldagg vilket varit ett av förädlingsmålen.

Angreppen av andra vanliga bladsjukdomar som bladfall (*Drepanopeziza ribis*) och bladfläckar (*Mycosphaerella ribis*, *Septoria ribis*) var mycket små vilket också

är förväntat då selektionerna är utvalda för hög motståndskraft och plantorna är unga.

Särskilt år 2023 förekom omfattande bladlusangrepp både på Alnarp (i maj) och på Öjebyn. Samtliga selektioner och sorter angreps på Alnarp i mindre eller högre grad. Angreppen skedde både på blad och blomklasar. Parallellt med angreppen noterades allt fler nyckelpigor och deras larver och därför gjordes inga insatser med växtskyddsmedel på Alnarp. Efterhand mattades angreppen av och skadorna på skotten och blomklasarna blev begränsade förutom de som angripits i extrem hög grad. I ett tätodlingssystem är det viktigt att skottillväxten år 1 blir så god som möjligt och då kan det vara nödvändigt att bekämpa bladlössen tidigt. År 2 är skottillväxten mindre betydelsefull men angrepp på blomklasar och bärklasar kan reducera bärsättning och avkastning.

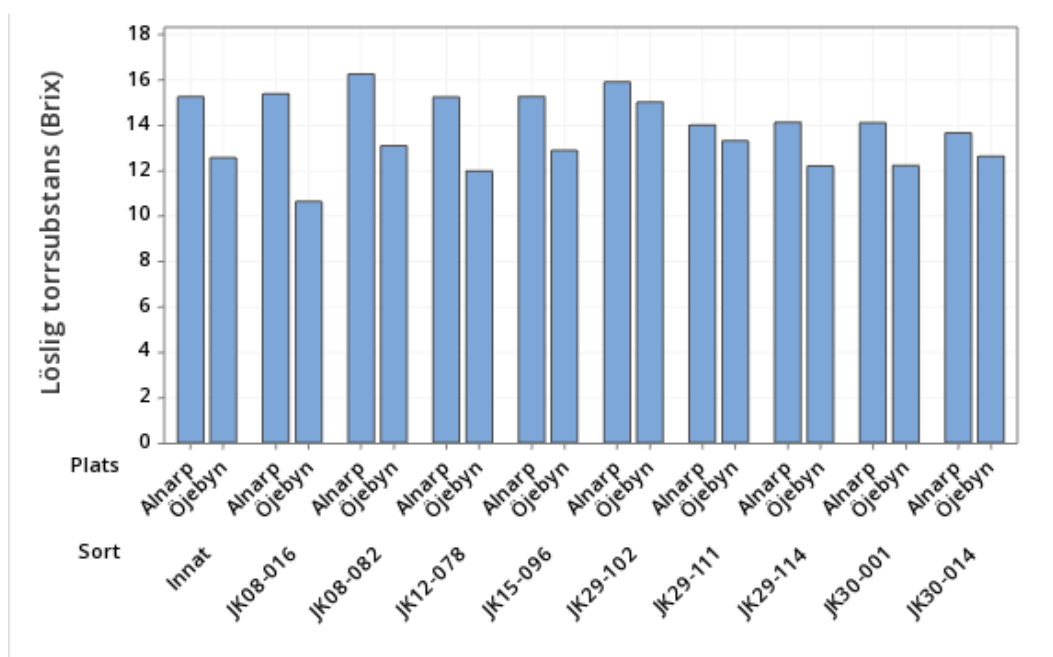


Figur 14. Larv av nyckelpiga som effektivt reducerade bladlössangreppen på Alnarp (foto: Kimmo Rumpunen, 230530) samt bladlusangrepp på bärklasar på Öjebyn (foto: Hanh Huynh, 230620).

3.7 Löslig torrsubstans

Det fanns stor signifikant skillnad ($p < 0.000$) mellan odlingsplatserna för det sammantagna medelvärdet av löslig torrsubstans hos de olika sorterna (Alnarp 14,9 Brix, Öjebyn 12.6 Brix). Samtliga sorter hade högre halt löslig torrsubstans vid odling på Alnarp jämfört med Öjebyn (figur 15, Tabell 7).

Av de testade selektionerna hade JK08-082 högst (16.3 Brix) och JK30-014 lägst (13.7 Brix) halt löslig torrsubstans på Alnarp medan JK29-102 hade högst (15.0 Brix) och JK08-016 hade lägst (10.6 Brix) halt löslig torrsubstans på Öjebyn. JK29-102 var den sort som hade det högsta sammantagna medelvärdet (15.3 Brix).



Figur 15. I figuren visas värdet för löslig torrs substans (Brix) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

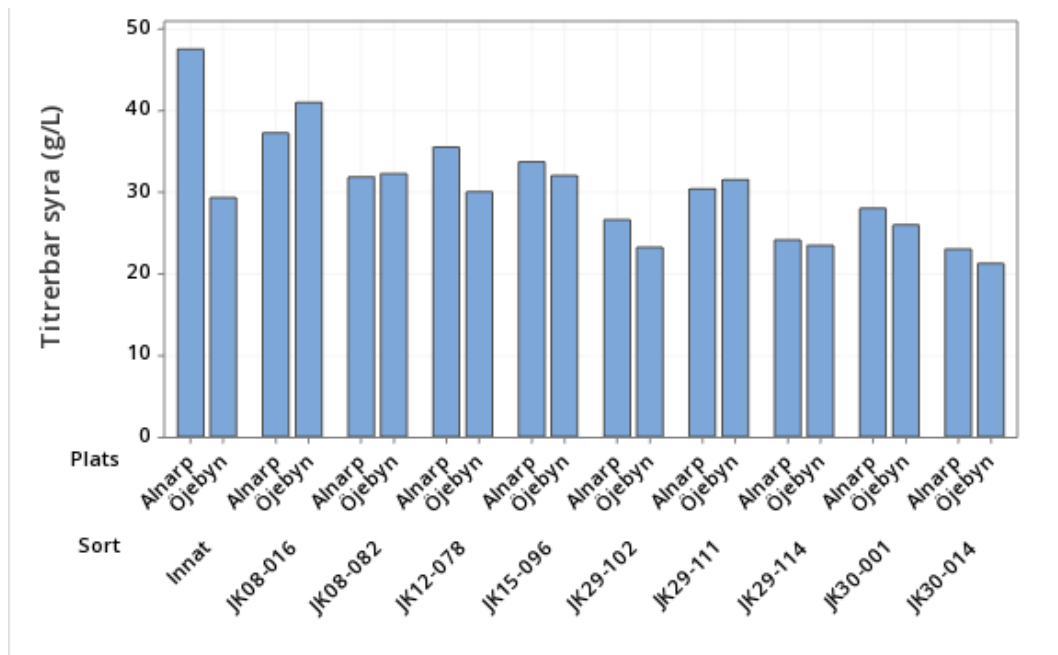
Den uppmätta nivån på löslig torrs substans är i nivå med, men något lägre än tidigare noterade värden för svarta vinbär (Rumpunen och Öberg 2011, Hallin Lundberg 2023).

Tabell 7. I tabellen redovisas värdet för löslig torrs substans, TSS (Brix) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma grupp bokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	TSS Alnarp (Brix)	Grupp	TSS Öjebyn (Brix)	Grupp
'Innat'	15.3	ABC	12.6	AB
JK08-016	15.4	ABC	10.6	B
JK08-082	16.3	A	13.1	AB
JK12-078	15.3	ABC	12.0	AB
JK15-096	15.3	ABC	12.9	AB
JK29-102	15.9	AB	15.0	A
JK29-111	14.0	BC	13.3	AB
JK29-114	14.1	BC	12.2	AB
JK30-001	14.1	BC	12.2	AB
JK30-014	13.7	C	12.6	AB

3.8 Titrerbar syra

Det fanns en mindre men signifikant skillnad ($p < 0.037$) mellan odlingsplatserna för medelvärdet av titrerbar syra i svartvinbärsjuice hos de olika sorterna (Alnarp 31.8 g/L, Öjebyn 29.3 g/L). Jämförelsesorten 'Innat' hade dock betydligt högre halt titrerbar syra vid odling på Alnarp (48 g/L) än på Öjebyn (29 g/L) (Figur 16, Tabell 8).



Figur 16. I figuren visas värdet för titrerbar syra, (TA, g/L) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Av de testade selektionerna kan urskiljas två grupper, en med högre halt titrerbar syra (medelvärde över 30 g/L): 'Innat', JK08-016, JK12-078, JK15-096, JK08-082, JK29-111; och en med lägre halt titrerbar syra (medelvärde under 28 g/L): JK30-001, JK29-102, JK29-114 och JK30-014. Den uppmätta nivån på titrerbar syra är i nivå med tidigare noterade värden för svarta vinbär (Rumpunen och Öberg 2011; Hallin Lundberg 2023).

Tabell 8. I tabellen redovisas värdet för titrerbar syra (TA, g/L) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

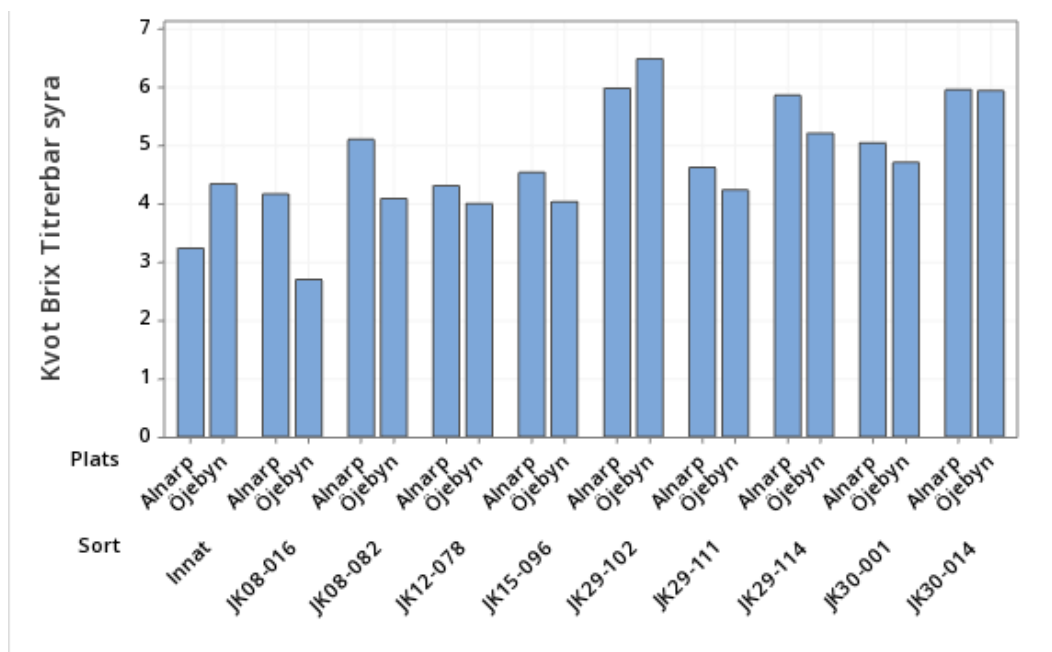
Sort	TA Alnarp (g/L)	Grupp	TA Öjebyn (g/L)	Grupp
'Innat'	48	A	29	AB
JK08-016	37	B	41	A
JK08-082	35	B	32	AB
JK12-078	34	BC	30	AB
JK15-096	32	BC	32	AB
JK29-102	30	BCD	23	B
JK29-111	28	CDE	32	AB
JK29-114	27	CDE	23	B
JK30-001	24	DE	26	AB
JK30-014	23	E	21	B

3.9 Kvot löslig torrsubstans och titrerbar syra

Det fanns en mindre men signifikant skillnad ($p < 0.018$) mellan odlingsplatserna för medelvärdet av kvoten mellan löslig torrsubstans och titrerbar syra i svart vinbärsjuice hos de olika sorterna (Alnarp 4.9, Öjebyn 4.5). För alla sorter utom 'Innat' och JK29-102 var kvoten högre vid odling i Alnarp jämfört med i Öjebyn (Figur 17, Tabell 9).

Av de testade selektionerna kan urskiljas tre grupper. En grupp med hög kvot (i medelvärde för båda platserna över 5): JK29-102 (Figur 18), JK29-114 och JK30-014; en med medelhög kvot (i medelvärde 4–5): JK30-001, JK08-082, JK29-111, JK15-096, JK12-078 och en med lägre kvot (i medelvärde under 4): 'Innat' och JK08-016.

Kvoten mellan löslig torrsubstans och titrerbar syra är i nivå med tidigare noterade värden för olika typer av svarta vinbär (Rumpunen och Öberg 2011, Hallin Lundberg 2023).



Figur 17. I figuren visas värdet för kvoten löslig torrsubstans och titrerbar syra i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 9. I tabellen redovisas värdet för kvoten mellan löslig torrsubstans (TSS) och titrerbar syra (TA) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är värdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Kvot TSS/TA		Grupp
	Alnarp	Öjebyn	
'Innat'	3.2	4.3	C
JK08-016	4.2	2.7	BC
JK08-082	5.1	4.1	D
JK12-078	4.3	4.0	CD
JK15-096	4.5	4.0	CD
JK29-102	6.0	6.5	A
JK29-111	4.6	4.2	CD
JK29-114	5.9	5.2	ABC
JK30-001	5.0	4.7	BC
JK30-014	6.0	5.9	AB

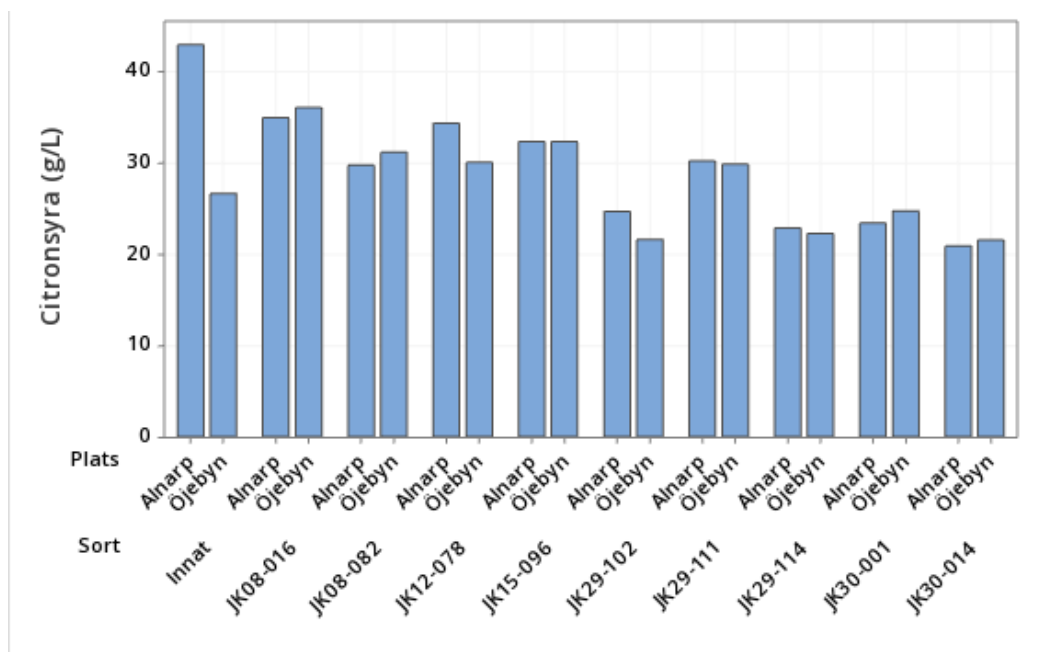


Figur 18. Selektion JK29-102 som både har hög kvot mellan löslig torrsubstans och titrerbar syra, och hög halt antocyaner (230720). Foto: Kimmo Rumpunen.

3.10 Citronsyra

Det fanns en mindre men signifikant skillnad ($p < 0.000$) mellan odlingsplatserna för det sammantagna medelvärdet av citronsyra i svartvinbärsjuice hos de olika sorterna (Alnarp 31.8 g/L, Öjebyn 29.3 g/L). Jämförelsesorten 'Innat' hade dock betydligt högre halt citronsyra vid odling på Alnarp (43 g/L) än på Öjebyn (27 g/L) (Figur 19, Tabell 10).

Av de testade selektionerna kan urskiljas två grupper, en med hög halt citronsyra, (i medeltal över 30 g/L): JK08-016, JK12-078, JK15-096, JK08-082 och JK29-111; och en med låg halt citronsyra (i medeltal under 25 g/L): JK30-001, JK29-102, JK29-114, JK30-014.



Figur 19. I figuren visas värdet för citronsyra (g/L) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 10. I tabellen redovisas värdet för citronsyra (g/L) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Citronsyra Alnarp (g/L)	Grupp	Citronsyra Öjebyn (g/L)	Grupp
'Innat'	43	A	27	AB
JK08-016	35	AB	36	A
JK08-082	30	BCD	31	AB
JK12-078	34	B	30	AB
JK15-096	32	BC	32	AB
JK29-102	25	CDE	22	B
JK29-111	30	BCD	30	AB
JK29-114	23	DE	22	B
JK30-001	23	DE	25	B
JK30-014	21	E	22	B

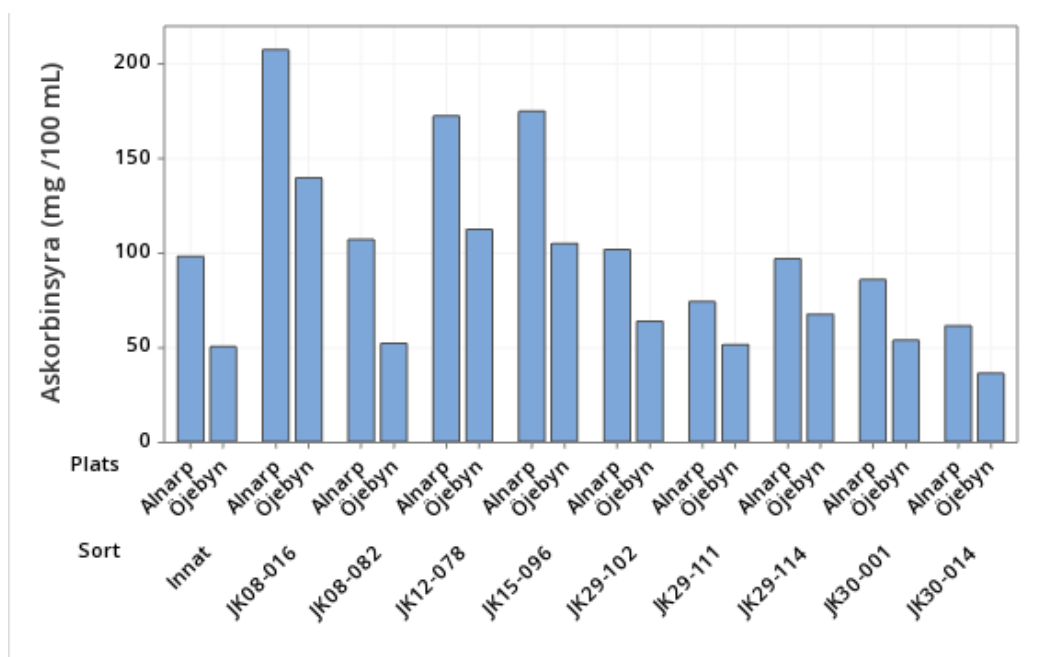
Citronsyrainnehållet, som är den dominerande syran i svarta vinbär, motsvarar väl värdet för titrerbar syra för de flesta sorter.

3.11 Askorbinsyra

Det fanns stora signifikanta ($p < 0.000$) skillnader mellan odlingsplatserna för det sammantagna medelvärdet av askorbinsyra i svartvinbärsjuice hos de olika sorterna (Alnarp 120 mg/100 mL, Öjebyn 73 mg/100 mL). För samtliga sorter var halten

betydligt högre för sorter som odlats på Alnarp jämfört med Öjebyn (Figur 20, Tabell 11). Korrelationen mellan de uppmätta värdena på Alnarp och på Öjebyn var emellertid mycket hög (0.975, $p < 0.000$) vilket innebär att förmågan att ackumulera askorbinsyra är i det närmaste helt genetiskt styrd och beror på sorten medan den faktiska nivån påverkas av mognadsstadium och miljöfaktorer.

Av de testade selektionerna kan urskiljas en grupp med högre halt askorbinsyra, i medeltal över 140 mg/100 mL: JK08-016, JK12-078, JK15-096; och en grupp med lägre halt, under 100 mg/100 mL: JK29-102, JK29-114, JK08-082, JK30-001, JK29-111, JK30-014; i den senare ingår även jämförelsesorten 'Innat'. Selektionen JK08-016 hade ca dubbelt så hög halt askorbinsyra som 'Innat' både på Alnarp och på Öjebyn (207 mg/100 mL respektive 150 mg/100 mL).



Figur 20. I figuren visas värden av askorbinsyra (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Innehållet av askorbinsyra som uppmätts i proverna från Alnarp är i nivå med eller något lägre än tidigare noterade värden för olika typer av svarta vinbär medan nivån i proverna från Öjebyn är mycket lägre (Rumpunen och Öberg, 2011). Det kan finnas flera orsaker till detta men eftersom det gäller samtliga prover från Öjebyn skulle skillnaden kunna bero på miljöfaktorer. Sensommaren var mycket regnrik och mulen vilket kan ha bidragit till de förhållandevis låga nivåerna. Även det faktum att skörden skedde relativt sent på Öjebyn kan ha påverkat askorbinsyrainnehållet då det är väl känt att askorbinsyrainnehållet minskar drastiskt i sent mognadsstadium (Rubinskiene et al. 2006).

Tabell 11. I tabellen redovisas värdet av askorbinsyra (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Askorbinsyra Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Askorbinsyra Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	98	B	50	CD
JK08-016	207	A	140	A
JK08-082	107	B	52	D
JK12-078	172	A	112	AB
JK15-096	175	A	105	ABC
JK29-102	102	B	64	BCD
JK29-111	74	B	51	CD
JK29-114	97	B	67	BCD
JK30-001	86	B	54	CD
JK30-014	61	B	36	D

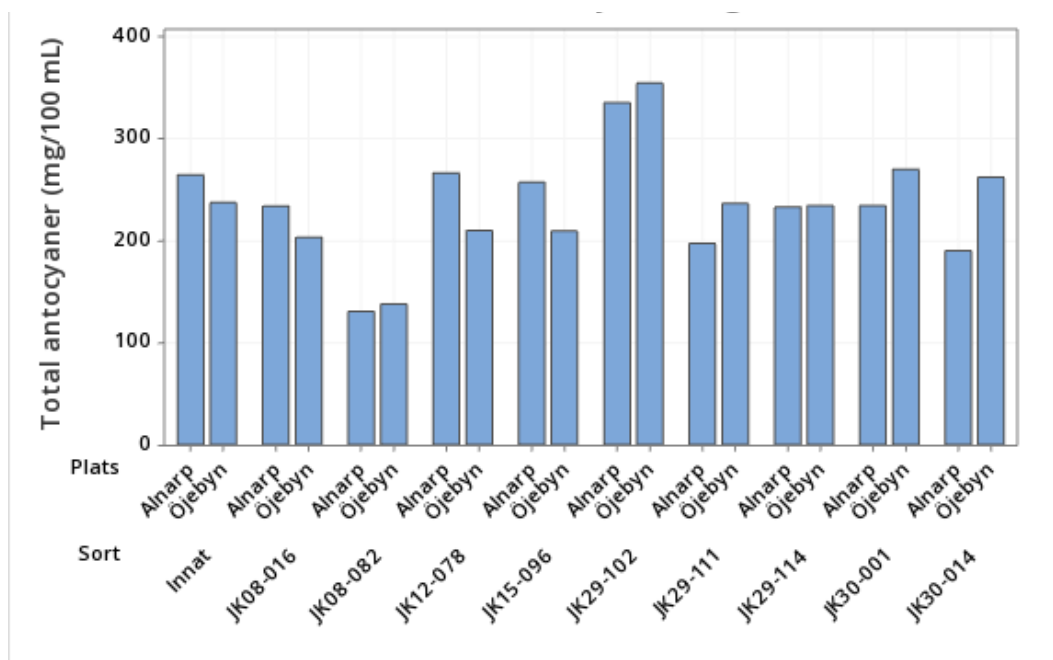
3.12 Totalhalt antocyaner

I svarta vinbär utgör delphinidin-3-rutinosid, cyanidin-3-rutinosid, delphinidin-3-glucosid, och cyanidin-3-glucosid de huvudsakliga antocyanerna varav de två först nämnda oftast förekommer i högst halt. Genom att summera mängden av dessa erhålls ett relevant mått på totalhalten antocyaner (Simerdova et al. 2021). Det fanns i detta försök ingen signifikant skillnad mellan odlingsplatserna för det sammantagna medelvärdet av totalhalten antocyaner i svartvinbärsjuice hos de olika sorterna (Alnarp 237 mg/100 mL, Öjebyn 234 mg/100 mL). Korrelationen mellan totalhalten antocyaner för Alnarp och Öjebyn var måttligt hög, 0.713 ($p < 0.021$), vilket innebär att både genetiska faktorer och miljöfaktorer påverkar innehållet men att sorten har stor betydelse.

Sortskillnaderna var däremot signifikanta (Figur 21, Tabell 12). Av de testade selektionerna hade JK29-102 högst halt (343 mg/100 mL) och JK08-082 lägst halt (134 mg/100 mL) med övriga selektioner däremellan inklusive jämförelsesorten 'Innat' (254 mg/100 mL).

Det uppmätta värdet på totalhalten antocyaner i juicen från de olika sorterna är jämförbart med publicerade värden för svartvinbär odlade längre söderut i Europa (se till exempel Simerdova et al. 2021). Värdena är också jämförbara med en tidigare undersökning där några av sorterna ingick (Hallin Lundberg 2023). Värt att notera är den stora spridningen mellan sorterna där särskilt JK29-102 sticker ut med högt värde vilket skulle kunna kopplas till det faktum att sorten har ett betydligt tjockare skal än övriga sorter i försöket. Totalhalten antocyaner påverkas mycket av och ökar med mognadsstadiet. Högst halt återfinns oftast i väl mogna bär (Rubinskiene et al. 2006). Eftersom mycket av antocyanerna sitter i bärskalet har

både odlingsmetod och bärets tjocklek betydelse för innehållet av antocyaner. Ju mindre bär desto högre skal-andel och därmed mer antocyaner.



Figur 21. I figuren visas värden av totalhalten antocyaner (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 12. I tabellen redovisas värdet av totalhalten antocyaner (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

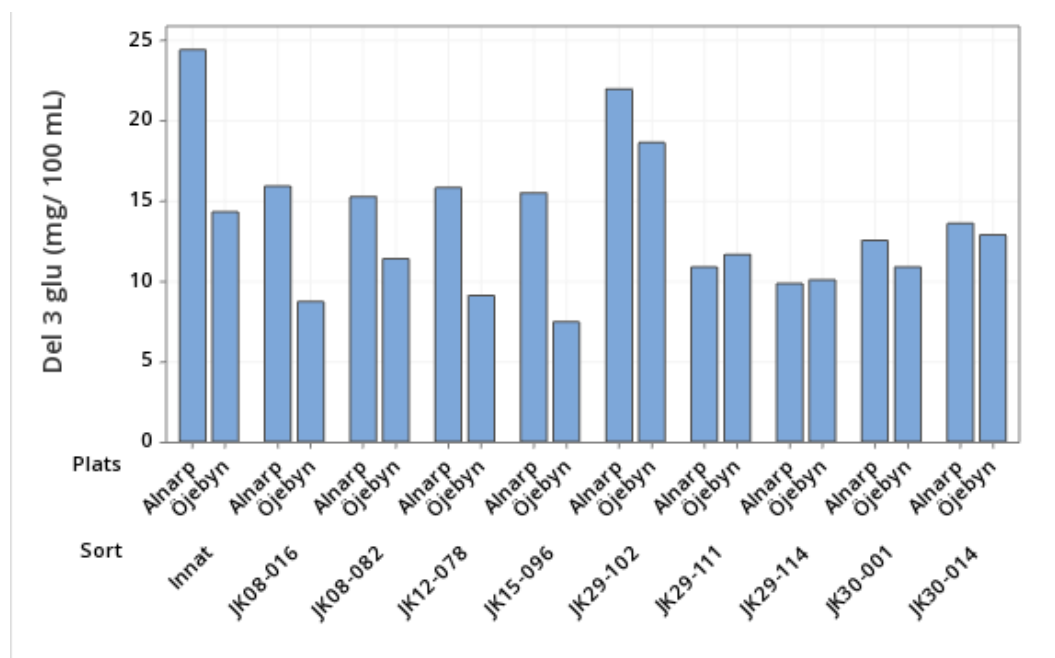
Sort	Antocyaner Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Antocyaner Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	264	AB	237	ABC
JK08-016	234	AB	203	BC
JK08-082	131	B	138	C
JK12-078	266	AB	210	ABC
JK15-096	257	AB	209	ABC
JK29-102	335	A	354	A
JK29-111	197	AB	237	ABC
JK29-114	233	AB	234	ABC
JK30-001	234	AB	270	AB
JK30-014	190	B	262	ABC

3.13 Delfinidin-3-glukosid

Det fanns stor signifikant skillnad ($p < 0.000$) mellan odlingsplatserna för innehållet av delfinidin-3-glukosid i de olika sorterna (Alnarp 15.6 mg/100 mL, Öjebyn 11.6

mg/100 mL). Fler än hälften av sorterna hade högre halt delfinidin-3-glukosid vid odling i Alnarp jämfört med Öjebyn (Figur 22, Tabell 13).

Av de testade selektionerna hade JK29-102 (20.2 mg/100 mL) och 'Innat' (20.0 mg/100 mL) dubbelt så hög halt som JK29-114 (9.6 mg/100 mL) i medelvärde för båda platserna. Innat hade det högsta enskilda värdet av alla vid odling i Alnarp (24.4 mg/100 mL).



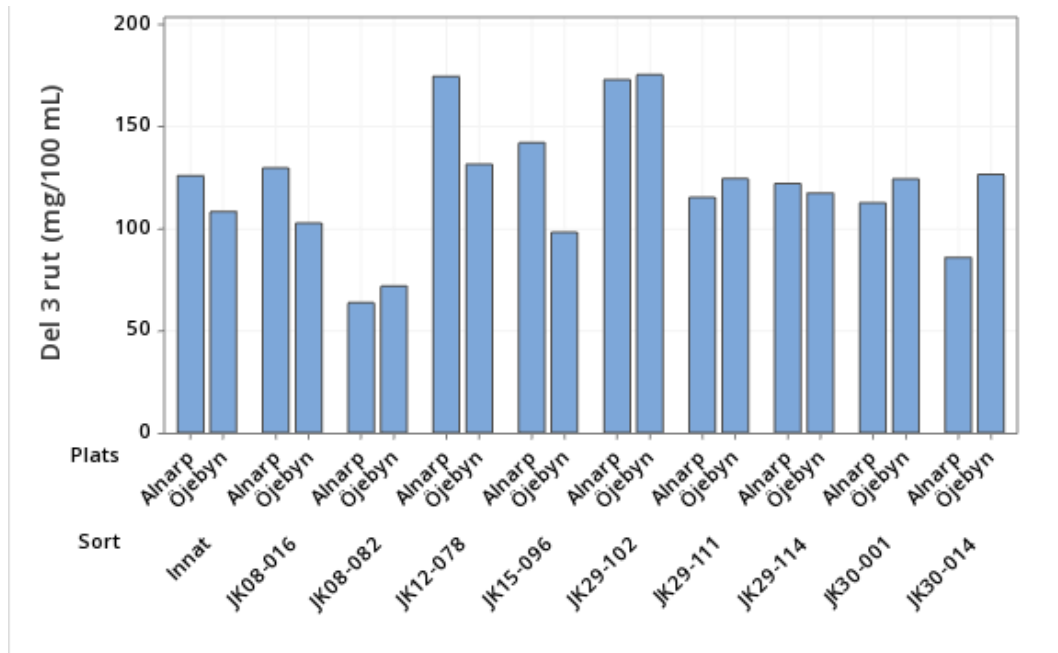
Figur 22. I figuren visas innehållet av delfinidin-3-glukosid (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 13. I tabellen redovisas innehållet av delfinidin-3-glukosid (Del-3-glu, mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Del-3-glu Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Del-3-glu Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	24.4	A	14.3	A
JK08-016	15.9	ABC	8.7	A
JK08-082	15.3	ABC	11.4	A
JK12-078	15.8	ABC	9.1	A
JK15-096	15.5	ABC	7.5	A
JK29-102	22.0	ABC	18.7	A
JK29-111	10.9	BC	11.7	A
JK29-114	9.9	C	10.1	A
JK30-001	12.6	BC	10.9	A
JK30-014	13.6	ABC	12.9	A

3.14 Delfinidin-3-rutinosid

Det fanns ingen signifikant skillnad mellan odlingsplatserna för medelvärdet i innehåll av delfinidin-3-rutinosid i de olika sorterna (Alnarp 124 mg/100 mL, Öjebyn 119 mg/100 mL). Hälften av sorterna hade dock högre halt delfinidin-3-rutinosid vid odling i Alnarp jämfört med Öjebyn (Figur 23, Tabell 14).



Figur 23. I figuren visas innehållet av delfinidin-3-rutinosid (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 14. I tabellen redovisas innehållet av delfinidin-3-rutinosid (Del-3-rut, mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

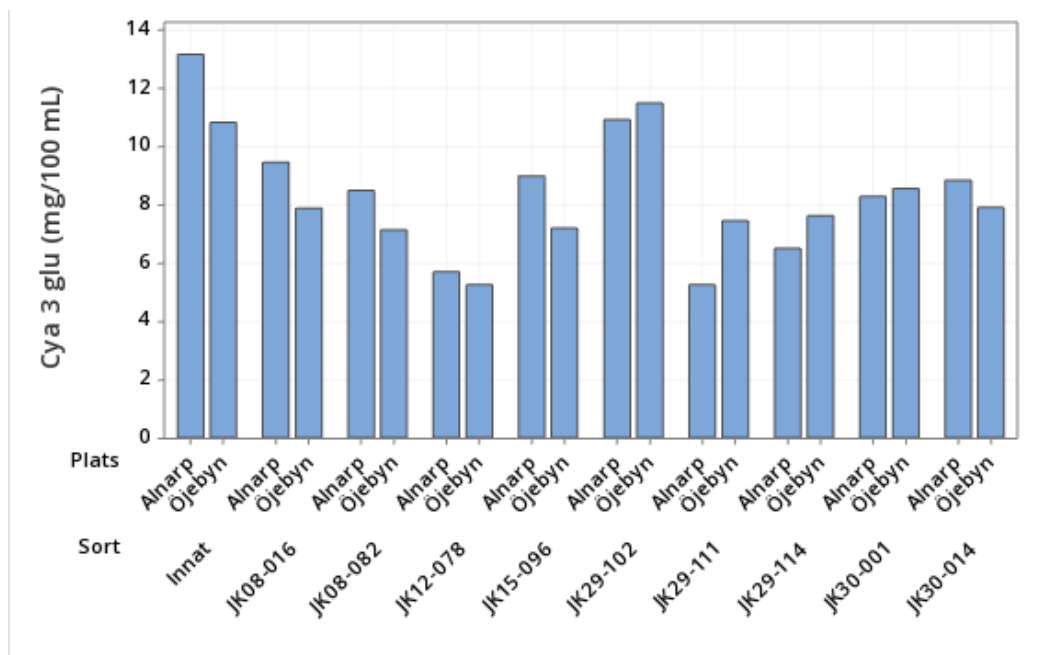
Sort	Del-3-rut Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Del-3-rut Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	126	AB	108	AB
JK08-016	130	AB	103	AB
JK08-082	64	B	72	B
JK12-078	175	A	131	AB
JK15-096	142	AB	98	AB
JK29-102	173	A	175	A
JK29-111	115	AB	125	AB
JK29-114	122	AB	117	AB
JK30-001	112	AB	124	AB
JK30-014	86	B	127	AB

Av de testade selektionerna hade JK12-078 (174 mg/100 mL) och JK29-102 (172 mg/100 mL) signifikant högre innehåll än JK08-082 (64 mg/100 mL) och JK30-014 (86 mg/100 mL) i medelvärde för båda platserna, övriga sorter var intermediära.

3.15 Cyanidin-3-glukosid

Det fanns ingen signifikant skillnad mellan odlingsplatserna för medelvärdet i innehåll av cyanidin-3-glucosid för de olika sorterna (Alnarp 8.6 mg/100 mL, Öjebyn 8.1 mg/100 mL). Mer än hälften av sorterna hade dock högre halt cyanidin-3-glucosid vid odling i Alnarp jämfört med Öjebyn (Figur 24, Tabell 15).

Av de testade selektionerna hade 'Innat' (12.2 mg/100 mL) och JK29-102 (11.1 mg/100 mL) signifikant högre innehåll än JK29-114 (6.9 mg/100 mL), JK29-111 (6.1 mg/100 mL) och JK12-078 (5.5 mg/100 mL) i medelvärde för båda platserna, övriga sorter var intermediära.



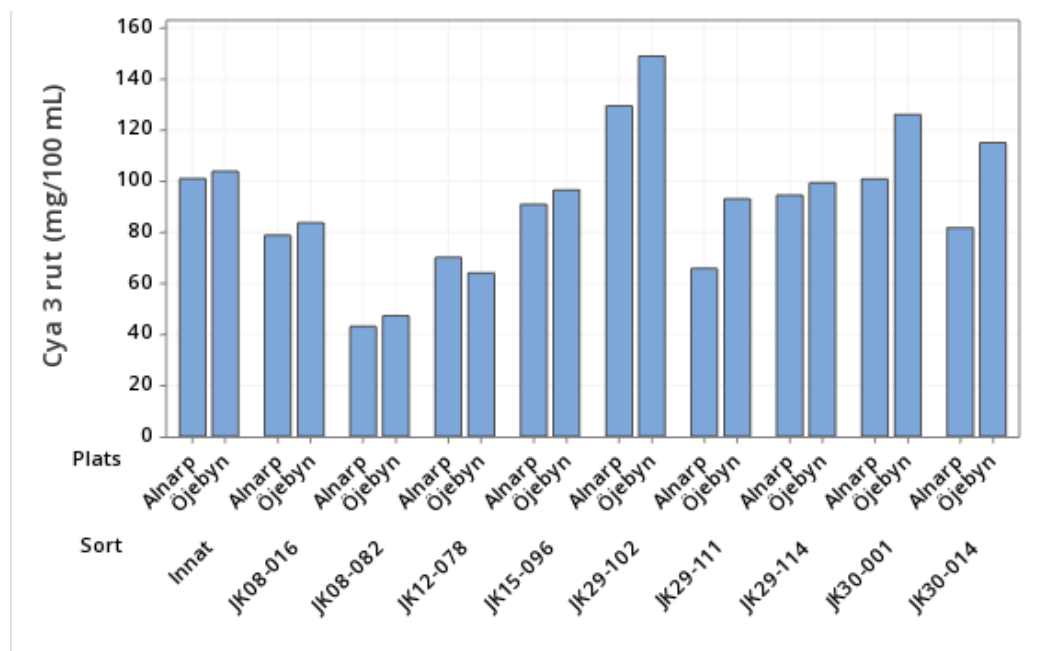
Figur 24. I figuren visas innehållet av cyanidin-3-glukosid (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Tabell 15. I tabellen redovisas innehållet av cyanidin-3-glukosid (Cya-3-glu, mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Cya-3-glu Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Cya-3-glu Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	13.2	A	10.8	AB
JK08-016	9.4	AB	7.9	AB
JK08-082	8.5	AB	7.1	AB
JK12-078	5.7	B	5.3	B
JK15-096	9.0	AB	7.2	AB
JK29-102	10.9	AB	11.5	A
JK29-111	5.3	B	7.4	AB
JK29-114	6.5	B	7.6	AB
JK30-001	8.3	AB	8.6	AB
JK30-014	8.8	AB	7.9	AB

3.16 Cyanidin-3-rutinosid

Det fanns signifikant skillnad ($p < 0.005$) mellan odlingsplatserna för medelvärdet i innehåll av cyanidin-3-rutinosid i de olika sorterna (Alnarp 85 mg/100 mL, Öjebyn 98 mg/100 mL). Alla utom en av sorterna hade högre halt cyanidin-3-rutinosid vid odling i Öjebyn jämfört med Alnarp (Figur 25, Tabell 16).



Figur 25. I figuren visas innehållet av cyanidin-3-rutinosid (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

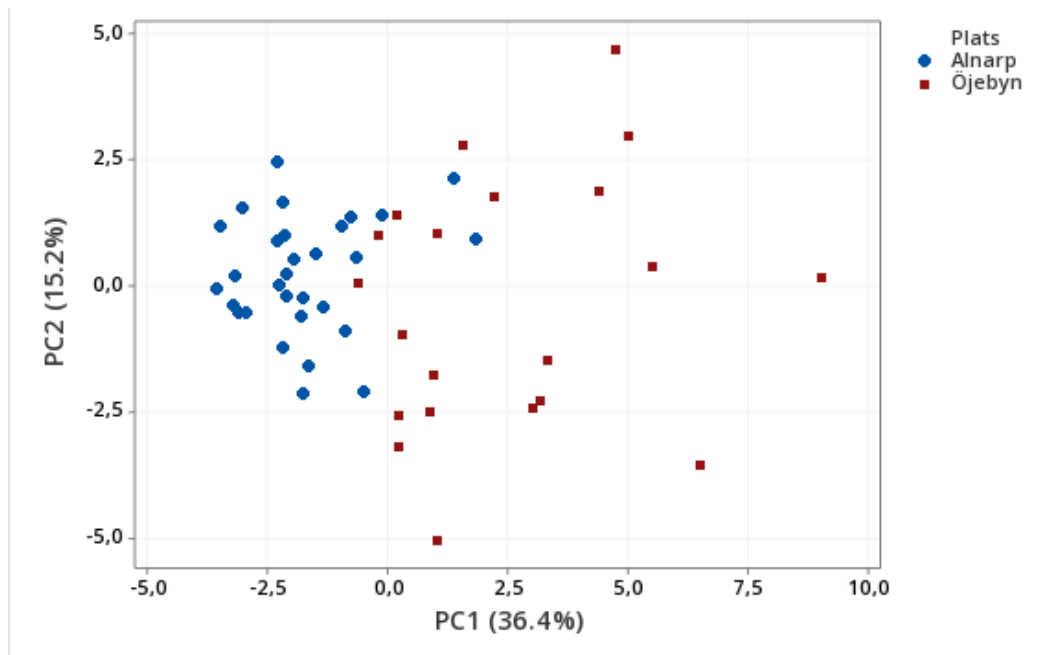
Av de testade selektionerna hade JK29-102 (139 mg/100 mL) och JK30-001 (113 mg/100 mL) signifikant högre innehåll än JK08-016 (81 mg/100 mL), JK29-111 (78 mg/100 mL), JK12-078 (69 mg/100 mL) och JK08-082 (45 mg/100 mL) i medelvärde för båda platserna, övriga sorter var intermediära.

Tabell 16. I tabellen redovisas innehållet av cyanidin-3-rutinosid (Cya-3-rut, mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats. För sorter som inte delar samma gruppbokstav är medelvärdena statistiskt signifikant olika inom respektive plats ($p < 0.05$).

Sort	Cya-3-rut Alnarp (mg/100 mL)	Grupp	Cya-3-rut Öjebyn (mg/100 mL)	Grupp
'Innat'	101	AB	104	ABCD
JK08-016	79	BC	84	BCD
JK08-082	43	C	47	D
JK12-078	70	BC	64	CD
JK15-096	91	ABC	96	ABCD
JK29-102	129	A	149	A
JK29-111	66	BC	93	ABCD
JK29-114	95	AB	99	ABCD
JK30-001	101	AB	126	AB
JK30-014	82	ABC	115	ABC

3.17 Aromer

Vid aromanalysen hittades ett stort antal variabla aromer varav 21 valdes ut för en övergripande principalkomponentanalys som reducerar antalet dimensioner i data samtidigt som informationen behålls. Av analysen (Figur 26) framgår tydligt att proverna från Alnarp och respektive Öjebyn skiljer sig åt, det finns med andra ord en stor effekt av platsen, och de två första dimensionerna förklarar drygt hälften av variation i materialet.



Figur 26. I figuren visas innehållet av cyanidin-3-rutinosid (mg/100 mL) i svartvinbärsjuice per sort och odlingsplats.

Fem av de detekterade aromämnen var särskilt karaktäristiska för det i försöket ingående växtmaterialet (Tabell 17–19). Här återfinns terpenener med citrusaktiga, sötaktiga, örtiga och bäriga samt blommiga aromer som tentativt identifierats i överensstämmelse med andra undersökningar (Christensen och Pedersen 2006, Ohlsson 2009).

Tabell 17. I tabellen redovisas utvalda särskiljande och karaktäristiska aromer som tentativt identifierats i proverna av de i försöket ingående sorterna.

Beteckning	Namn	Klass	Sensorisk karaktär
A29	limonen	terpen	citrus, fruktig, örtig
A33	cis- β -ockimen	terpen	sötaktig, örtig, citrus, grön, kryddig
A34	trans- β -ockimen	terpen	sötaktig, örtig, grön, kryddig
A38	cis-ros-oxid	terpen	sötaktig, blommig, litchi
A42	Alt. 1: myrtenol	terpen	sötaktig, blommig, örtig, bär, trä
A42	Alt. 2: p-cymen-9-ol	fenol	medicinsk, örtig, mynta

Tabell 18. I tabellen redovisas för varje sort mängd av 5 karaktäristiska aromer; A29, A33, A34, A38 och A42; med absorbansarean för respektive topp vilket kopplar till halten. Aromerna har detekterats i svartvinbärsjuice från försöket på Alnarp. För sorter som inte delar samma gruppbokstav (G) är medelvärdet statistiskt signifikant olika inom respektive arom ($p < 0.05$).

Sort	A29	G	A33	G	A34	G	A38	G	A42	G
'Innat'	5309	AB	1296	AB	2367	AB	1648	AB	951	AB
JK08-016	468	B	910	AB	1509	AB	607	AB	1099	AB
JK08-082	5091	AB	1382	AB	2338	AB	1451	AB	404	B
JK12-078	190	B	2225	AB	4500	AB	575	AB	1429	A
JK15-096	0	B	733	AB	1050	B	470	AB	1124	AB
JK29-102	139	B	2589	AB	3732	AB	314	B	479	B
JK29-111	6088	A	557	B	626	B	1985	A	891	AB
JK29-114	428	B	2418	AB	5103	AB	576	AB	1187	AB
JK30-001	728	AB	3147	A	6794	A	667	AB	1422	A
JK30-014	280	B	1385	AB	2607	AB	532	AB	874	AB

Tabell 19. I tabellen redovisas för varje sort mängd av 5 karaktäristiska aromer; A29, A33, A34, A38 och A42; med absorbansarean för respektive topp vilket kopplar till halten. Aromerna har detekterats i svartvinbärsjuice från försöket på Öjebyn. För sorter som inte delar samma gruppbokstav (G) är medelvärdet statistiskt signifikant olika inom respektive arom ($p < 0.05$).

Sort	A29	G	A33	G	A34	G	A38	G	A42	G
'Innat'	23828	A	6889	A	22336	A	6606	AB	1477	AB
JK08-016	654	B	1327	BC	3994	B	995	C	1190	AB
JK08-082	8872	B	2997	ABC	8733	AB	3385	BC	711	B
JK12-078	959	B	1866	ABC	4710	B	959	C	1591	AB
JK15-096	1739	B	912	C	5736	B	1547	BC	1895	AB
JK29-102	429	B	5906	A	15534	AB	662	C	748	AB
JK29-111	23520	A	2070	ABC	3847	B	8868	A	1862	AB
JK29-114	437	B	3219	ABC	8864	AB	654	C	1080	AB
JK30-001	178	B	5596	AB	16036	AB	779	C	2348	A
JK30-014	295	B	3180	ABC	8563	AB	653	C	1671	AB

Med hjälp av de fem utvalda aromämnen kan de testade sorterna indelas i fyra grupper med snarlik aromprofil.

Grupp A (Figur 27) utgörs av 'Innat' och JK08-082 som båda har relativt hög halt av alla fem aromer men där 'Innat' har betydligt högre totalhalt än JK08-082.

Grupp B (Figur 28) utgörs av JK08-016, JK12-078 och JK15-096 som alla har hög halt av Arom 42 och snarlik lägre mängd av övriga aromer.

Grupp C (Figur 29) utgörs av JK29-111 som har hög halt av A29 och A38.

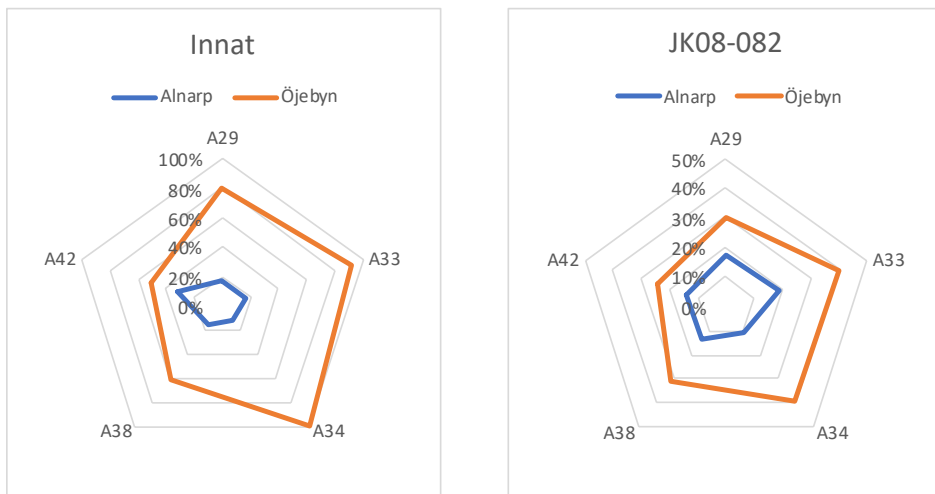
Grupp D (Figur 30) utgörs av JK29-102, JK29-114, JK30-001 och JK30-014 som har lägre halter av A29 och A38 och samtidigt högre halter av A33 och A34 och mer eller mindre av A42. I grupp D varierar totalhalten hos de olika sorterna medan aromprofilen är snarlik. I detta sammanhang kan det vara intressant att

notera att alla sorter i grupp D kommer från samma korsningspopulation (Tabell 1). Även JK29-111 (Grupp C) tillhör samma korsningspopulation men har en avvikande aromprofil.

Halterna av de olika aromämnen var generellt högre för proverna från Öjebyn jämfört med Alnarp. Detta är i överensstämmelse med finska undersökningar som visar att svarta vinbär som odlats på nordligare breddgrader har högre mängd arom än bär som odlats på sydligare breddgrader (Marsol-vall et al. 2018).

Skillnad i den sammanlagda aromprofilen, där alla aromer utöver de som här pekats ut som särskilt karaktäristiska, och totalhalten av aromer avgör hur de olika sorterna upplevs sensoriskt – och varje sort är unik i sin profil. Till den sensoriskt upplevda smaken bidrar i hög utsträckning sorternas innehåll och balans av socker och syror.

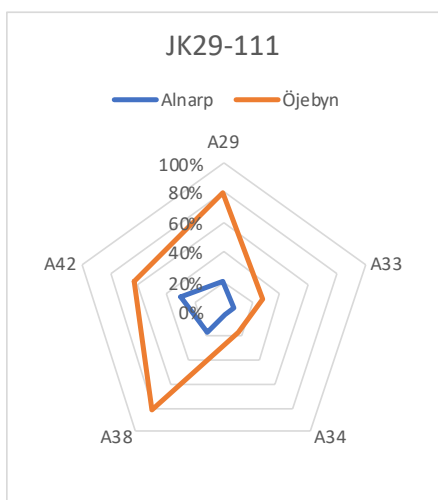
För att kunna koppla de enskilda kemiska karaktärerna som analyserats och detekterats i detta försök till den sammanlagda smakupplevelsen måste sensoriska test genomföras. Baserat på detta kan sedan sorter väljas ut för olika användningsområden där smak ges högre eller lägre prioritet beroende på produkt.



Figur 27. Aromprofiler för Grupp A; 'Innat' och JK08-082; vid odling på Alnarp och på Öjebyn. Profilerna är lika men nivåerna varierar. Högst halt finns i bären från Öjebyn.



Figur 28. Aromprofiler för Grupp B; JK08-016, JK12-078 och JK15-096; vid odling på Alnarp och på Öjebyn. Profilerna är lika men nivåerna varierar. Halterna är tämligen lika för respektive sort men högst halt finns i bären från Öjebyn.



Figur 29. Aromprofiler för Grupp C; JK29-111; vid odling på Alnarp och på Öjebyn. Högst halt finns i bären från Öjebyn.



Figur 30. Aromprofiler för Grupp D; JK29-102, JK29-114, JK30-001 och JK30-014; vid odling på Alnarp och på Öjebyn. Profilerna är lika men nivåerna varierar. Högst halt finns i bären från Öjebyn.

Slutsatser

Försöket har visat att:

- Förökning med vedartade sticklingar kan ge hög andel etablerade plantor som producerar tillräckligt med långa skott för att ge hög avkastning redan påföljande år.
- Avkastningen är sortberoende och kan för de bästa sorterna ge över 450 g per planta i medelvärde.
- Det finns ytterligare potential att nå än högre avkastning genom att optimera etableringen av sticklingar och skotttillväxt då enskilda plantor i försöket gav mer än 1.2 kg per planta på Alnarp och 0.8 kg per planta på Öjebyn.
- Det finns stora sortskillnader i kvoten mellan löslig torrsubstans och titrerbar syra. Bland de testade sorterna varierade kvoten från 3.2–6.0 på Alnarp och från 2.7–6.5 på Öjebyn. Genom lämpligt sortval kan kvoten fördubblas vilket har stor påverkan på smakupplevelsen i balansen sötma/syra där bär med hög kvot upplevs sötare än bär med låg kvot.
- Innehållet av askorbinsyra är sortberoende men påverkas också mycket av miljöfaktorer. Bland de testade sorterna varierade innehållet från 61–207 mg/100 mL på Alnarp och 36–140 mg/100 mL på Öjebyn. I medeltal var innehållet av askorbinsyra 65% högre i bär som skördats på Alnarp jämfört med Öjebyn. Genom lämpligt sortval kan innehållet av askorbinsyra mer än fördubblas.
- Innehållet av antocyaner är också sort- och miljöberoende. Bland de testade sorterna varierade innehållet från 131–335 mg/100 mL på Alnarp och 138–354 mg/100 mL på Öjebyn. Genom lämpligt sortval kan innehållet av antocyaner mer än fördubblas.
- Svarta vinbär har en komplex och sortkaraktäristisk aromprofil där några aromer tycks vara mer karaktäristiska än andra. Det är inte bara aromer som varierar, även halten av de enskilda aromerna skiljer sig åt mellan sorterna.

Även om detta försök resulterat i ny värdefull kunskap om det testade odlingssystemet och de inkluderade sorterna och selektionerna vid det första skördeåret är fler försöksår nödvändiga för att kunna dra slutsatser om odlingssystemets långsiktiga potential.

Referenser

- Christensen K, Pedersen H. 2006. Varietal differences in the aroma compound profile of blackcurrant berries. *Dev Food Sci* 43:257–260. [https://doi.org/10.1016/S0167-4501\(06\)80061-0](https://doi.org/10.1016/S0167-4501(06)80061-0)
- Hallin Lundberg A. 2023. Söta svarta vinbär - Kartläggning av kvalitetsegenskaper med fokus på antocyaniner. Självständigt arbete, Trädgårdsingenjör odling - Kandidatprogram, SLU Alnarp. https://stud.epsilon.slu.se/19074/1/a_hallin_lundberg_230627.pdf
- Hellqvist S. 1998. Skadedjur på svarta vinbär. Faktablad om växtskydd Trädgård 154 T, SLU. https://pub.epsilon.slu.se/18058/1/Hellqvist_S_201103.pdf
- Hutchison et al. 2016. Black currant nectar reduces muscle damage and inflammation following a bout of high-intensity eccentric contractions. *Diet Suppl* 13(1):1–15. <https://doi.org/10.3109/19390211.2014.952864>
- Marsol-Vall A et al. 2018. Profiles of volatile compounds in blackcurrant (*Ribes nigrum*) cultivars with a special focus on the influence of growth latitude and weather conditions. *J Agric Food Chem* 66:7485–7495. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.8b02070>
- Ohlsson A. 2009. Comparison of flavour compounds in juices from different blackcurrant varieties. Examination project work, 30 hp. School of Pure and Applied Natural Sciences, University of Kalmar. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:272872/FULLTEXT01.pdf>
- Okamoto et al. 2020. Effects of blackcurrant extract on arterial functions in older adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial. *Clin Exp Hypertens* 42(7):640–647. <https://doi.org/10.1080/10641963.2020.1764015>
- Olander SA. 1993. High density cultural system for black currants (*Ribes nigrum* L.). *Acta Hort* 352:71–78, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.352.9>
- Rubinskiene et al. 2006. Changes in biologically active constituents during ripening in black currants. *J Fruit Ornament Plant Res* 14(Suppl. 2):237–246. http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/Suppl_2_2006/Suppl_2_full_24_2006.pdf
- Rumpunen K, Öberg E. 2011. Svarta vinbär för ekologisk odling. SLU Slutrapport. 2011:31, 33 sidor, https://pub.epsilon.slu.se/8407/1/rumpunen_et_al_111028.pdf
- Simerdova et al. 2021. Evaluation of anthocyanin profiles in various blackcurrant cultivars over a three-year period using a fast HPLC-DAD method. *Foods* 10:174, <https://doi.org/10.3390/foods10081745>
- Thiele GF. 1979. Short term cropping of blackcurrants with mechanical harvesting. <https://core.ac.uk/download/pdf/35463287.pdf>

- Vagiri et al. 2013. Phenols and ascorbic acid in black currants (*Ribes nigrum* L.): variation due to genotype, location, and year. *J Agric Food Chem* 61(39):9298–306. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf402891s>
- Watson et al. 2019. The impact of blackcurrant juice on attention, mood and brain wave spectral activity in young healthy volunteers. *Neurosci* 22(8):596–606. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1420539>
- Öbert E. 2012. Åtgärder mot vinbärsknoppmal (*Lampronia capitella*) i ekologisk odling av svarta vinbär i norra Sverige. Slutrapport, Hushållningssällskapet, Öjebyn, <https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2023/11/atgarder-mot-vinbarsskottmal-2012.pdf>

Tack

Projektet har finansierats med hjälp av medel från Jordbruksverket inom ramen för den svenska livsmedelsstrategin vilket härmed tacksamt erkännes.

Växtförädlingen av svarta vinbär på Balsgård som givit upphov till de i försöket testade sortkandidaterna har finansierats med medel från FORMAS och SLU.