

Bakgrund

Intresset för kommersiell frilandsodling av hallon har ökat sedan början av 1980-talet. Både hallon och björnbär har speciella krav på klimat och jordmån. Dessutom förutsätter de två kulturerna ogräsfria odlingsarealer eftersom det är problematiskt att ogräsbekämpa i odlingar av dessa bär. Hjortron har sporadiskt odlats kommersiellt i tunnel på naturliga ståndorter och intresset för denna form av odling ökar. Ny forskning har visat att hjortron är ett mycket känsligt växtslag med avseende på klimatförändringar. Det är därför sannolikt att betydelsen av hjortronproduktion under kontrollerade betingelser kommer att öka i framtiden.

Skörden av hallon, björnbär och hjortron är starkt säsongsbetonad och bären finns som regel endast tillgängliga en kort period av året. Genom att odla under växthusbetingelser öppnas möjligheterna att kunna erbjuda produkterna även utanför den naturliga säsongen.

De flesta undersökningar som har genomförts för att studera produktionsfaktorernas effekter inriktar sig på att maximera skördeutbytet utan hänsyn till bärens arom eller andra kvalitetsparametrar. För att kunna bedriva produktion av delikatessbär på ett ekonomiskt försvarbart sätt är det emellertid en förutsättning att bären har en mycket hög kvalitet och att de växthusodlade bären därigenom uppfyller konsumentens alla krav vad gäller smak, utseende och hållbarhet. Det föreslagna arbetet syftade till att klargöra hur näringstillförsel och ljusbetingelser påverkar skördeutbyte, sjukdomsangrepp samt ätkvaliteten hos hallon, björnbär och hjortron som odlas i växthus.

Material och metoder

Projektet var uppdelat i två delar med fokus på gödslingsstrategier respektive ljusförhållanden för odling av hallon, björnbär och hjortron. En sort användes för varje växtslag, nämligen Polka (hallon), Lochness (björnbär) samt Fjällgull (♀) och Appoltro (♂) (hjortron). För hallon och björnbär användes ettåriga mikroförökade plantor som importerades från Ungern. Klonat hjortronmaterial importerades år 1 från en finsk plantskola och år 2 från en plantskola i Norge.

Förundersökning

För att fastställa de rätta odlingsbetingelserna för hjortron samt för att optimera näringsupptaget, utfördes i ett inledande skede ett pH- och substratförsök. Undersökningen bestod av två delar. Del 1 bestod av ett tvåfaktoriellt försök där faktor 1 stod för olika pH-nivåer (pH 3.5, 4.5, 5.5 respektive 6.5) och faktor 2 för olika odlingssubstrat (ogödslad torv med humifieringsgrad H2, sand respektive näringslösning). Substraten pH-justerades genom tillsats av kalk till de valda nivåerna, fylldes i femliterskrukor för torv och sand respektive i enlitersvaser för näringslösningen. Försöket genomfördes som ett blockförsök med tre block och tre replikat per behandling och var i sin helhet förlagt till växthus. Del 2 bestod av en närmare granskning av pH-effekten på hjortronrötternas närmiljö. Hjortronen odlades i näringslösning (static aerated culture) under en period av åtta veckor i de ovannämnda pH-nivåerna. Näring tillfördes kontinuerligt och substratlösningen pH-stabiliserades kontinuerligt. Efter 8 veckors odling fixerades rotmiljön för att förtydliga de aktuella pH-nivåerna kring hjortronrhizomerna och plantornas rötter. Undersökningen genomfördes i biotronen vid 15°C, 75 % relativ luftfuktighet samt en ljusintensitet av 400 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ med fyra replikat per behandling.

Odling

Hallon- och björnbärsplantor odlades i torvbaserat odlingssubstrat (Hasselfors Master, siktad sphagnumtorv, H2-H4, med lera, pH 6.0) i femliterskrukor på golv (1 % lutning) i växthus. Näring och vatten tillfördes genom droppslangar med två droppställen per kruka. Innan försöksstart vernaliserades plantorna utomhus i 600 timmar under 7°C. Efter inhusning höjdes temperaturen successivt under en fyraveckorsperiod till 20°C (RH 75 %). Plantorna klipptes ner till 80 cm höjd och 3 skott per kruka. Den odlingstekniska delen av studien var uppdelad i två delar, nämligen studier av:

- effekten av varierad kväve- och kaliumtillförsel
- effekten av olika ljusnivåer

Odlingen genomfördes i två block med fyra behandlingar. För att ha tillräckligt med material (10 plantor per block och behandling) för undersökningarna år 2 odlades 28 plantor per block och behandling under år 1.

Näringstillförsel

Kväve (N) och kalium (K) tillfördes i höga eller låga nivåer med en sammanlagd mängd under odlingssäsongen av 100 respektive 60 kg N/ha och 104 respektive 66.4 kg K/ha. Samtliga fyra kombinationer av kväve- och kaliumtillförsel studerades i denna undersökning. Odlingssäsongen var uppdelad i sex faser och näringsförsörjning skedde med hänsyn till kulturens krav.

Ljusnivåer

Den gödslingsnivå som hade bäst effekt på tillväxt, skörd och kvalitet valdes för undersökningarna kring ljusnivåer år 2. Fyra ljusnivåer studerades genom att skugga plantorna olika mycket. Plantorna belystes dygnet runt under försökets gång med de ljusintensiteter som finns angivna i tabell 1.

Tabell 1. Ljusintensitet vid de olika behandlingarna under andra årets försök.

ljusnivå	ljusintensitet (PAR; $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$)
kontroll	209
ljusnivå 1	101
ljusnivå 2	75
ljusnivå 3	40

Analys

Utveckling och tillväxt

Utveckling och tillväxt av hallon och björnbär följdes upp med hänsyn till såväl vegetativa (skottlängd, antal skott, antal blad, bladstorlek, bladfärg, plantkondition) som generativa (antal blommor, blomningstillfälle, antal bär, bärvikt) variabler.

Växtnäringsämnen

Analys av växtnäringsämnen i substrat utfördes med modifierad Spurway-analys. Substratvätska samlades in med hjälp av lysimetrar (tre per kruka) från fem representativa krukor per behandling innan övergång till ett nytt gödslingssteg.

Sockerkhalt

Bärens sockerkhalt bestämdes med refraktometer. Bären mixades och homogenatets Brix-värde, baserat på våtvikt, registrerades. Fem mätningar gjordes på varje prov.

Syrakhalt och pH

Den totala titrerbara syran analyserades genom att späda homogenatet tio gånger med destillerat vatten och därefter titrera till pH 8.0 med 0.1 M natriumhydroxid. Dubbelprov utfördes. Bärhomogenatets pH-värde mättes med pH-meter i tre replikat.

Färg

Bärhomogenatet hälldes i petriskålar och färgen studerades med en färgmätare. Provens färg mättes genom att registrera ljushet, kromaticitet (beskriver renheten, mättnade och intensiteten hos en kulör) samt kulörthet (beskriver styrkan hos färgen). Trippelprov utfördes och tre mätningar gjordes på varje prov.

Aromämnen

Luktande substanser från bären upparbetades genom att de placerades i förslutna glasflaskor. Proverna fick jämvikta vid 35°C i 30 minuter och därefter leddes en heliumström, totalt 1 liter, genom flaskan. De flyktiga föreningarna samlades på ett adsorbentmaterial. Trippelprover genomfördes.

Adsorbentpatronerna placerades i en injektor där de flyktiga komponenterna desorberades i 5 minuter vid 250°C och sedan injicerades på en gaskromatograf. Detektion gjordes både med masspektrometri och olfaktometri. Masspektrometri användes för att kvantifiera och identifiera substanserna medan olfaktometri användes för att med ord beskriva ämnens lukter samt för att få en uppfattning om vilka föreningar som hade störst betydelse för den totala aromprofilen.

Sensorik

En kvalitativ konsensusstest (Profile Attribute Analysis) genomfördes med sex bedömare som var tränade enligt ISO 8586-1993.

Tio sensoriska attribut avseende utseende, lukt, smak och konsistens bedömdes för varje prov. Vid den inledande träningen presenterades bedömarna för två prover för att de skulle få en gemensam uppfattning om attributen och utföra bedömningarna på samma sätt. Vid huvudförsöket uppmanades panelmedlemmarna att ange intensiteten för varje attribut på en kontinuerlig 100 mm linjeskala, märkt ”lite” vid 10 mm och ”mycket” vid 90 mm. Resultaten diskuterades sedan gemensamt och leddes av panelledaren för att nå konsensus, d.v.s. för varje attribut enades panelen om var på skalan de olika proverna skulle placeras.

Första året analyserades bär från en tidig skörd (juni) medan det av praktiska skäl gjordes analyser av bär som skördades under säsongens senare del (augusti) under andra året.

Ekonomisk utvärdering

En ekonomisk utvärdering för att bedriva en kommersiell odling av de tre bärtyperna genomfördes som självkostnadskalkyler. Detta innebär att ett produktionspris för respektive bär beräknades så att detta pris täckte samtliga kostnader i odlingen.

Resultat

Förundersökning

Signifikanta skillnader observerades mellan de studerade substraten. I motsats till förväntningarna var tillväxten störst och snabbast i försöksleden med enbart näringslösning. Det fanns ingen skillnad i biomasseproduktion mellan de olika pH-nivåerna. Däremot kunde kloroser skönjas hos plantor som växte vid pH 5.5 och 6.5. Kloroserna tolkades som järnkloroser, detta trots att järn tillförts i chelatform med god tillgänglighet vid högt pH.

Hjortronplantornas förmåga att kompensera för pH och därmed förmåga att ta upp näring är beroende av mediets pH. Ingjutning av hjortonrhizom och -rötter i närvaro av en pH-indikator visade en zon med mycket lågt pH (pH 3.95) runt rötterna och rhizomen hos plantorna som växt i odlingsmedium med pH 4.5. Förmågan att kompensera minskade successivt då odlingssubstratets pH ökade. Detta kan förklara det försämrade upptaget av järn i substrat med högt pH. Från denna undersökning dras slutsatsen att näringslösningssystem med pH 4.5-5 återspeglar de bästa förutsättningarna för yrkesmässig odling. På grundval av föreliggande data utprovades ett näringslösningssystem, där ett 2 cm tjockt täcksikt bestående av vulkaniskt material användes för att förhindra alg tillväxt i lösningen.

Olyckligtvis visade det sig sedermera att transporten av hjortronplantor vid import samt hanteringen i tullen skapade stora problem. Växtmaterialet var vid ankomst i sådant skick att det inte gick att bedriva försöksverksamhet eller odla plantorna kommersiellt. I samförstånd med SLF avbröts därför försöken med hjortron.

Utveckling och tillväxt

I tabell 2 redovisas skördeutbytet samt bärmedelvikten för de två bärsorterna som ett resultat av de olika gödslingsstrategierna.

Tabell 2. Skördeutbyte (normaliserat efter den behandling som gav störst avkastning) samt bärmedelvikt för hallon och björnbär odlade med olika gödslingsnivåer.

<i>behandling</i>	skördeutbyte (%)		bärmedelvikt (g)	
	<i>hallon</i>	<i>björnbär</i>	<i>hallon</i>	<i>björnbär</i>
hög K + hög N	98	100	3.0	7.2
låg K + hög N	90	94	2.7	7.2
hög K + låg N	100	91	3.0	7.1
låg K + låg N	85	100	2.9	7.5

Det observerades inga dramatiska skillnader mellan gödslingsnivåerna med avseende på den totala bärvikten och på bärmedelvikten hos hallon. Höga kaliumnivåer resulterade i den högsta ackumulerade avkastningen, medan en kombination av låga kalium- och kvävenivåer ledde till negativa effekter på antal bär och avkastning. Hallonplantor som utsattes för låga kaliumnivåer hade större bladyta än plantor i övriga behandlingar. Ett samband kunde konstateras mellan skörd och kaliumgiva, bladyta samt antal blad.

Även för björnbär var det små differenser vad gällde responsen till olika gödslingsstrategier. Den ackumulerade vikten var högst då antingen låg kväve- och låg kaliumtillförsel eller hög kväve- och hög kaliumtillförsel kombinerades. För björnbär var den totala bärvikten en funktion av antal bär, kaliumgiva samt antal skott.

Efter en samlad analys av resultaten gjordes bedömningen att de plantor som utsatts för en kombination av hög kväve- och hög kaliumgiva skulle användas i ljusintensitetsstudien år 2.

Resultaten från försöket med olika belysningsgrader med avseende på avkastningen och bärmedelvikten presenteras i tabell 3.

Tabell 3. Skördeutbyte (normaliserat efter den behandling som gav störst avkastning) samt bärmedelvikt för hallon och björnbär odlade med olika ljusnivåer.

<i>behandling</i>	skördeutbyte (%)		bärmedelvikt (g)	
	<i>hallon</i>	<i>björnbär</i>	<i>hallon</i>	<i>björnbär</i>
kontroll	100	100	4.7	8.1
ljusnivå 1	48	70	4.0	9.3
ljusnivå 2	25	31	3.6	7.6
ljusnivå 3	17	14	3.4	4.2

Ljusintensiteten hade stor inverkan på vegetativa och generativa egenskaper. Skuggning sänkte avkastningen kraftigt för båda bärslagen. Effekterna visade sig både genom färre antal bär och en lägre bärmedelvikt. Biomasseproduktionen var också påverkad av ljusintensiteten där de högre skuggningsnivåerna ledde till en betydligt lägre torrsvikt hos bladen.

Skördeförloppet var avsevärt kortare vid kraftig skuggning av plantorna. Vid normal ljusinstrålning (kontroll) skördades bär under drygt tre månader medan plantor som odlades under ljusnivå 3 endast bar bär under en knapp månad eftersom skörden kom igång senare och avslutades tidigare.

Sjukdomsangrepp

Initialt förekom angrepp av vissnesjuka (*Verticillium* spp.) hos hallonplantorna. Angreppet hanterades genom att eliminera växtmaterial med symptom. Massivt angrepp av fjärilslarver och spinn förekom hos hallon. I synnerhet angrepp med fjärilslarver ledde till påtagliga bladskador, nedsatt plantkondition och nedsatt fruktsättning och antal bär. Angreppet behandlades tre gånger med Turex under år 1. Detta hade endast begränsad effekt. Därefter behandlades angreppet med Eradicoat. Angreppet innebar att skörden av hallon under år 2 blev så låg att det inte fanns tillräckligt med bär för att genomföra de sensoriska analyserna.

Hos björnbär konstaterades inget spinnangrepp. Däremot förekom angrepp av svart björnbärslus samt andra bladlöss. Angreppet punktbehandlades med Raptol.

Socketrhalt

Resultaten från mätningarna visade att sockernivån var mellan 8.7 och 9.2 % för hallon som härstammade från de fyra olika gödslingsnivåerna. Det var ingen signifikant skillnad mellan proverna och sockerhalten i hallon påverkades således inte av dessa gödslingsstrategier.

Brix-värdet i björnbären från den första odlingssäsongen var också inom ett snävt intervall, 10.0-11.4 %, och inte heller i detta fall observerades några signifikanta skillnader.

Socketrhalt påverkades emellertid av de olika ljusnivåerna som användes vid andra säsongens odlingar, vilket framgår av tabell 4. För såväl hallon som björnbär var sockernivåerna klart högst i de bär som hade odlats med normal belysning (kontroll). En tydlig minskning i sockerhalten noterades sedan successivt när belysningsgraden minskade och den var ca 30 % lägre i de bär som hade skuggats mest.

Tabell 4. Brixtal för hallon och björnbär odlade med olika ljusnivåer.

ljusnivå	hallon	björnbär
kontroll	11.5	13.1
ljusnivå 1	10.9	12.6
ljusnivå 2	10.3	10.9
ljusnivå 3	8.2	9.6

Syrahalt och pH

Syrahalt i hallon var oberoende av gödslingsnivåerna. I samtliga fall var den totala titrerbara syran, beräknad som citronsyra, 2.3-2.4 mg/100 mg. Även pH-värdet var konstant, 3.3, i de olika hallonproven. Med avseende på björnbären observerades emellertid vissa skillnader. De bär som hade odlats med hög kväve- och hög kaliumnivå respektive låg kväve- och låg kaliumnivå hade 30 respektive 50 % högre syrahalt än de bär som hade odlats med låg kväve- och hög kaliumhalt samt med hög kväve- och låg kaliumhalt. Detta avspeglade sig även i pH-värdena som var 3.0 i de två förra fallen medan det var 3.3 i de två senare fallen.

Under den andra odlingssäsongen när belysningen varierades påverkades hallonen i större utsträckning än björnbären. Det suraste hallonprovet var det som hade exponerats för ljusnivå 1 – dessa bär hade nästan 50 % högre syrahalt än kontrollen. Även ljusnivå 3 orsakade en förhöjd mängd syra jämfört med kontrollbären, dock inte i lika stor utsträckning. För björnbären var det endast ljusnivå 3 som bidrog till ett något surare prov. Även i dessa fall korrelerade pH-värdena väl med den uppmätta syrahalt.

Färg

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan hallonen respektive björnbären, som odlats med olika metoder. Med andra ord, det observerades inga effekter av olika gödslingsstrategier eller av olika ljusnivåer på bärens uppmätta färg.

Aromämnen

Ungefär 25 flyktiga substanser identifierades i hallon respektive björnbär. Lika många ytterligare ämnen detekterades men fanns i för låga mängder för att med säkerhet kunna identifieras med masspektrometri. I hallon observerades flyktiga substanser av många skilda karaktärer, t.ex. estrar, aldehyder, ketoner, sulfider, etrar, alkoholer och terpenier medan det främst var estrar och terpenier som utgjorde de flyktiga föreningarna i björnbär. Analyserna med olfaktometri genomfördes för att välja ut de flyktiga substanser som hade störst betydelse för den totala aromprofilen i respektive bärsort. I tabell 5-8 presenteras de mest prominenta aromerna i respektive bär med beskrivning av deras lukt samt i vilka halter ämnena fanns i prov som var odlade med olika gödslings- respektive ljusnivåer.

Tabell 5. Beskrivning av de viktigaste luktande substanserna i hallon samt i vilka halter (areaenheter $\times 10^{-6}$) de var närvarande i prover som odlats med olika gödslingsstrategier.

luktande ämne	hög kväve + hög kalium	låg kväve + hög kalium	hög kväve + låg kalium	låg kväve + låg kalium
4-hydroxy-2-butanon (stickande, tvätt, eter)	426	295	393	478
3-metylbutanal (parmesan)	2.6	1.5	4.0	3.1
isopropylvinyleter (gas, gummi, vitlök)	0.87	2.2	1.0	0.68
monoterpen (svamp, metall)	0.07	0.08	0.14	0.08
β -myrcene (lök, metall)	0.40	0.36	0.79	0.53
etylhexanoat (frukt, ester)	3.9	1.7	3.6	4.6
$C_{13}H_{20}O$ (saft)	0.91	0.62	0.85	1.1
trans- β -ionon (hallon)	5.1	2.2	4.2	6.2

Tabell 6. Beskrivning av de viktigaste luktande substanserna i björnbär samt i vilka halter (areaenheter $\times 10^{-6}$) de var närvarande i prover som odlats med olika gödslingsstrategier.

luktande ämne	hög kväve + hög kalium	låg kväve + hög kalium	hög kväve + låg kalium	låg kväve + låg kalium
etylbutanoat (grönt gelégodis)	14	11	8.4	8.7
$C_{10}H_{14}$ (syrlig karamell, ättika, godis, lök)	0.60	0.54	0.48	0.43
etylhexanoat (frukt, gelégodis)	11	8.6	6.1	6.7
2-hexen-1-olacetat (sprit, korv)	4.9	7.1	6.4	3.4
$C_{10}H_{16}$ (mögel, kärmark)	32	32	29	26
2-metylhexylpropanoat (parfym)	3.4	3.6	3.0	1.5
2-hexenylbutanoat (parfym, blomsterhandel)	4.5	11	9.7	5.4

Tabell 7. Beskrivning av de viktigaste luktande substanserna i hallon samt i vilka halter (areaenheter $\times 10^{-6}$) de var närvarande i prover som odlats med olika ljusnivåer.

lukande ämne	kontroll	ljusnivå 1	ljusnivå 2	ljusnivå 3
4-hydroxy-2-butanon (stickande, tvätt, eter)	147	147	123	78
3-metylbutanal (parmesan)	6.4	5.3	15	15
isopropylvinyleter (gas, gummi, vitlök)	0.91	1.1	0.87	1.0
monoterpen (svamp, metall)	0.16	0.15	0.18	0.14
β -myrcene (lök, metall)	0.52	0.43	1.1	0.48
etylhexanoat (frukt, ester)	10	9.2	49	48
$C_{13}H_{20}O$ (saft)	5.5	2.4	2.7	2.4
trans- β -ionon (hallon)	14	13	23	26

Tabell 8. Beskrivning av de viktigaste luktande substanserna i björnbär samt i vilka halter (areaenheter $\times 10^{-6}$) de var närvarande i prover som odlats med olika ljusnivåer.

lukande ämne	kontroll	ljusnivå 1	ljusnivå 2	ljusnivå 3
etylbutanoat (grönt gelégodis, lim)	11	14	26	12
$C_{10}H_{14}$ (syrlig karamell, ättika, godis, lök)	0.20	0.15	0.28	0.21
etylhexanoat (frukt, gelégodis)	7.5	1.3	1.1	2.7
2-hexen-1-olacetat (sprit, korv)	2.3	1.4	2.8	2.5
$C_{10}H_{16}$ (mögel, kärmark)	17	10	17	16
2-metylhexylpropanoat (parfym)	3.5	2.5	2.7	3.9
2-hexenylbutanoat (parfym, blomsterhandel)	11	6.4	8.0	8.2

Många av substanserna i ovanstående tabeller beskrivs med ord som kan tyckas vara vitt skilda från sådant som förknippas med bärarom. Då är det värt att ha i åtanke att en luktförnimmelse oftast beror på en komplex blandning av många olika komponenter och att det kan vara hundratals ämnen i en speciell kombination som ger den typiska doften till en särskild produkt, i det här fallet hallon respektive björnbär.

I biologiska material som bär förekommer det alltid naturliga variationer med avseende på förekomsten av olika substanser. De rapporterade halterna i tabell 5-8 är medelvärden från tre analyser – i vissa fall med stora variationer sinsemellan.

I de flesta fall förekom inga anmärkningsvärda skillnader mellan mängderna av de olika aromämnen i bär som härstammade från olika odlingsmetoder. Skillnaderna i halter håller sig nästan uteslutande inom en faktor två, d.v.s. det är endast i några undantagsfall där koncentrationen av ett enskilt aromämne är mer än dubbelt så hög i den provtyp som har högst halt jämfört med den provtyp som har lägst förekomst av samma substans. Ur aromsynpunkt är sådana skillnader inte särskilt stora och har ofta ingen inverkan på den totala aromupplevelsen.

Den mest iögonfallande skillnaden noterades för etylhexanoat som detekterades i fem gånger så hög halt i de hallon som odlats med ljusnivå 2 och 3 jämfört med kontrollen och ljusnivå 1. För björnbär så var halten av samma ämne betydligt högre i de bär som odlats i kontrollnivå jämfört med de övriga tre ljusnivåerna – således det omvända förhållandet. Det

är svårt att ange någon tänkbar förklaring till att produktionen av etylhexanoat påverkades i motsatt riktning i hallon jämfört med i björnbär under de olika ljusförhållandena.

Den viktigaste slutsatsen från aromanalyserna är emellertid att aromproduktionen i bären var mestadels opåverkad av de olika odlingsstrategierna.

Sensorik

Vid de sensoriska analyserna kom panelmedlemmarna överens om var på en ograderad skala från 0 till 100 en markering skulle göras för de utvalda attributen för varje enskilt prov. Detta resulterade i ett siffervärde för varje attribut och prov. I tabell 9 presenteras resultaten från bedömningarna av björnbär som odlats under olika ljusförhållanden. Motsvarande resultat från första odlings säsongen då gödslingen varierades presenteras av utrymmesskäl endast i löpande text nedan.

Tabell 9. Intensiteten för tio attribut för björnbär odlade med olika ljusnivåer.

attribut	kontroll	ljusnivå 1	ljusnivå 2	ljusnivå 3
totallukt	52	75	34	23
syrlig lukt	10	34	39	15
söt lukt	63	78	40	15
totalsmak	46	53	33	65
sur smak	54	18	68	47
söt smak	73	57	51	13
mogenhet	62	74	65	51
fast	37	14	62	68
saftig	72	93	66	61
kompakt	37	19	31	60

Återigen är det värt att påpeka att det finns en naturlig variation även mellan bär som odlats under samma förhållanden. Eftersom bärmängden var begränsad och varje panelmedlem endast kunde erbjudas en handfull bär av varje provtyp föreligger viss osäkerhet i analyserna, vilket är viktigt att ha i åtanke vid utvärderingen av resultaten. Några av de mest utmärkande observationerna från de sensoriska bedömningarna som bör framhåvas var följande:

Hallon som odlades med låg kvävegödsling hade kraftigare totallukt än de som fick hög kvävegiva. Den specifika hallondoftan var emellertid tydligast i de bär som odlats med hög kväve- och låg kaliummängd. Hallonsmaken var också mest framträdande i bär som odlats med höga kväve- och låga kaliumhalter. Dessa bär hade även minst bismak.

För björnbär var förhållandet med avseende på totallukten det omvända, d.v.s. bär som odlats med höga kvävekoncentrationer i gödslet luktade mest. En syrlig doft var utmärkande för proverna som odlats med låg kvävegiva medan de med hög kvävegiva hade en mer tydlig sötaktig lukt. Även smaken följde detta mönster med avseende på syrlighet och sötma. Bär som odlats med en kombination av låg kväve- och låg kaliumkoncentration bedömdes som utseendemässigt mycket kompaktare än övriga bär.

Björnbär som hade odlats med ljusnivå 1 hade mest totalluk, söt luk och saftighet medan de bedömdes vara minst sura, fasta och kompakta. Bedömningarna av söt luk och söt smak korrelerade väl med de uppmätta sockerhalterna. Exempelvis hade björnbär från odling med ljusnivå 3 klart lägst sockerhalt och de bären fick även överlägset lägst värde vid de sensoriska bedömningarna av de sötmarelaterade attributen. För de attribut som kan kategoriseras under syrlighet (syrlig luk och sur smak) gick det dock inte att detektera något samband med de uppmätta värdena av syrahalterna i bären.

Ekonomisk utvärdering

En analys av de ekonomiska förutsättningarna för att bedriva växthusodling av de tre bären genomfördes med rimliga antaganden om växthusens beskaffenhet och befintlig utrustning. För varje bärsort gjordes en självkostnads kalkyl och resultatet angav vid vilket försäljningspris som produktionen blir lönsam. Skördenivåerna har naturligtvis avgörande betydelse för produktionspriset, speciellt om plantkostnaderna och växthuskostnaderna är stora såsom fallet är för hjortron. För hallon och björnbär där de skördebundna kostnaderna är mer dominerande är självkostnadspriset inte lika känsligt för skördevariationer. Riktvärden för de olika bärslagen var för hallon 23 kronor för ett 150-gramstråg om skörden är 1.5 kg/m², för björnbär 14 kronor för ett 150-gramstråg om skörden är 2.5 kg/m² samt för hjortron 25.50 kronor för ett 150-gramstråg om skörden är 6 bär/planta.

Diskussion

Om det ska vara ekonomiskt försvarbart att odla hallon och björnbär i växthus beror till stor del på vilket skördeutbyte som kan uppnås. Av de faktorer som studerades i det aktuella projektet var det uppenbart att skillnader i belysningen hade större inverkan på avkastningen och bärens kvalitet än vad olika gödslingsstrategier hade. Mer ljus medför större avkastning samt större och sötare bär. Utbytet kan även påverkas i positiv riktning genom att gödsla rätt.

Publikationer

Resultaten från det första årets försök presenterades med en poster på konferensen ISHS-Symposium on Growing Media and Compost i Charlotte, North Carolina, USA 1-6 juni 2009. Arbetet redovisades också skriftligen på samma konferens:

Gustafsson AK, Nielsen T, Khalil S & Alsanius BW. Fertilization strategy to greenhouse grown Rubus species. International Symposium on Growing Media & Composting, Charlotte, NC, USA. Abstract book. Poster T8. p. 36.

Övrig resultatförmedling till näringen

Den populärvetenskapliga sammanfattningen av projektet kommer att ingå i SIKs kommande årsrapport.

Författarna kommer att skriva en artikel om arbetet för publicering i Viola för att nå ut till branschen.

Ambitionen är dessutom att under 2010 sammanställa en vetenskaplig artikel av resultaten. Denna kommer att beskriva arbetet på ett mer ingående sätt än vad som är möjligt inom det utrymme som denna slutrapport erbjuder.