

Belysningens betydelse för aromen i örter

(4 bilagor)

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Food and Bioscience - Flavour

Utfört av

Tim Nielsen, SP

Ida Fällström, Heliospectra

Karl-Johan Bergstrand, SLU

Bilagor

1. Ordlista för sensoriska egenskaper
2. Bedömningsblankett – konsensus
3. Bedömningsblankett – totalintryck
4. Olfaktogram

Sammanfattning

Basilika odlades under noggrant kontrollerade betingelser under fyra olika ljusregimer, en baserad på HPS-ljus och tre baserade på LED-ljus.

Skördemogna plantorna analyserades med avseende på ett flertal kvalitetsfaktorer, såsom tillväxt, förekomst av flyktiga föreningar och sensoriska egenskaper.

Kemiska analyser genomfördes med gaskromatografi kopplat till tre olika detektionsmetoder, olfaktometri för karakterisering, masspektrometri för identifiering samt flamjonisationsdetektion för kvantifiering.

Sensoriska analyser genomfördes genom konsensusprofilering med en tränad analytisk panel.

Beschaffenheten på det ljus som basilikaplantorna exponerades för hade stor betydelse för plantornas tillväxt.

Plantor som behandlades med LED-ljus av samtliga våglängder hade flest bladpar, var högst och genererade störst skörd.

Ett femtiotal luktande substanser detekterades i proverna. Av dessa ämnen hade elva stycken en lukt som bedömdes som medelstark eller starkare.

Det observerades inga signifikanta skillnader mellan proverna med avseende på halterna av de elva mest prominenta aromämnen i basilika.

De sensoriska skillnader som observerades mellan proverna var främst relaterade till plantornas utseende.

Plantor som behandlades med LED-ljus utan mörkrött inslag var betydligt mer kompakta, täta och mindre hängande än övriga plantor - dessutom var dess blad mindre släta och mer skrynkliga.

Samtliga prover som exponerades för LED-ljus erhöll bättre bedömningar med avseende på totalintrycket än provet som behandlades med HPS-ljus. Allra bäst totalintryck gav det prov som exponerades för LED-ljus av samtliga våglängder.

Bakgrund

Växthusodling av örter har ökat kraftigt de senaste åren och en liknande utveckling förväntas även fortsättningsvis. Ett problem som den svenska örtodlingen ställs inför är att den naturliga ljusinstrålningen under stora delar av året är mycket begränsad. Vidare är det välkänt att ljusexponering kan vara helt avgörande för kvaliteten på produkterna. Det ljus som en växt exponeras för under odling har stor betydelse för dess utveckling, såväl ljusets intensitet som dess spektrum påverkar tillväxten. Genom att välja rätt ljusförhållanden – med avseende på intensitet och våglängder – under odlingens olika faser går det att optimera tillväxten. Ljusexponeringen kan emellertid även ha inverkan på andra kvalitetsfaktorer hos slutprodukten. En betydande egenskap hos en ört är dess arom, och denna faktor har ofta hamnat i skymundan när man försökt maximera skördeutbytet av en kultur. För att kunna bedriva produktion av örter på ett ekonomiskt försvarbart och konkurrenskraftigt sätt är det en förutsättning att produkterna har en mycket hög kvalitet, och att de växthusodlade örterna uppfyller konsumenternas alla krav vad gäller smak, utseende och hållbarhet.

Svenska konsumenter efterfrågar färska närodlade örter året runt. Det råder emellertid en svår konkurrenssituation eftersom importerade örter i allmänhet är betydligt billigare. För att kunna hävda sig behöver de svenskodlade örterna förses med något ytterligare mervärde än att vara lokalproducerade. Den överlägset viktigaste beslutsfaktorn när konsumenter gör sina livsmedelsval är smaken och det är därför naturligt att fokusera på just denna kvalitetsfaktor. Ljusexponering kan potentiellt påverka aromproduktionen i växter och tilläggsbelysning under växtperioden skulle kunna användas för att förhöja smaken.

Den vetenskapliga litteraturen med avseende på ljussammansättningsens effekt på aromproduktionen är mycket sparsam, däremot finns det några rapporter – framför allt från en litauisk forskargrupp – som beskriver hur exponering för ljus av olika våglängder påverkar förekomsten av bioaktiva ämnen i flera grödor. Arbetet inleddes med en grundlig genomgång av de rapporter som står att finna i litteraturen.¹⁻¹¹ Resultaten från dessa undersökningar spretar i olika riktningar, men en generell slutsats är att rött ljus ofta spelar en avgörande roll för den kemiska sammansättningen i plantorna.

I dagsläget används vanligtvis högtrycksnatriumlampor i svensk växthusproduktion, förutom att bidra med ljus alstrar denna typ av lampor även värme. Detta innebär att det kan bli för varmt i växthusen och periodvis måste överskottsvärmen vädras ut vilket leder till stora energiförluster och kostnader.

Heliospectra saluför LED-lampor som alstrar mycket mindre värme och vars spektra dessutom kan ställas in på specifika våglängder. Detta öppnar för möjligheter att exponera örter för de ljusregimer som är mest gynnsamma för att producera smakrika örter – i kombination med ett bättre energiutnyttjande.

Målsättning

Det långsiktiga målet är att generera kunskap som svenska örtodlare ska kunna tillämpa för att ta fram produkter av högre kvalitet och med det viktigaste mervärdet av

alla, nämligen en bättre smak. Det genomförda projektet ska ses som en förstudie som lägger grunden för det fortsatta arbete som är nödvändigt för att nå ända fram till denna målsättning.

Material och metoder

Odling

Basilikafrön såddes i krukor av dimensionen 7x7x7 cm. Dessa var fyllda med en blandning av PROVEEN® marksubstrat och vermikulit i förhållandet 2:1. Plantorna fick gro under lysrörsljus. Plantorna tunnades ut till 10 plantor per kruka och placerades under olika ljusregimer sju dagar efter sådd.

Fyra olika ljusregimer användes i försöket, en HPS- och tre LED-regimer. HPS-ljuset alstrades från en lampa av märket Phillips SON-T Agro 400W, medan Heliospectra LX602G, LX602C samt RX30 användes som LED-belysning. Samtliga ljusregimer hade samma genomsnittliga PAR (400-700 nm) motsvarande 205 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ och 16 timmars fotoperiod, men med olika spektrala kvaliteter enligt tabell 1. Ljusintensiteten mättes vid plantnivå med JAZ (Ocean Optic) spektrometer.

Tabell 1. LED-grupper som användes i de olika ljusregimerna för prover som exponerades för LED-ljus.

LED-grupp (nm)	U7	U8	U9
380	X		
400	X		
420	X		
450	X	X	X
520	X		
630	X		
660	X	X	X
735	X		X
vitt ljus	X	X	X

Odlingen genomfördes i växtenheter som var avgränsade med reflekterande gardiner (EasyGrow Silver White Diamond Diffusion Folie). Enheterna hade ytan 1.4 m². I varje enhet placerades 18 krukor basilika, som vattnades med en lösning av PlantProd 20:20:20 (1 g/l) med Ca(NO₃)₂ (226.8 mg/l) och MgSO₄ (156.76 mg/l). Temperaturen var 22°C/16°C för dag/natt med 16 timmars fotoperiod och den relativa luftfuktigheten var 60%. Förhållandena övervakades i varje enskild växtenhet. Plantorna skördades efter 28 dagars ljusbehandling.

Analys av höjd, vikt och bladantal

Fem krukor från varje ljusregim analyserades med avseende på höjd, vikt och antal primära bladpar. Höjden registrerades som ett medelvärde av samtliga tio plantor i varje kruka, samt som ett medelvärde av de fem högsta plantorna i varje kruka. För varje prov mättes både färskvikt och torrsvikt. Blad och stjälkar vägdes separat.

Kemiska analyser

Kemiska analyser av flyktiga substanser genomfördes med gaskromatografi (GC) kopplat till tre olika detektionsmetoder – masspektrometri (MS) för identifiering, flamjonisationsdetektion (FID) för kvantifiering samt olfaktometri (O) för karakterisering. Provtagningsmetoder och de kromatografiska betingelserna var snarlika för samtliga analyser, detaljerna beskrivs nedan.

Provtagning

Provtagning av flyktiga ämnen utfördes med dynamisk headspace under följande betingelser:

- För varje prov placerades fem gram basilika i en 500 ml Sovirelflaska, på vilken en speciell headspace-adapter monterades. Ett prov preparerades för detektion med MS, åtta prover för detektion med FID, samt två prover för detektion med O.
- Provtagningsrör med absorbenten Tenax TA monterades på varje headspace-adapter.
- Headspace-adaptrarna var utrustade med Wickventiler, vilka stängdes och flaskorna konditionerades sedan vid 35°C i 30 minuter, se figur 1.
- Provtagningen påbörjades genom att öppna Wickventilerna och leda in helium med ett flöde av 40 ml/minut genom flaskan och ut genom adsorbentröret som fångade upp de flyktiga ämnena.
- För proverna som detekterades med MS användes 3 liter helium medan det räckte med 1 liter för proverna till detektion med FID och O.
- Överskott av vatten torkades därefter bort från adsorbentrören genom att leda ett rumstempererat heliumflöde (40 ml/minut) genom rören i 10 minuter.



Figur 1. Basilikablad i provtagningsflaskor med headspace-adaptrar och adsorbentrör.

Instrumentell analys

Analyserna utfördes på apparatur bestående av en ATD (automatisk termisk desorption) Turbomatrix 400 från Perkin Elmer kopplad till en ThermoQuest TRACE GC (gaskromatograf) försedd med de tre olika typerna av detektion.

Injektion skedde genom desorption från adsorbentrören vid 250°C under 5 minuter med helium (100 ml/minut) till en kylfälla vid -30°C. De flyktiga ämnena desorberades därefter från kylfällan vid 300°C i 3 minuter till kolonnen, 60 m x 0.32 mm CP-Volamin från Varian. Helium med ett flöde av 3 ml/minut användes som bärgas. Temperaturprogrammet i gaskromatografen startade med 1 minut vid 30°C, varefter temperaturen höjdes med 4°C/minut tills temperaturen nådde 240°C, där den hölls i 20 minuter.

Karakterisering av flyktiga ämnen

Olfaktometri användes för att detektera de enskilda ämnen i proverna som luktade, för att beskriva hur starkt ämnena luktade, samt för att beskriva deras lukt med ord. Gasflödet från GC-kolonnen leddes till en sniffport där erfarna bedömare luktade på gasen. Parallellt leddes en liten del av gasen till en FID-detektor som simultant genererade ett traditionellt kromatogram.

Två analyser genomfördes, varje analys tog 73 minuter och utfördes av två bedömare. Vid den första analysen luktade bedömare 1 de första 24 minuterna, bedömare 2 löste av och luktade de kommande 24 minuterna, varefter bedömare 1 luktade de avslutande 25 minuterna. Vid den andra analysen byttes ordningen mellan bedömarna.

Bedömarna instruerades att notera både karaktär (vad det luktade) och intensitet (hur starkt det luktade) för varje upplevd lukt. Skalan för bedömning av luktstyrka var följande:

- 0 ingen lukt
- 1 väldigt svag lukt
- 2 svag lukt
- 3 medelstark lukt
- 4 stark lukt
- 5 mycket stark lukt

Bedömarna noterade sina observationer på ett FID-kromatogram som kontinuerligt plottades på en analog skrivare.

Identifiering av flyktiga ämnen

Masspektrometri användes för att i möjligaste mån identifiera de ämnen som fanns i proverna. Identifiering gjordes genom matchning av de okända ämnernas masspektra med spektra i analysystemets bibliotek (NIST 2008). Basilikaproven gav upphov till ett stort antal toppar. Försök till identifiering gjordes av de ämnen som i den olfaktometriska studien visade sig ha starkast lukt, eftersom det är dessa som främst bidrar till aromupplevelsen.

Kvantifiering av flyktiga ämnen

Flamjonisationsdetektion användes för att kvantifiera hur mycket av varje enskilt ämne som fanns i de studerade proverna. Kvantifieringen utfördes med hjälp av extern kalibrering. En känd mängd nonan injicerades på adsorbentrör och analyserades på samma sätt som adsorbentrör med prov. Mängden av varje enskilt ämne kunde sedan uttryckas som nonanekvivalenter. Kvantifiering gjordes av de ämnen som i den olfaktometriska studien visade sig ha starkast lukt, eftersom det är dessa som främst bidrar till aromupplevelsen.

Sensoriska analyser

Den metod som användes för den sensoriska analysen heter konsensusprofilering. Panelen bestod av fem selekterade och tränade bedömare från SPs externa analytiska panel.

Bedömningar av utseende gjordes på plantor i kruka medan lukt- och smakbedömningar genomfördes på blad som var placerade i aromglas. Bladen plockades från de översta buketterna på plantan och 1 gram placerades i aromglas som täcktes med urglas, se figur 2. Proverna fick stå i rumstemperatur i två timmar innan bedömningarna genomfördes. Samtliga prover, såväl plantor som aromglas märktes med tresiffriga koder.



Figur 2. Basilikablاد i aromglas med urglas som lock.

Inledningsvis genomfördes en tränings-session på 2 timmar, där bedömare skapade en sensorisk ordlista med avseende på egenskaper relaterade till utseende, lukt och smak hos basilika, se bilaga 1.

Vid huvudförsöket fick panelmedlemmarna först göra individuella bedömningar av utseendet på plantorna, därefter serverades aromglasen för individuella lukt- och smakbedömningar.

De egenskaper som bedömdes samt den skala som användes finns redovisade i bilaga 2.

Proverna bedömdes ett i taget. När samtliga panelmedlemmar var klara gick panelen, under panelledarens ledning, igenom resultaten för varje egenskap för att nå konsensus.

Avslutningsvis gjorde varje panelmedlem en subjektiv bedömning av sitt totalintryck av varje enskilt prov på en niogradig hedonisk skala, samt lämnade kommentarer om de olika proverna, se bilaga 3.

Resultat och diskussion

Analys av höjd, vikt och bladantal

Resultaten redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Antal bladpar, höjd, färskvikt och torrsvikt för de olika proverna. Medelvärden och standardavvikelser baserar sig på fem mätningar av varje prov. Resultat för varje egenskap som inte följs av en gemensam bokstav var signifikant skilda från varandra.

	HPS	U7	U8	U9
antal bladpar	3.4±0.1 ^{ab}	3.8±0.1 ^a	3.0±0.1 ^b	3.4±0.1 ^{ab}
höjd (cm)	18.8±0.9 ^a	22.2±1.1 ^b	12.2±0.7 ^c	19.8±0.4 ^{ab}
höjd 5 största (cm)	23.9±0.3 ^a	26.3±1.0 ^a	16.0±1.1 ^b	24.1±0.3 ^a
färskvikt, blad (g)	30.9±1.7 ^{ab}	34.6±1.3 ^b	27.9±1.9 ^a	29.7±1.5 ^{ab}
färskvikt, total (g)	47.8±2.4 ^a	57.1±2.7 ^b	38.2±2.7 ^c	49.2±2.0 ^{ab}
torrsvikt, blad (g)	2.8±0.2 ^{ab}	3.2±0.1 ^a	2.5±0.2 ^b	2.8±0.1 ^{ab}
torrsvikt, total (g)	3.8±0.3 ^{ab}	4.8±0.3 ^c	3.1±0.2 ^a	4.1±0.2 ^{bc}

Provet som exponerades för LED-belysning av samtliga våglängder (U7) hade flest bladpar, var högst och vägde dessutom mest. Skillnaden var särskilt tydlig i jämförelse med provet som inte belystes med mörkrött ljus (U8). U7-plantorna var nästan dubbelt så höga som U8-plantorna, och hade en total färskvikt som var ungefär en halv gång större. Det var framför allt stjälkarna som vägde mer.

Kemiska analyser

Karakterisering av flyktiga ämnen

Olfaktogrammet från analysen redovisas i bilaga 4. Ungefär 50 luktande ämnen detekterades. En majoritet av dessa hade endast en svag eller väldigt svag lukt. Elva ämnen bedömdes ha en luktstyrka som minst en av bedömnarna noterade som 3 eller högre på den använda skalan. Dessa ämnen valdes ut för identifiering och kvantifiering eftersom det är rimligt att anta att det är dessa ämnen som lämnar det största bidraget till aromprofilen hos basilika.

Identifiering av flyktiga ämnen

De elva utvalda ämnena identifierades med hjälp av masspektrometri, se tabell 3 där även beskrivningen och styrkan av ämnenas lukter i den olfaktometriska studien redovisas.

Tabell 3. Identitet, luktkaraktär och lukstyrka hos de elva ämnena som i den olfaktometrisk analysen bedömdes ha starkast lukt i basilikaprovorna.

ämne	retentionstid	luktkaraktär	lukstyrka
3-carene + ocimene	33.7	trä ; -	2-3 ; 2
(+) camphene	34.6	frisk, gurka, grön ; jord	2-3 ; 2
α -pinene	35.3	stickande ; pelargon	4-5 ; 3
β -pinene	35.4	lösningsmedel ; -	3 ; 3
camphene	35.8	mentol ; frisk	3 ; 2
p-menthadiene	38.1	mentol ; -	3 ; 3
eucalyptol	38.3	Jenkatuggummi ; eukalyptus	5 ; 5
linalool	40.3	stickande, citrus ; citrus	4-5 ; 4-5
dimethyl octatriene	41.4	trä ; terpen	2-3 ; 1-2
borneol	43.8	mentol ; sandelträ	3 ; 1-2
eugenol	50.1	kryddpeppar ; kryddpeppar	3 ; 2

Kvantifiering av flyktiga ämnena

De utvalda ämnena kvantifierades i de fyra olika basilikaprovorna. Resultaten är sammanställda i tabell 4.

Tabell 4. Kvantifiering av de elva utvalda ämnena. Halten är angivna som nonanekvivalenter i enheten $\mu\text{g/liter}$. Resultaten är medelvärden av åtta separata analyser av varje prov.

ämne	HPS	U7	U8	U9
3-carene + ocimene	0.68	0.71	0.69	0.76
(+) camphene	0.12	0.11	0.13	0.12
α -pinene	2.2	3.3	2.6	2.7
β -pinene	2.9	4.7	3.1	3.5
camphene	2.2	2.4	2.3	2.4
p-menthadiene	12	21	16	16
eucalyptol	21	22	21	21
linalool	16	24	15	17
dimethyl octatriene	0.14	0.19	0.16	0.16
borneol	0.08	0.10	0.08	0.07
eugenol	0.15	0.16	0.07	0.09

Det observerades inga signifikanta skillnader mellan proverna med avseende på förekomsten av de utvalda substanserna. Det fanns en antydning till något högre halter av α -pinene, β -pinene, p-mentadiene och linalool i det prov som exponerades för LED-ljus av samtliga våglängder (U7), men inte av statistiskt signifikant karaktär.

Även om det inte observerades några signifikanta skillnader mellan proverna utesluter inte detta möjligheten att aromproduktionen kan styras och optimeras genom att laborera med ljus av olika våglängder. De tre prov som exponerades för LED-ljus i det

här försöket belystes med många gemensamma våglängder. I ett projekt med möjligheter att studera fler prover skulle det vara av stort intresse att exponera plantorna för mer specifika våglängder. En sådant angreppssätt skulle ge mer information om hur ljus av olika våglängder påverkar aromproduktionen i plantan och därmed öka kunskapen om hur produktkvaliteten kan styras och optimeras med ljusets hjälp.

Sensoriska analyser

Den inledande träningssessionen resulterade i en ordlista som beskriver relevanta kvalitetsfaktorer i basilika med avseende på utseende, lukt och smak. Ordlistan redovisas i bilaga 1. Det var dessa egenskaper som sedan bedömdes i huvudförsöket. Plantorna som användes för bedömning av utseendet visas i figur 3.



Figur 3. Basilikaplantor som användes för bedömning av utseende. Proverna är från vänster: HPS, U7, U8, U9.

Resultaten är sammanställda för utseende, lukt respektive smak i tabell 5-7.

Tabell 5. Konsensusbedömning för basilikaprover med avseende på attribut relaterade till utseende. Proverna är bedömda på en sexgradig skala från 0-5, enligt bilaga 2.

attribut	HPS	U7	U8	U9
planta - kompakt/tät	2	2	5	2
planta - hängande	3	2	0	3
blad – slät	2	3	1	3
blad - glansig	3	2	2	3

Tabell 6. Konsensusbedömning för basilikaprover med avseende på attribut relaterade till lukt. Proverna är bedömda på en sexgradig skala från 0-5, enligt bilaga 2.

attribut	HPS	U7	U8	U9
totallukt	4	3	3	3
grön/blommig lukt	3	3	3	3
kryddig/stickande lukt	3	2	3	3
basilikalukt	4	3	4	3

Tabell 7. Konsensusbedömning för basilikaprover med avseende på attribut relaterade till smak. Proverna är bedömda på en sexgradig skala från 0-5, enligt bilaga 2.

attribut	HPS	U7	U8	U9
totalsmak	4	4	4	4
besk smak	4	4	4	4
kryddig smak	3	4	4	4
grön smak	3	3	3	3
syrlig smak	3	2	2	2

De största sensoriska skillnaderna som observerades var relaterade till provernas utseende och det var framför allt prov U8 – det prov som behandlades med LED-ljus utan ett mörkrött inslag – som skiljde sig från övriga prover. Plantor från prov U8 var betydligt mer täta och kompakta och mindre hängande än de andra plantorna. Även bladen på prov U8 skiljde sig från bladen på övriga prover genom att vara mindre släta och mer skrynkliga.

Med avseende på lukten så bedömdes HPS-provet ha kraftigast totallukt och dessutom en starkare basilikalukt än proverna U7 och U9. De skillnader som noterades gällande smaken var att HPS-provet bedömdes ha något mindre kryddig smak och något mer syrlig smak än de prover som exponerades för LED-ljus.

Resultaten från den avslutande subjektiva bedömningen av totalintrycket av de fyra olika proverna presenteras i tabell 8.

Tabell 8. Individuella bedömningar av totalintrycket av basilikaproverna. Proverna är bedömda på en niogradig skala från 1 till 9, enligt bilaga 3. Fem panelmedlemmar gjorde bedömningarna.

	HPS	U7	U8	U9
Individuella bedömningar	4, 4, 5, 5, 6	7, 7, 8, 8, 9	6, 6, 7, 8, 9	6, 6, 6, 6, 7
Medelvärde av bedömningarna	4.8	7.8	7.2	6.2

De kommentarer som lämnades om de olika proverna var följande:

HPS: ojämn planta, olika storlekar, hängande grenar, fin grön färg

U7: släta fina blad, fräsch grön färg, fin trots hängande grenar, skulle köpa plantan

U8: fin planta, kompakt och tät, fin grön färg, skulle välja den i butiken

U9: hängande planta, spretig, fina blad, fin färg

Samtliga prover som behandlades med LED-ljus fick klart bättre bedömningar med avseende på totalintrycket i jämförelse med HPS-provet. Allra bäst omdöme fick prov U7, d.v.s. det prov som exponerades för LED-ljus av samtliga våglängder.

Slutsatser

Beskaffenheten på det ljus som basilikaplantorna exponerades för hade stor betydelse för plantornas tillväxt.

Plantor som behandlades med LED-ljus av samtliga våglängder hade flest bladpar, var högst och genererade störst skörd.

Ett femtiotal luktande substanser detekterades i proverna. Av dessa ämnen hade elva stycken en lukt som bedömdes som medelstark eller starkare.

Det observerades inga signifikanta skillnader mellan proverna med avseende på halterna av de elva mest prominenta aromämnen i basilika.

De sensoriska skillnader som observerades mellan proverna var främst relaterade till plantornas utseende.

Plantor som behandlades med LED-ljus utan mörkrött inslag var betydligt mer kompakta, täta och mindre hängande än övriga plantor - dessutom var dess blad mindre släta och mer skrynkliga.

Samtliga prover som exponerades för LED-ljus erhöll bättre bedömningar med avseende på totalintrycket än provet som behandlades med HPS-ljus. Allra bäst totalintryck gav det prov som exponerades för LED-ljus av samtliga våglängder.

Finansiering

Arbetet har finansierats med medel från Tillväxt Trädgård, projekt nr 139.

Kontaktpersoner

Tim Nielsen, tim.nielsen@sp.se, 010-5166667

Ida Fällström, ida.fallstrom@heliospectra.com, 073-0663002

Karl-Johan Bergstrand, karl-johan.bergstrand@slu.se, 040-415343

Referenser

1. Urbonavičiūtė, A., Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Ulinskaite, R., Jankauskienė, J., Duchovskis, P. & Žukauskas, A. (2008) The possibility to control the metabolism of green vegetables and sprouts using light emitting diode illumination. *Scientific works of the Lithuanian institute of horticulture and Lithuanian university of agriculture*, 27(2):83-92.
2. Li . Q. & Kubota, C. (2009) Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental & Experimental Botany*, 57:59-64.
3. Son, K. & Oh, M. (2013) Leaf shape, growth, and antioxidant phenolic compounds of two lettuce cultivars grown under various combinations of blue and red light-emitting diodes. *HortScience*, 48(8):988-995.
4. Samuolienė, G., Sirtautas, R., Brazaitytė, A. & Duchovskis, P. (2012) LED lighting and seasonality effects antioxidant properties of baby leaf lettuce. *Food Chemistry*, 134:1494-1499.
5. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Viršilė, A., Sakalauskaitė, J., Sakalausienė, S. & Duchovskis, P. (2013) LED illumination affects bioactive compounds in romaine baby leaf lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93:3286-3291.
6. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A. & Duchovskis, P. (2011) Supplementary red-LED lighting affects phytochemicals and nitrate in baby leaf lettuce. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3/4):271-274.
7. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Sakalausienė, S., Duchovskis, P. & Novičkovas, A. (2012) The impact of supplementary short-term red LED lighting on the antioxidant properties of microgreens. *Acta Horticulturae*, 956:649-656
8. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A. & Duchovskis, P. (2012) The effect of supplementary LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of lettuce. *Acta Horticulturae*, 952:835-842
9. Lin, K.-H., Huang, M.-Y., Huang, W.-D., Hsu, M.-H., Yang, Z.-W. & Yang, C.-M. (2013) The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var *capitata*). *Scientia Horticulturae*, 150:86-91.
10. Frąszczak, B., Gąsecka, M., Golcz, A. & Zawirksa-Wojtasiak, R. (2015) The chemical composition of lemon balm and basil plants grown under different light conditions. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus*, 14(4):93-104.
11. Samuolienė, G., Urbonavičiūtė, A., Duchovskis, P., Bliznikas, P., Vitta, P. & Žukauskas, A. (2009) Decrease in nitrate concentration in leafy vegetables under a solid-state illuminator. *HortScience*, 44(7):1857-1860.

Bilaga 1

*Ordlista***UTSEENDE – hel planta****Egenskap****motsats**

- Kompakt/ tät
- Hängande

Gles/spretig
stående/ upprätt stam

UTSEENDE-blad

- Slät
- Glansig

skrynklig/många bladnerver
matt

LUKT

- Totallukt- intensitet oavsett vad det luktar
- Grön/blommig - ”Blomsteraffär”- nejlikedoft
- Kryddig/ stickande
- Basilika doft

SMAK

- Totalsmak- intensitet oavsett vad det smakar
- Besk smak
- ”Grön smak” (gräsaktig)
- Kryddig smak (pepprig)
- Surlig smak (citrusaktig)

Bilaga 2

Bedömningsblankett - Konsensus

- 0 = Inte alls
- 1 = Mycket svagt
- 2 = Svag/låg
- 3 = Medium
- 4 = Hög
- 5 = Världigt hög intensitet/mycket

Prov.....

Egenskap**Utseende- hel planta**

1. Kompakt/ tät	0	1	2	3	4	5
-----------------	---	---	---	---	---	---

2. Hängande	0	1	2	3	4	5
-------------	---	---	---	---	---	---

Utseende – blad

3. Slät	0	1	2	3	4	5
---------	---	---	---	---	---	---

4. Glansig	0	1	2	3	4	5
------------	---	---	---	---	---	---

LUKT

1. Totallukt	0	1	2	3	4	5
--------------	---	---	---	---	---	---

2. ”Grön/blommig”	0	1	2	3	4	5
-------------------	---	---	---	---	---	---

3. Kryddig/stickande	0	1	2	3	4	5
----------------------	---	---	---	---	---	---

4. Basilika	0	1	2	3	4	5
-------------	---	---	---	---	---	---

Bilaga 2

*Bedömningsblankett - Konsensus***SMÅK**

5. Totalsmak	0	1	2	3	4	5
6. Besk	0	1	2	3	4	5
7. Kryddig	0	1	2	3	4	5
8. "Grön"	0	1	2	3	4	5
9. Syrlig	0	1	2	3	4	5

Bilaga 3

*Bedömningsblankett – totalintryck***Bedömning av basilika**

1. Tycker extremt illa om
 2. Tycker mycket illa om
 3. Tycker illa om
 4. Tycker något illa om
 5. Tycker varken bra eller illa om
 6. Tycker något bra om
 7. Tycker bra om
 8. Tycker mycket bra om
 9. Tycker extremt bra om
-

Prov : 554

Totalintryck ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Kommentar: _____

Prov : 332

Totalintryck ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Kommentar: _____

Prov : 875

Totalintryck ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
1 2 3 4 5 6 7 8 9

Kommentar: _____

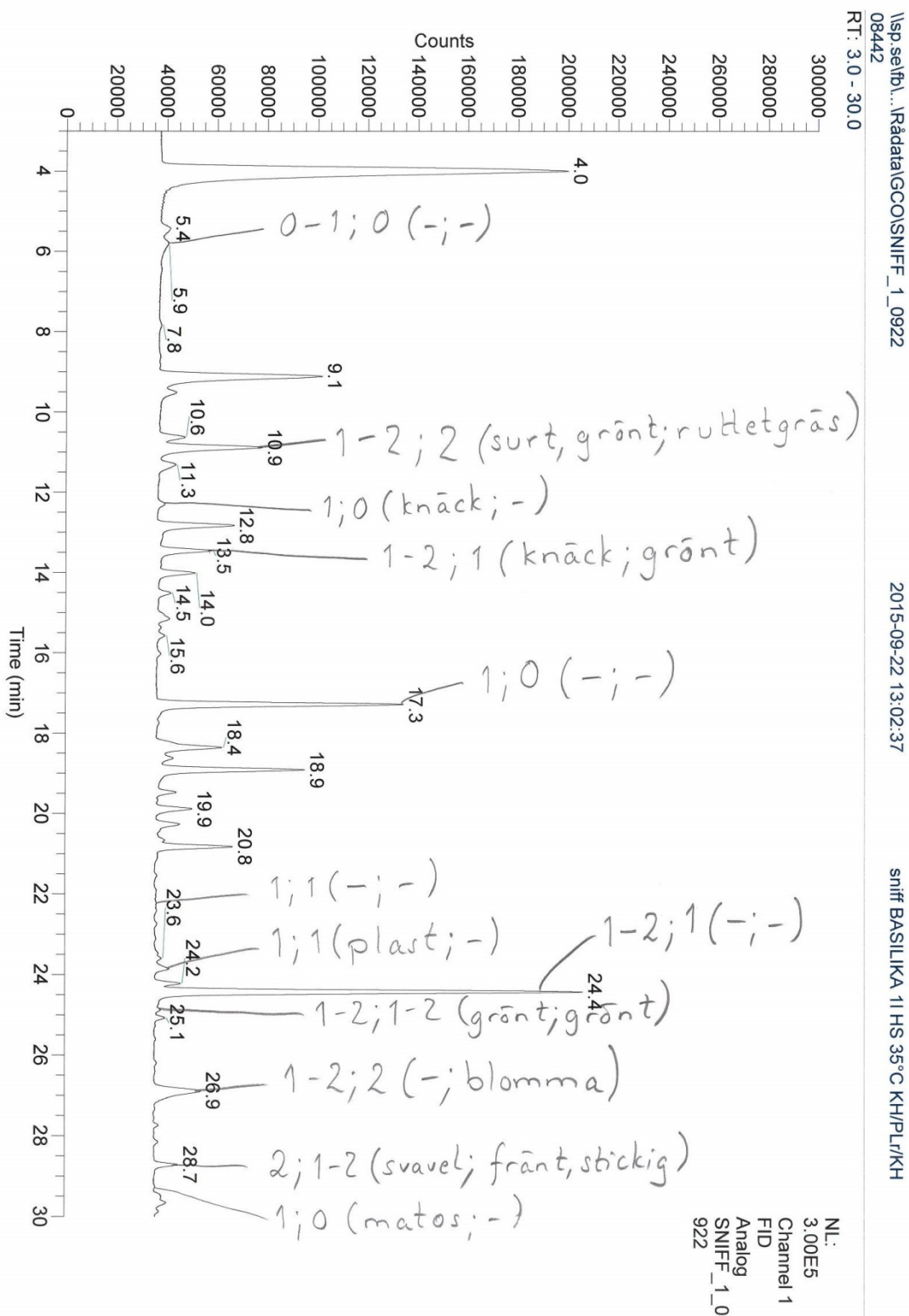
Prov : 013

Totalintryck ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
1 2 3 4 5 6 7 8 9

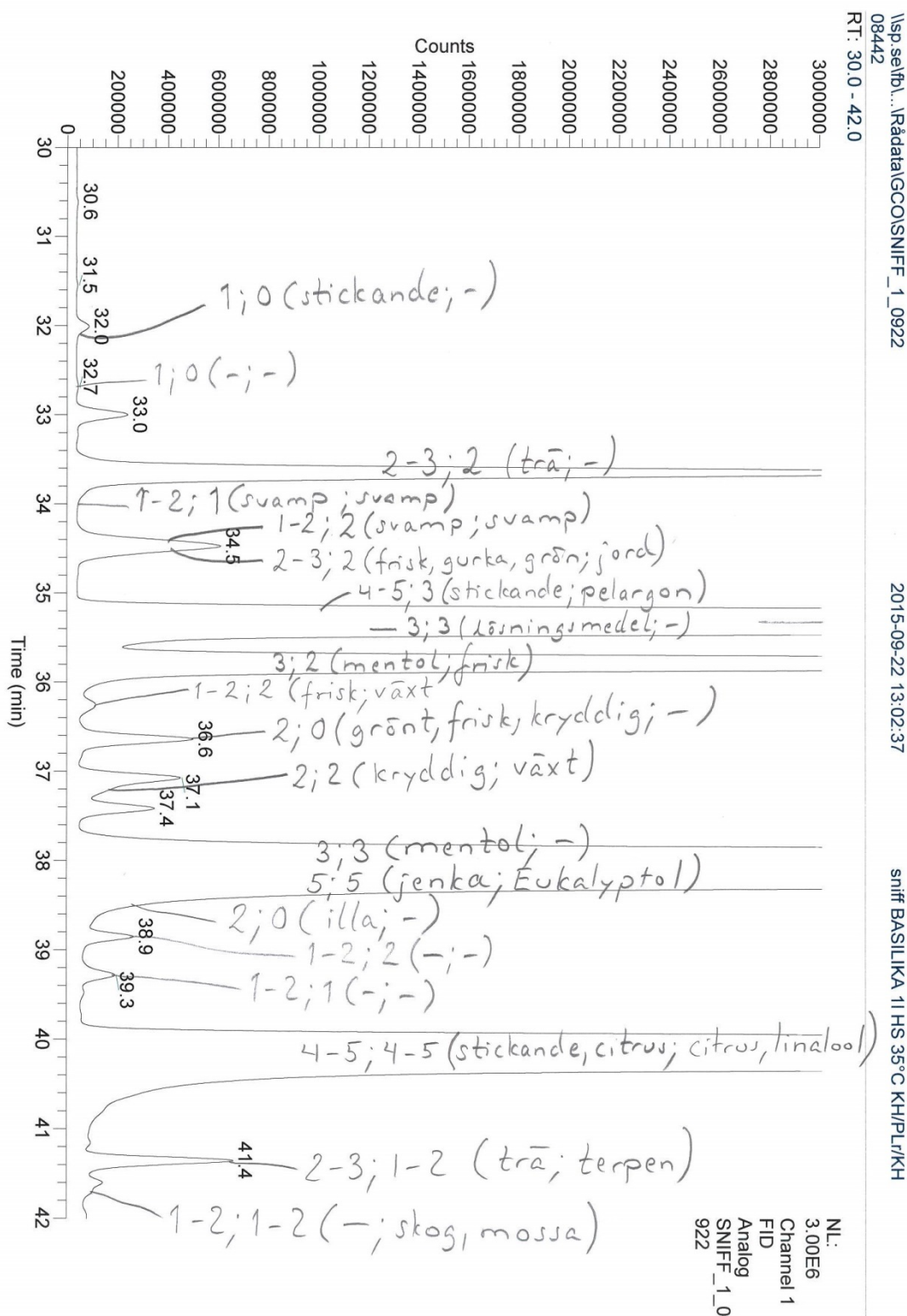
Kommentar: _____

Bilaga 4

Olfaktogram



Bilaga 4



Bilaga 4

