

Økt verdiskaping for norske kålvekster

Kartlegging av sensorisk kvalitet og plantestoffer i hodekål,
blomkål og bladkål – delrapport 1



Foto: Grethe Iren Borge

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



Sunndalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 22/2024	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-793-8	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> 4. juni 2024	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 143 + 0	<i>Prosjektnummer:</i> 11529
<i>Tittel:</i> Økt verdiskaping for norske kålvekster – kartlegging av sensorisk kvalitet og plantestoffer i hodekål, blomkål og bladkål (KålSmak). Delrapport 1		
<i>Title:</i> Increased value creation of Norwegian Brassica vegetables – mapping sensory quality and plant compounds to improve consumer choice (CabbageTaste). Report part 1		
<i>Forfatter(e):</i> Grethe Iren A. Borge ¹ , Gesine Schmidt ¹ , Kristine S. Myhrer ¹ , Paula Varela Tomasco ¹ , Sidsel Fiskaa Hagen ¹ , Gerd Guren ² og Ingunn M. Vågen ³ - ¹ Nofima, ² Norsk Landbruksrådgiving, ³ NIBIO		
<i>Avdeling:</i> Mat og helse		
<i>Oppdragsgiver:</i> Prosjektet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, Nofima og deltakende bedrifter.		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> 255261		
<i>Stikkord:</i> Brassica, kål, hodekål, blomkål, grønnkål, bladkål, sensorikk, helsemessig kvalitet, produktdifferensiering		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Grønnsaker har hatt en økende omsetning senere år, men kålvekster har ikke hatt samme økning. Prosjektets kompetanseløft skal bidra til økt verdiskaping av norske kålvekster gjennom å etablere og å formidle kunnskap om variasjoner i smaks-, lukt-, og helserelatert kvalitet hos hodekål, blomkål og ulike typer bladkål. Det ble gjennomført feltforsøk med både velkjente og uprøvde kålsorter, og sorter med ulike egenskaper og mulige bruksområder. Det ble funnet store variasjoner i sensoriske egenskaper og helserelaterte innholdsstoffer for hodekål- og bladkål-sortene, mens de hvite blomkålsortene hadde relativt like egenskaper. Spesielt innen hodekål og bladkål var det sorter som spente fra milde til smaksintense, og fra lite til mye aromastoffer. Innholdet av helserelaterte innholdsstoffer var generelt høyere i de smaksintense sortene. Anbefalingen fra prosjektet er å utnytte sortsmangfoldet til økt produktdifferensiering i markedet gjennom å tilby ulike typer og sorter kålvekster til ulike bruksområder. Et større produktmangfold kan gi økt forbruk og verdiskaping for norskdyrket kål. Rapporten ble tilgjengelig for prosjektdeltakere mars 2021 og publiseres som åpen rapport juni 2024 (del 1 og 2).		
<i>English summary/recommendation:</i> Vegetables sales have risen in recent years, but cabbages have not seen the same increase. The project's competence enhancement will contribute to increased value creation from Norwegian cabbages by establishing and disseminating knowledge about variations in taste, smell, and health-related quality in head cabbage, cauliflower, and various types of leafy cabbages. Field trials were conducted with both well-known and untested cabbage cultivars, and cultivars with different characteristics and potential uses. Head and leafy cabbages showed large variations in sensory and health properties, while white cauliflowers had relatively similar traits. Especially, within head cabbage and leafy cabbage, there were cultivars that ranged from mild to taste-intense, and from low to high content of aroma compounds. The content of health-related compounds was generally higher in the taste-intense cabbages. The recommendation from the project is to utilize the cultivars diversity for increased product differentiation in the market by offering different types and cultivars of cabbages for different uses. A larger product range can increase consumption and value creation for Norwegian-grown cabbages.		

Forord

KålSmak er kortnavnet på forskningsprosjektet «Økt verdiskapning for norske kålvekster – kartlegging av sensorisk kvalitet og plantestoffer for å forbedre forbrukerens valgmuligheter». Prosjektet er et 4-årig kompetanseprosjekt med næringsmedvirkning (KPN), 2016-2020. Prosjekt-partnere er Nofima (prosjekteier), Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO), Norsk Landbruksrådgiving (NLR), Fraunhofer Institute IVV, Tyskland, NORGRO AS, LOG AS, BAMA Gruppen AS, Gartnerhallen SA og deres produsenter. Prosjektet ble finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, Nofima og deltakende bedrifter. Totalt budsjett har vært 8.2 millioner kroner, hvorav 20 % var kontantstøtte BAMA, Gartnerhallen, NORGRO og LOG. Egeninnsats fra Nofima, NIBIO og NLR har vært nødvendig for å få gjennomført alle oppgaver.

Kålvekster i arten *Brassica oleracea* er viktige og tradisjonsrike grønnsaker i norsk kosthold og utmerkede kilder til essensielle næringsstoffer og helsefremmende plantestoffer. Men selv om omsetningen av grønnsaker har vært økende senere år, har ikke kålvekster hatt samme økning. Derfor ønsket BAMA og Gartnerhallen et felles kompetanseprosjekt på kålvekster, og satte seg mål om en dobling av verdiskapningen for kålvekster i løpet av fem år. Den bitre og svovelaktige smaken, og at forbruker ikke har forhåndskjennskap til smak og bruksområder for ulike kålvekster, er ofte til hinder for økt konsum av kålvekster. Omsetning og forbruk av ulike bladkål i forpakninger (GTIN-merkede) har økt, men disse vekstene har relativt kort lagringstid sammenliknet med hodekåltyper som bidrar til lang norsk sesong fra tidligkål til vinterlagret kål. Det finnes det lite kunnskap om hvordan sensorisk og helsemessig kvalitet varierer mellom typer og sorter kål, og hvordan ytre og indre kvalitet påvirkes av klima og produksjonsfaktorer i Norge. Tverrfaglig kunnskap basert på norske dyrkingsforsøk kan bidra til økt produkt differensiering innen kålvekster, slik at både matindustri og forbruker enklere kan velge «rett sort til rett bruk». Prosjektets mål har vært:

- å kartlegge sensoriske kjennetegn og innhold av plantestoffer relatert til smak og helse for ulike sorter blomkål, hodekål og bladkål,
- å kartlegge hvordan næringstilførsel og tørkestress påvirker ytre kvalitetsfaktorer, dyrkingsrelaterte egenskaper, sensoriske egenskaper og innhold av helsefremmende innholdsstoffer,
- å finne sammenhenger mellom de sensoriske egenskapene og innholdet av plantestoffer,
- å utvikle praktiske retningslinjer for produkt differensiering av *Brassica oleracea* typer for norske forbrukere, forhandlere og dyrkere

Prosjektet skal frembringe forskningsbasert dokumentasjon som kan brukes som veiledning i valg av sorter til ulike bruksområder, og som en veiledning for å øke produksjon av mindre brukte eller nye sorter til industri og konsummarkedet. Resultatene fra forskningen oppsummeres i to delrapporter, 1) sortsforsøk og 2) dyrkingsfaktorer. Basert på kartleggingen i prosjektet skal bedriftene utarbeide informasjonsmaterieell som egner seg mot dyrkere, grossister og forbrukere.

Styringsgruppen i prosjektet har bestått av Grethe Iren A. Borge (prosjektleder), Paula A. Varela Tomasco, Kristine S. Myhrer og Gesine Schmidt (Nofima), Ingunn Vågen (NIBIO), Gerd Guren (NLR), Nina Heiberg t.o.m. mars 2018 og Ellen-Margrethe Hovland f.o.m. april 2018 (Gartnerhallen SA), Jens Strøm t.o.m. mars 2019 og Harald Osa (f.o.m. april 2019) (BAMA Gruppen AS), Sven Taksdal (NORGRO AS) og Gunnar Wærsted (LOG AS). En stor takk rettes til feltvertene slik at dyrkingsforsøkene kunne gjennomføres i tre krevende år med både høy temperatur og mye nedbør. Det har vært mange involverte, som hver og en med sin kunnskap og innsats har bidratt til at et stort og omfattende prosjekt har blitt gjennomført på en god måte, på tross av en periode med Covid-19. En stor takk til alle for godt samarbeid! .

Rapporten ble gjort tilgjengelig for prosjektdeltakere mars 2021.

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	1
2	Innledning	12
3	Bakgrunn	14
3.1	Sensoriske analyser av kål	14
3.1.1	Beskrivende analyse	14
3.2	Vanninnhold	16
3.3	Sukker	16
3.4	Vitamin C	17
3.5	Glukosinolater	18
3.6	Aromastoffer	20
3.7	Multivariat statistisk analyse og «PCA- og PLS-kart»	22
4	Hodekål – resultater fra sortsforsøkene	23
4.1	Feltforsøkene og informasjon om sortene	23
4.2	Vekstegenskaper – hodekål	25
4.2.1	Tidligkål	25
4.2.2	Høstkål	29
4.2.3	Vinterkål	35
4.3	Sensoriske egenskaper – hodekål	40
4.3.1	Tidligkål	40
4.3.2	Høstkål	44
4.3.3	Vinterkål	48
4.4	Kjemiske innholdsstoffer - hodekål	52
4.5	Vanninnhold	53
4.6	Sukker	54
4.6.1	Generelt	54
4.6.2	Tidligkål	56
4.6.3	Høstkål	56
4.6.4	Vinterkål	57
4.7	Vitamin C	57
4.7.1	Generelt	57
4.7.2	Tidligkål	58
4.7.3	Høstkål	58
4.7.4	Vinterkål	59
4.7.5	Flere sesonger	59
4.8	Glukosinolater	59
4.8.1	Tidligkål	62
4.8.2	Høstkål	63
4.8.3	Vinterkål	63
4.8.4	Sorter hodekål dyrket i flere sesonger	63
4.9	Aromastoffer	64

4.9.1	Variasjon i aromastoffer i hodekål	64
4.9.2	Sorter hodekål dyrket i flere sesonger	66
4.9.3	Sammensetningen av aromastoffer i hodekål	67
4.9.4	Tidligkål	68
4.9.5	Høstkål	69
4.9.6	Vinterkål	71
5	Blomkål – resultater fra sortsforsøket	73
5.1	Feltforsøket og informasjon om sortene	73
5.2	Vekstegenskaper – blomkål	74
5.3	Sensoriske egenskaper - blomkål	78
5.4	Kjemiske innholdsstoffer - blomkål	81
5.5	Vanninnhold	81
5.6	Sukker	81
5.7	Vitamin C	82
5.8	Glukosinolater	82
5.9	Aromastoffer	86
6	Bladkål – resultater fra forsøket	88
6.1	Feltforsøkene og informasjon om sortene	88
6.2	Vekstegenskaper - bladkål	89
6.2.1	Grønnkål og lignende typer med flere høstinger	90
6.2.2	Greens og andre typer med engangshøsting	93
6.3	Sensoriske egenskaper – bladkål	96
6.4	Kjemiske innholdsstoffer - bladkål	101
6.5	Vanninnhold	101
6.6	Sukker	101
6.7	Vitamin C	102
6.8	Glukosinolater	102
6.9	Aromastoffer	106
6.10	Helserelatert kvalitet på tvers av typer og sorter kål – noen betraktninger	107
7	Metodebeskrivelser	109
7.1	Vekstegenskaper	109
7.1.1	Hodekål	109
7.1.2	Blomkål	110
7.1.2	Bladkål, Pak Choi og Greens	110
7.2	Sensorisk beskrivende analyse	111
7.2.1	Sortsforsøkene	112
7.2.2	Gjødslingsforsøk	114
7.2.3	Tørkestressforsøk på blomkål	115
7.3	Kjemiske analyser	116
7.3.1	Prøvemottak ved Nofima	116
7.3.2	Preparering av prøver	116
7.3.3	Kontrollprøver	117

7.3.4	Analyse av Vitamin C	117
7.3.5	Analyse av sukker	118
7.3.6	Analyse av glukosinolater (GLS)	118
7.3.7	Analyse av aromastoffer (GC-MS metabolomics)	119
7.3.8	Analyse av nitrogen, svovel og karbon (Elementanalyse)	119
8	Referanser	120
9	Tilleggsinformasjon (Supplement)	124
9.1	Innhold av individuelle glukosinolater	124
9.2	Bilder av sorter hodekål, blomkål og bladkål	129
9.2.1	Hodekål	129
9.2.2	Blomkål	137
9.2.3	Bladkål	138
10	Fakta-ark	139
11	Produktdifferensiering	141
11.1	Sorter og deres egnethet for ulike bruksområder – resultater fra workshop	141

1 Sammendrag

I denne rapporten oppsummeres resultater fra sortsforsøkene for hodekål, blomkål og bladkål i prosjektet KålSmak. Resultater fra gjødsling og tørkestress omtales i rapport nr. 2. Det oppfordres til å lese rapporten og ikke kun sammendraget for best forståelse av forsøkene og resultatene.

Se **Tabell 1- 3** for oversikter.

I løpet av 2016 gjennomførte vi tre feltforsøk med hodekålsorter fordelt på ett med tidligkål-, ett med høstkål, og ett med vinterkålsorter hos tre forskjellige feltverter. Totalt var 27 ulike sorter med i sortsforsøkene, og omfattet 2 sorter savoykål (Clarissa, Wirosa), 1 sort rosa hodekål (PinkStar), 3 sorter rødkål (Integro, Bandolero, Rodima), 5 sorter hvit spisskål (Tourima, Point-1, CapeHorn, Dutchman, Murdoc) og 16 sorter hvitkål (runde og flate). Tidligfeltet hadde 8 sorter (Jetma, Constable, Parel, Cambria, Tourima, Prestar, Point-1, CapeHorn), høstfeltet 12 sorter (Castello, Verdecò, Cambria, Dutchman, Murdoc, Integro, GreenRich, Gunma, Cabbice, Salidor, Sunny, Clarissa) og vinterfeltet 10 sorter (Bartolo, Reaction, Bandolero, Rodima, Erdeno, Flexima, Cambria, Murdoc, PinkStar, Wirosa). Cambria var med i alle tre sesongene, og Murdoc var med både i høst- og vinterkålforsøket.

Feltforsøket med 11 sorter blomkål ble gjennomført i 2017 hos en feltvert, med 8 hvite sorter (Freedom, Delfino, Korlanu, Liria, Synergi, Clarina, Socius, Ferrara), 1 oransje sort (FlameStar) og en lilla sort (DePurple), samt en sort Romanesco (Veronica).

Basert på et screeningsforsøk på bladkål i 2016 med ca. 25 sorter, ble det ble valgt ut 11 sorter til feltforsøket i 2017, hvorav 6 sorter grønnkål og 2 svartkål (kales) (Reflex, CN1029, Redbor, KAL017, KAL018, PentlandBrig, TZ2019 og Cavolo Nero), 2 sorter greens (SummerGreen, SV7027) og en sort collards (HiCrop). I tillegg var det med en sort av Pak Choi (Joy Choy) som måtte høstes tidligere enn planlagt, og som derfor ikke har vært med i kjemiske og sensoriske analyser.

Sorter av hodekål, blomkål og bladkål har blitt vurdert for vekstegenskaper i feltet og ytre kvalitet ved høsting, før kålen ble sendt til Nofima for bedømmelse av sensoriske egenskaper i rå kål for hver sesong og analyse av kjemiske innholdsstoffer relatert til smak, lukt og helsemessig kvalitet; vanninnhold/tørrestoff, innhold av sukker (sukrose, glukose og fruktose), vitamin C, svovelholdige forbindelser (glukosinolater), profiler av aromastoffer (metabolomics). Variansanalyse og multivariat dataanalyse er utført.

Nedenfor følger en oppsummering av resultatene.

HODEKÅL

Vekstegenskaper:

Forsøkene med tidlig-, høst- og vinterkål ble gjennomført til forskjellig tid og sted, og egenskaper som er vurdert med en 1-9-skala kan ikke sammenlignes på tvers av sesonger, bare innad i samme sesong. Andre mer konkrete målbare egenskaper, som f.eks. høyde, lengde og vekt er mer sammenlignbare, men påvirkes også av sesong. Resultater fra de tre sortsforsøkene med hodekål presenteres separat for hver dyrkingssesong. I hvert forsøk har vi tatt med sorter av ulik type, farge og bruksområde. Derfor viser resultatene også store variasjoner i egenskaper mellom mange av sortene. Som en konsekvens av dette er det statistisk sikker forskjell mellom sortene for nesten alle registrerte egenskaper. Det er derfor også gjort multipl sammenligningstest av sortene for hver egenskap for å gjøre det lettere å se hvilke av sortene som er statistisk sikkert forskjellige fra hverandre.

Tidligkål. Mange av sortene i forsøket var nye i testing i Norge. Parel, Jetma og spisskålsorten CapeHorn hadde de tyngste hodene i forsøket, mens spisskålsortene Point-1 og Tourima var de letteste. I tillegg til hodevekt, kan også den indre tettheten (fasthet) til hodene være en indikator for hvor utviklet

en sort er. Men, i dette forsøket var Tourima en av sortene med høyest tetthet, samtidig som den hadde de letteste hodene. Cambria og Prestar hadde også høy score for tetthet, mens Constable, Point-1 og CapeHorn hadde lavest tetthet. Alle sortene hadde god jamnhet i felt, dvs jamne i form og størrelse. Kun Cambria skilte seg negativt ut ved litt større ujamnhet i utvikling, men hadde best score for friskhet. Jetma, Constable og Parel hadde ganske lys indre og ytre farge, mens Tourima, Cambria og Point1 hadde mest kraftig ytre og indre farge. Det var stor forskjell mellom sortene på størrelsen av hele kålplanten, og også forskjell på lengde av indre stengel i kålhodene. Tidligkålsorter er spesielt utsatt for sprekking ved utsatt høsting. Jetma og Prestar hadde tidligst og mest sprekking i forsøket, og dernest Constable, Parel og Cape Horn. Sterkest mot sprekking var Cambria og Tourima.

Høstkål. Castello er hovedsort innen høstkål i Norge. Antall vekstdøgn fra planting til sorten ble vurdert som høstklar varierte fra 56 (Cabbice og Salidor) til 88 dager (Integro) i feltet. Castello ble høstet etter 80 vekstdøgn. Cabbice hadde best score for jamnhet i felt, mens GreenRich, Gunma og Castello hadde lavest score. Det var mindre forskjeller i friskhet, hvor Cabbice hadde best score og Salidor og Castello hadde lavest. Det var større forskjeller mellom sortene i utvendig og innvendig farge. Savoykålsorten Clarissa hadde klart sterkest utvendig farge, mens Castello og Gunma hadde lysest farge. Clarissa hadde også sterk innvendig farge, men Salidor hadde aller høyest score. Castello hadde lavest score også på innvendig farge, fulgt av Murdoc og Gunma. Det var store forskjeller i hodevekt mellom sortene. Sortene som ble høstet til vanlig tid varierte fra 848 g pr hode for Salidor til 1786 g for GreenRich. Murdoc og Cabbice som fikk stå to uker lenger i feltet tredoblet nesten vekten sin sammenlignet med normal høstetid, og var i en særklasse avlingsmessig. Av sortene som ble høstet til normal tid hadde Castello og GreenRich høyest beregnet avling, fulgt av rødkålen Integro. Murdoc høstet til vanlig tid hadde den laveste beregnede avlingen i forsøket. De tre runde sortene Castello, Verdecò og rødkålen Integro skiller seg ut med mye tettere hoder enn de øvrige sortene. Cambria, GreenRich, Dutchman og savoykålen Clarissa er i mellomsjiktet, mens de resterende flate sortene hadde ganske løse hoder. Korteste indre stengel ble målt i sorten GreenRich, som også hadde de laveste hodene i feltet. Lengst indre stengel hadde sortene Verdecò og Cambria. Det var spisskålsortene som hadde kortest stengel i prosent av hodehøyde, med 22 % i Dutchman og 24 % i Murdoc.

Vinterkål. Sorten Cambria, som er med som et bindeledd mellom alle sesongforsøkene med hodekål, hadde kortest veksttid med 87 dager, fulgt av Murdoc med 100 dager og Pink Star med 113. Hovedsorten Bartolo var høstklar etter 127 dager. De to seneste sortene var rødkålen Rodima og den hvite, flate industrisorten Flexima, med 133 dager. 5 av sortene ble plantet med større avstand, og har høyest hodevekt i forsøket med hoder på over 4 kg (Erdeno og Murdoc) og over 3 kg (Rodima, Flexima og Pink Star). Erdeno og Murdoc hadde både største hoder og høyeste beregnede avling i forsøket, deretter følger Bandolero og Bartolo, som begge har beregnet avling på over 10 tonn pr dekar. Savoykålsorten Wirosa skilte seg ut med mye lavere hodevekt enn resten av sortene, og det skyldes savoykålens buklete blader som gir luftig struktur. Wirosa har derfor lavest score for tetthet av alle sortene, sammen med Murdoc, mens rødkålsortene Bandolero og Rodima har de tetteste hodene. Med noen få unntak hadde alle sortene god score for jamnhet i feltet og plantenes friskhet. Lengde av indre stengel er en viktig kvalitetsegenskap i vinterkålsorter. Korteste indre stengel i cm. ble målt i sorten Bandolero, mens den var lengst i sortene Murdoc og Pink Star. Vurdert i prosent av total hodehøyde er det hovedsorten Bartolo som har lengst indre stengel (62 %), fulgt av Wirosa (60 %), Pink Star (60 %) og Cambria (55 %). Som i høstkålfeltet var spisskålsorten Murdoc blant de som hadde kortest stengel i prosent av hodehøyde, med 42 %, men i høstkålforsøket var verdien mye lavere (24 %). Lavest stengel i prosent av total hodehøyde hadde rødkålsorten Bandolero (37 %).

Sensoriske egenskaper:

Sortene ble testet av sensorisk panel i en beskrivende analyse med 10 dommere i hver sesong. Antall sorter som ble valgt ut i prosjektet var begrenset av hvor mange prøver dommerpanelet kunne bedømme i samme forsøk. Tidlig-, høst- og vintersortene ble beskrevet med hhv. 17, 20 og 22 egenskaper. Det ble funnet forskjeller mellom to eller flere sorter i alle sesonger, og noen av sortene skilte seg mye fra hverandre. Nivåene for egenskapene kan ikke sammenliknes direkte mellom hver sesong, kun innen hver sesong. Sortene ble visualisert i et kart («smakskart»), basert på Prinsipalkomponentanalyse (PCA) over prøver og egenskaper slik at grupper av sorter som ligger nær sensoriske egenskaper i kartet, er prøver som i høy grad innehar disse egenskapene. Samtidig har de i liten grad de egenskapene som ligger langt unna i kartet.

Tidligkålsortene var forskjellige for egenskapene grønnlukt, blomsterlukt og kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak og brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens. De fire tidligsortene som grupperte seg med mildest smak er Jetma, Constable, Prestar og CapeHorn. Jetma hadde relativt høy intensitet av søt smak og saftighet, Constable for syrlig smak, søt smak og sprøhet, og CapeHorn for blomsterlukt, syrlig smak, sprøhet og saftighet. De fire mer smaksintense var Tourima, Cambria, Point-1 og Parel. Tourima beskrives med relativt høy intensitet av grønnlukt, total smaksintensitet, bittersmak, ettersmak, hardhet, grovhet og astringens, mens for Cambria er det egenskapene grønnlukt, bittersmak og ettersmak, og Point-1 for grønnlukt, kjellerlukt og bittersmak. Parel skilte seg ut med mye brennende smak.

Høstkålsortene var forskjellige for egenskapene grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt og kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak, grønnsmak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens. Sortene som er relativt milde i smaken er Cambria, Murdoc, Dutchman, GreenRich og Sunny, samt Murdoc som sto lengre i feltet (StorMurdoc). Hovedsorten Castello er et midtpunkt i smakskartet for mange av egenskapene, sammen med Gunma, Cabbice, Murdoc, Stor Murdoc, Sunny og GreenRich. Castello, Cambria, Gunma og Sunny hadde relativt høy intensitet av syrlighet, mens Cambria, Dutchman, Stor Murdoc og Sunny hadde relativt lavt nivå av bitterhet. Savoy-kålen Clarissa skiller seg spesielt ut, og er smaksintens med relativt mye av egenskapene total smaksintensitet, bittersmak, grønnsmak, ettersmak og munnfølelsen astringens. Teksturen på Clarissa er sammen med den røde sorten Integro hardere og grovere enn de andre høstsortene som er testet. Verdeco, Integro og Clarissa hadde relativt lav intensitet for søt smak og høy intensitet for bittersmak. Verdeco er i tillegg brennende. For egenskapen sprøhet er det Clarissa som igjen skiller seg ut med lavere verdi enn de andre sortene.

Vinterkålsortene var forskjellige for egenskapene luktintensitet, grønnlukt, svovellukt, kjellerlukt, lukt av råttent vann (kålen var ikke råttent), smaksintensitet, syrlig smak, søt smak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, brennende smak, smak av råttent vann, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens. Vintersortene kan deles inn i fire grupper basert på sensoriske egenskaper: Savoykålen Wirosa skiller seg klart ut fra de andre sortene med relativt høy grønnlukt, bittersmak, grønnsmak og lav sprøhet og saftighet. En gruppe består av Rodima, Bandolero og PinkStar som er røde og rosa sorter, smaksintense sorter med relativt høy grad av total smaksintensitet, brennende smak, astringens og ettersmak. Disse sortene var også relativt harde og grove. På motsatt side er de to minst smaksintense sortene, spisskålen Murdoc og hvitkålen Cambria, en tidlig/høstkål som var med i alle sesonger. De hadde relativt høy intensitet av syrlig smak, søt smak, og lav intensitet av astringens og ettersmak. Erdeno hadde også mild, men mer syrlig smak og høyest sprøhet av sortene. Hovedsorten Bartolo, Reaction og Flexima lå noe spredd mellom de smaksintense og milde i smakskartet, der Bartolo var signifikant mindre brennende enn Reaction, og Reaction hadde noe mer grønn smak enn Bartolo.

Kjemiske innholdsstoffer:

Vanninnholdet i alle sortene ligger på omtrent samme nivå 89-93 % for fersk, rå hodekål, rødkål og spisskål. Tidligkålen hadde gjennomsnittlig høyere vanninnhold enn høst- og vinterkålen, og forskjellen mellom høyeste og laveste innhold i alle sorter ligger på 4 %.

Sukkerinnholdet i hodekål varierte fra 2.9 til 5.3 g/100 g, der Bartolo hadde høyest og Tourima hadde lavest innhold. Vintersorter hadde gjennomsnittlig høyere sukkerinnhold enn tidlige og høstsorter. Røde og hvite, runde sorter hadde høyest sukkerinnhold, mens spisskål hadde lavest. Det var ingen direkte sammenheng mellom mengde sukker eller sukkerarter og søt smak (sensorikk) i fersk kål. Smaksbildet er mer komplekst, og andre stoffer kan maskere søt smak.

Vitamin C innhold varierte mye mellom enkelte sorter, fra 36 til 75.5 mg/100 g. Høyt innhold i savoy-sortene (66-70 mg) og lavest i industrisorten Cabbice. Tourima skilte seg ut, den hadde lavest sukkerinnhold og høyeste vitamin C (75 mg). Tidligkål hadde et vitamin C innhold på 47-55 mg/100 g. Høstkål, uten savoy, varierte mellom 38-58 mg/100 g, og vinterkål uten savoy, 39-61 mg/100 g. Spisskålen Murdoc lå relativt høyt (53.5 mg). Hovedsortene Castello og Bartolo lå på 46-48 mg/100 g. Rødkålsortene hadde 58-61 mg/100 g.

Glukosinolater (GLS) er plantestoffer i plantens forsværssystem, og knyttet både til smak og helsemessig kvalitet i kålvekster og er ansett som kreftforebyggende. Innholdet varierte mye, mens de individuelle GLS var de samme i hodekålsortene. Verdiene for totalt GLS innhold lå mellom 37.5 og 242 mg/100 g FW. Høyeste innhold ble målt i Wirosa (savoykål) og lavest i sorten Cabbice (hvitkål til industri). Typer kål som utmerket seg med høyt innhold var savoykål og rødkål. Hovedsorten 'Bartolo' lå høyest av de hvite, etterfulgt av Reaction. Det var ellers stor spredning i GLS-innholdet innen tidlig- og høstsortene.

Aromastoffer i kål er veldig komplekst, flere hundre stoffer kan virke inn på lukt og smaksopplevelse. I dette prosjektet er det benyttet metabolomics analyse, der man måler prøvens totale innhold av flyktige stoffer og deretter grupperer dem etter liknende kjemiske egenskaper. Så mange som mulig av stoffene er identifisert ned på spesifikk molekylstruktur, som igjen har kjente lukt- og smaksegenskaper. Aromastoffer kan beskrives med egenskaper som også sensorisk panel bruker, slik som «brennende, svovel, gress og grønn». Den kjemiske analysen sier derimot ikke noe om hvordan det totale aromabildet oppfattes av et menneske, der er sensorisk panel «fasit». Men den kjemiske analysen er en fasit på stoffene som er til stede i prøven og i hvilke relative mengder. De kjemiske stoffene har forskjellig luktterskel, og så har mennesker individuelle forskjeller på sensitivitet og oppfattelse av lukt som igjen kompliserer bildet. Kort om resultatene: De tre sortene CapeHorn i tidligsesongen, Dutchman i høstsesongen og Murdoc i vintersesongen utmerker seg med lavest mengde av aromastoffer, mens savoy-sortene Clarissa og Wirosa hadde høyest mengde aromastoffer. Sortene i tidlig- og høstsegmentet hadde i gjennomsnitt lavere nivå av aromastoffer enn vintersortene.

Tabell 1 Kort oppsummering av viktige egenskaper for hodekålsorter. Sammenlikninger er gjort innen hver sesong. Alle egenskaper er ikke nevnt i tabellen, se detaljer for alle sesonger i rapporten. GLS=glukosinolater (smak- og helsereelatert).

Sorter	Type	Sensoriske- og helsereelaterte egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
TIDLIG			
<i>Sammenlikninger er gjort innen hver sesong</i>			
Jetma	Hvit rund, hovedsort	Mild smak, søt, sprø og saftig. Middels innhold av aromastoffer. Lav GLS og middels Vit. C.	Høy hodevekt. Utsatt for sprekking, høstet for sent?
Prestar	Hvit rund	Mild smak, middels søt og sprø. Skiller seg ikke ut med noen spesielle egenskaper. Middels GLS og middels Vit. C.	Faste hoder. Høy hodevekt. Små planter. Utsatt for sprekking, høstet for sent?
Constable	Hvit rund	Middels smaksintens, syrlig, søtsmak, middels brennende, sprø. Rikere på smaksintense aromastoffer enn Jetma, Parel og Prestar. Lav GLS og lav Vit. C	Løse hoder, men god hodevekt. Sprekker lett.
Parel	Hvit rund	Smaksintens, mest brennende smak og svovelsmak. Sprø og saftig. Høy GLS og lav Vit. C.	Høy hodevekt, middels faste hoder. Sprekker lett.
Cambria	Hvit rund	Smaksintens, grønnlukt, bitter, ettersmak, middels fast. Mye aromastoffer. Høy GLS og høy Vit. C.	Faste hoder og best friskhet. Mest ytre grønnefarge, god grønnefarge. Sterk mot sprekking, men noe ujevn utvikling.
CapeHorn	Hvit spiss	Mild smak, blomsterlukt, syrlig, sprø og saftig. Lavest på aromastoffer, men skiller seg ut ved mye florale og grønne aromastoffer. Middels GLS og middels Vit. C.	Høy hodevekt, men løse hoder. Kort indre stengel. Kraftige friske planter. Utsatt for sprekking.
Point-1	Hvit spiss	Smaksintens, men middels brennende, mye grønnefarge, noe bitter, noe mindre sprø og saftig. Lav på aromastoffer. Middels GLS og middels Vit. C.	Ganske løse hoder. Kraftige friske planter. God ytre grønnefarge. Moderat sterk mot sprekking.
Tourima	Hvit spiss	Smaksintens, bitter, astrigent, fast og grov. Lite saftig og lite sprø. Mye aromastoffer. Høy GLS og høyest Vit. C.	Lette men tette hoder. Kort indre stengel. God indre og ytre grønnefarge. Sterk mot sprekking. Kan ha vært høstet noe for tidlig.
HØST		<i>Sammenlikninger er gjort innen hver sesong</i>	
Castello	Hvit rund, hovedsort konsum.	Middels smaksintens, mest søtsmak, syrlig smak og middels bitter. Sprø og saftig. Høy GLS og middels Vit. C.	Høy avling. Faste, tunge hoder. Lys utvendig og invendig farge. Ganske lang indre stengel. Noe ujevn utvikling.
Verdeco	Hvit rund	Smaksintens, bitter og mest brennende smak, lite sødme. Høy GLS og middels Vit. C.	Castello-alternativ. Faste, ganske tunge hoder. Lang indre stengel. Småvokste planter.
Cambria	Hvit rund/flat	Mild smak, lite bittersmak, noe brennende. Middels/lav på aromastoffer. Noe sprø og saftig. Middels GLS og middels Vit. C.	Middels faste, ganske tunge hoder. Lang indre stengel. Ikke flatrund.
Gunma	Hvit flat	Middels smaksintens, syrlig. Saftig. Middels aroma-stoffer, sulfider. Middels GLS og middels Vit. C.	Middels hodevekt, løse hoder. Ganske lys ytre og indre farge. Noe ujevn utvikling.
Cabbice	Hvit flat	Middels bitter, lite florale lukter. Sprø og saftig. Lav på grønne og stikkende aromastoffer. Lavest GLS av alle sorter og lav Vit. C.	Kort veksttid. Lette, løse hoder. Veldig god friskhet og jamnhet i utvikling. Blir veldig stor og tung ved utsatt høsting.
Salidor	Hvit flat	<i>Ble ikke vurdert pga tidlig høstetmoden.</i>	Kort veksttid. Lette og veldig løse hoder. Utsatt for sprekking. Småvokste planter. Veldig bra indre farge. Dårlig holdbarhet på lager.
GreenRich	Hvit flat	Middels smaksintensitet. Mye brennende smak, middels bitter, grønne smak og mye blomsterlukt. Sprø og saftig. Skiller seg ut på	Tunge, middels faste, flate og lave hoder. Høy avling. Noe sprekking ved

Sorter	Type	Sensoriske- og helserelevante egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
		aromastoffprofil («Spennende» kombo grønn&brennende). Middels GLS og lav Vit. C.	utsatt høsting (3 uker). Kort indre stengel. Noe ujevn utvikling.
Sunny	Hvit flat/ <u>rund</u>	Middels smaksintens, mye syrlig smak, grønn lukt og grønn smak. Ganske lik GreenRich på lukt/smak, men noe mindre brennende. Mest sprøhet. Middels GLS og lav Vit. C	Middels hodevekt, løse hoder. Var oppgitt som flat, men ble bedømt til å være rund.
Dutchman	Hvit spiss	Mild smak, lite bitterhet. Lavest på aromastoffer. Lav GLS og høy Vit. C	Lette, middels faste og høye hoder. Utsatt for sprekkning. Kort indre stengel.
Murdoc	Hvit spiss	Mild til middels smaksintens, med noe brennende smak. Middels/høyt nivå aromastoffer, skiller seg fra Dutchman. Høy GLS og høy Vit. C	Lette, løse hoder høstet ved vanlig størrelse. Store kraftige planter. Blir veldig stor og tung ved utsatt høsting. Ganske lys indre farge.
Stor Murdoc	Hvit spiss	Utviklet mer søt smak og mindre bitterhet, mindre aromastoffer, mindre Vit. C og GLS enn Murdoc.	Murdoc som sto lengre i felt.
Integro	Rød rund	Mye bittersmak og markant svovelsmak og lite sødme. Sprø, hardere og grovere enn de hvite. Mye aromastoffer (svovel). Høy GLS og høy Vit. C.	Sein. Faste hoder. Bra indre og ytre farge. Flott rød/hvit farge.
Clarissa	Savoykål, grønn	Smaksintens, smaksrik, gress- og ettersmak. Lite sødme. Myk og tørr. Grønn/blomsterlukt. Mest aromastoffer. Høy GLS og høy Vit. C	Lette, middels løse hoder. Veldig kraftigytte og indre farge. Typisk bulkete bladform.
VINTER		<i>Sammenlikninger er gjort <u>innen</u> hver sesong</i>	
Bartolo	Hvit rund, hovedsort konsum	Middels smaksintens, søt smak og klart mindre brennende enn Reaction. Middels saftig. Middels nivå aromastoffer. Høy GLS og lav/middels Vit.C (lavest av de runde hvite).	Middels store ganske faste hoder. Ganske god avling. Lang indre stengel.
Reaction	Hvit rund, konsum	Middels smaksintens, mest brennende av de hvite, grønn lukt og smak. Middels saftig. Mye aromastoffer, brennende, stikkende og grønn aroma. Høy GLS og høy Vit.C	Kompakt. Litt lette, middels faste hoder. Litt lavere avling og kortere indre stengel enn Bartolo. Jevne, friske, litt småvokste planter.
Bandolero	Rød rund, konsum/ industri	Smaksintens. Brennende, bitter smak. Hard og grov tekstur. Middels saftig. Mye aromastoffer. Høy GLS og høy Vit.C	Middels store, faste hoder. Ganske god avling. Kort indre stengel. Kraftige planter, høy hodeplassering.
Rodima	Rød rund, konsum	Smaksintens. Brennende smak. Hard og grov tekstur. Mye aromastoffer. Høy GLS og høy Vit.C	Lang veksttid. Store, faste hoder. Kort indre stengel. Friske, middels kraftige planter, høy hodeplassering.
Erdeno	Hvit rund, industri	Lite smaksintens, mye sødme og syrlighet, lite ettersmak. Saftig og mest sprøhet av vintersortene. Middels nivå aromastoffer, svovel/karse. Middels GLS og lav/middels Vit.C	Store middels faste hoder, høy avling. Jevne, friske planter. Lav hodeplassering. <i>Sorten er utgått pr 2020</i>
Flexima	Hvit, rund-flat, industri	Middels smaksintens og relativt like sensoriske egenskaper som Bartolo og Reaction, men noe mer svovelsmak/luke. Middels nivå aromastoffer, lik Bartolo. Lav GLS og høy/middels Vit.C	Lang veksttid. Ganske store, ganske faste hoder. Litt lav avling. Friske, litt småvokste planter. Hodet sitter høyest på planten av de hvite sortene.
Cambria	Hvit rund-flatrund	Mild smak, mye sødme og syrlighet. Lite aromastoffer. Lav GLS og lav Vit.C	Litt lette, middels faste hoder. Lav avling. Jevne, friske, småvokste planter. Hodet sitter lavt på planten. Sorten var med i alle sesonger og ikke en typisk vintersort.
Murdoc	Hvit, spiss	Mild smak, mye sødme og syrlighet, høyest på saftighet. Lavest på aromastoffer. Lav GLS og lav Vit.C	Store løse hoder, høy avling. Litt sprekkning. Kort indre stengel (relativt til hodestr.). Noe ujevn utvikling.

Sorter	Type	Sensoriske- og helse relaterte egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
PinkStar	Rosa, rund	Smaksintens, mye brennende smak, astrigens og ettersmak. Lite sprøMye aromastoffer og skiller seg fra de røde med mye blomkarse-aroma. Høy GLS og høy/middels Vit.C	Ganske store, middels faste hoder, høy hodeplassering. Ganske lang indre stengel. Noe ujevn utvikling.
Wirosa	Savoykål, grønn	Smaksintens og smaksrik. Grønnlukt, bittersmak, grønnsmak, lav svovelsmak, lav sprøhet og saftighet. Høyest på aromastoffer, stikkende/ grønn/fruktig. Høyest GLS og høyest Vit.C.	Lette, løse hoder. Lang indre stengel. Kraftige planter, lav hodeplassering.

BLOMKÅL

Vekstegenskaper:

Forsøksfeltet med sorter av blomkål ble lagt i et kommersielt blomkålfelt i Lier. Siden det var litt ulik forventet veksttid mellom sortene, ble 3 av sortene sådd og plantet 5 dager tidligere enn de andre for å forsøke å få alle sortene høstklare samtidig. Høstingen ble gjort fra 24. til 30. august 2017 for alle sorter unntatt romanesco-sorten Veronica, som ble høstet 5. september. Veronica ble dermed for sent moden til å inngå i den sensoriske analysen ved Nofima. På grunn av klumprot i deler av feltet ble bare to av de tre gjentakene i feltet høstet og analysert, og det gir et litt dårligere grunnlag for vurdering av sortene.

Det var 12 dagers forskjell i veksttid mellom tidligste sort Ferrara, med 60 dager, og seneste sort Veronica (romanesco), med 72 dagers veksttid. Av de hvite sortene var Liria den seneste sorten med 69 dager. Hovedsorten Freedom hadde 62 dagers veksttid. Gjennomsnittlig hodevekt var fra 609 gram (Depurple) til 790 gram (Liria). Selv om variansanalysen viser at det er signifikante forskjeller på hodevekt mellom sortene, viser ikke grupperingstesten noen forskjeller. Hovedsorten Freedom hadde de nest letteste hodene i forsøket. Det var ingen forekomst av kvalitetsfeilene gjennomvoksing og mosing i dette forsøket. Det var også svært lite forekomst av rød-/misfarging av hodene. Andelen salgbare hoder var fra 62 % for Socius til 94 % for Synergi og Depurple. Hovedgrunnene til at en del hoder ble klassifisert som ikke salgbare var misfarging av sol (gulning) og råte av ulike slag. Sortene Korlanu, Synergi og Clarina hadde de fasteste hodene, mens Socius hadde dårligst fasthet. Det var store forskjeller i hvor godt sortene dekket både over og under blomkålhodet. Clarina var sorten med aller best dekking under hodet, fulgt av Synergi, mens Freedom hadde dårligst score. Clarina hadde også best score for dekking over hodet, sammen med Socius og Ferrara. Også her var Freedom dårligst, sammen med Liria. Sortene med best dekking over hodet også jevnt over har god score for hvitfarge, og det var ganske god statistisk korrelasjon mellom score for dekking over hodet og farge (71 %). I en helhetsvurdering av sortene i forsøket kom Clarina ut som den beste sorten, mens Freedom og FlameStar fikk lavest score.

Sensoriske egenskaper:

Blomkålsortene hadde relativt like sensoriske egenskaper, kun 6 av 23 egenskaper skilte prøvene. Romanesco-sorten Veronica var ikke med i sensorisk analyse da den ikke var høstklar. Ingen av de 11 smaksegenskaper hos blomkålsortene var signifikant forskjellig. Men 3 av 7 lukteegenskaper (syrlig lukt, grønnlukt, emmenlukt) og 3 av 5 teksturegenskaper (hardhet, sprøhet og grovhet) var forskjellige. Den gule sorten FlameStar skiller seg mest fra de andre sortene, med mest emmen lukt og relativt lite syrlig lukt og grønnlukt og var også mykere i tekturen. Denne sorten hadde også laveste verdi for smaksintensitet. Clarina, Freedom, Korlanu, Liria, Socius og Ferrara hadde relativt høy intensitet for syrlig lukt. Clarina og Ferrara hadde relativt høy intensitet for grønnlukt og Clarina også for grønn smak. Freedom, Delfino og Socius var relativt harde, mens de to fargede sortene DePurple og FlameStar, og den hvite sorten Synergi, var noe mykere og var minst grove i tekturen. Delfino og Synergi var signifikant mer sprø enn hovedsorten Freedom. Carina var mer sprø og saftig enn Freedom.

Kjemiske innholdsstoffer:

Vanninnhold i blomkål dyrket i 2017 varierte med ca. 2 % mellom høyeste og laveste verdi (90.7-92.7 %). Veronica, som er en Romanesco-sort, hadde lavest vanninnhold, mens Socius hadde høyest. Verdiene tilsvarer referanseverdiene angitt i Matvaretabellen (92 % vanninnhold).

Vitamin C innhold i blomkålen dyrket i 2017 varierte fra 45 til 66 mg/100 g. Ferrara hadde høyest innhold, tett fulgt av hovedsorten Freedom og den gule sorten FlameStar. Socius hadde lavest innhold. Matvaretabellen oppgir en referanseverdi på 58 mg/100 g. Romansco-sorten lå på 60 mg/100 g.

Sukkerinnhold i blomkål var ikke signifikant forskjellig mellom sortene, og varierte mellom 2.6 og 2.3 g/100 g FW. Referanseverdien ligger på 2.3-2.7 g/100 g, dvs. i samme område som sortene dyrket i prosjektet.

Glukosinolater: Total mengde (sum av alle GLS) var signifikant forskjellig mellom sortene og varierte fra 24.5 til 57.9 mg/100 g ferskvekt. Romanesco-sorten Veronica hadde høyest innhold, dernest fulgte den hvite blomkålsorten Liria, mens laveste innhold ble funnet i den hvite blomkålsorten Ferrara. Blomkålsortene, utenom Romanescotypen, kunne deles inn i 3 nivågrupper. De fem sortene med lavest GLS innhold var Ferrara, Synergi, FlameStar, Freedom og Korlanu med GLS innhold på 24.5-29.3 mg/100 g. Mellomgruppen som var signifikant like varierte mellom 27.1-33.7 mg/100 g (FlameStar, Freedom, Korlanu, DePurple, Socius, Clarina, Delfino). Gruppen med høyest innhold var Clarina, DePurple, Delfino og Liria, med GLS på 32.2-38.6 mg/100 g. Romanesco-sorten Veronica skilte seg fra de andre blomkålsortene også på selve GLS-profilen og hadde ca. 25 x høyere innhold av det «sunne» GLS glucoraphanin, forløper for sulforaphane, en krefthemmende plantemetabolitt.

Aromastoffer: Generelt er det lite forskjeller i innhold av aromastoffer mellom blomkålsortene; av de hvite sortene hadde Liria og Clarina mest totalt innhold av aromastoffer, og skiller seg mest fra hovedsorten Freedom. Synergi og den gule sorten FlameStar hadde minst, noe som også gjenspeiles i sensorisk bedømmelse med laveste verdi for smaksintensitet. Aromaprofilen for de fargede sortene DePurple og FlameStar skiller seg noe fra de hvite sortene. Romanesco-sorten Veronica hadde mye høyere andel av aromastoffer med «grønt, nyslått gress, fruktig» aroma.

Tabell 2 Kort oppsummering av viktige egenskaper for blomkålsorter. Egenskapene er relative innen disse sortene, og alle egenskaper er ikke nevnt i tabellen, se detaljer i rapporten. GLS=glukosinolater (smak- og helserelevanter).

Sorter	Type	Sensoriske- og helserelevante egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
Freedom	hvit blomkål, hovedsort konsum	Skiller seg ikke spesielt ut. Syrlig smak, hard tekstur. Lavest sprøhet av alle sorter. Lav GLS og høy Vit.C	62 vekstdøgn. Hovedsort. Hos denne produsenten noe dårlig helhetsvurdering. Lav score for dekking over og under hodet.
Delfino	hvit blomkål, konsum/industri	Høy sprøhet, hard og grov. Mindre sulfider enn Freedom. Middels GLS og Vit.C.	63 vekstdøgn. God helhetsvurdering. Jevnt bra på farge, fasthet og dekking.
Korlanu	hvit blomkål, konsum	Totalt ganske lik Freedom, noe mer søt smak (som Liria) og mindre brennende. Lav GLS og middels Vit.C.	63 vekstdøgn. Faste hoder. Ganske god farge og dekking.
Liria	hvit blomkål, konsum/industri	Mest «smaksintens», men skiller lite mellom alle, søt. Mye aromastoffer, skiller seg fra Freedom. Høy GLS og lav Vit.C.	69 vekstdøgn, senest av de hvite sortene. God hodevekt, ganske bra fasthet. Noe dårlig dekking over hodet og lavest score på farge.
Synergi	hvit blomkål, konsum	Mest sødme (men ikke sign. forskjellig fra de andre), høy sprøhet, minst hard og lite grovhet. Lavest på aromastoffer av de hvite. Lav GLS og middels Vit.C.	63 vekstdøgn. Meget god helhetsvurdering. Faste hoder, god hodevekt. God dekking over og under hodet.

Sorter	Type	Sensoriske- og helserelevante egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
Clarina	hvit blomkål	Syrlig smak og grønn lukt/smak. Middels hard og grov. Noe mer sprø og saftig enn Freedom. Mye aromastoffer (skiller seg fra Freedom). Høy GLS og middels Vit. C	66 vekstdøgn. Best helhetsvurdering. Faste hoder. Best dekking over og under hodet. Klumprotolerant sort.
Socius	hvit blomkål, Konsum/industri	Syrlig lukt og smak. Hard og grov. Middels GLS og lavest Vit.C	66 vekstdøgn. Dårligst fasthet. God dekking over, men dårligere under hodet. Relativ ny sort.
Ferrara	hvit blomkål	Grønn lukt, ganske lik ellers som Freedom. Høyest Vit. C og lav GLS.	60 vekstdøgn, tidligste sort i forsøket. God farge, fasthet og dekking over hodet.
FlameStar	gul blomkål	Skiller seg mest ut sensorisk, minst smaksintens, lite syrlig, emmen lukt, mykere tekstur. Lavest på aromastoffer, høy andel svovelaktige. Lav GLS og høy Vit.C.	66 vekstdøgn. Lav helhetsvurdering. Ganske god dekking over og under hodet.
Depurple	lilla blomkål	Mest bitter og minst grønnsmak, myk og lite grovhet. Aromatiske/jordaktige aromastoffer. Høy GLS og lav Vit.C	62 vekstdøgn. Høy andel salgbare hoder. Lavest hodevekt. Ganske bra farge, fasthet og dekking over hodet.
Veronica	Romanesco, hovedsort høst	<i>Sensoriske egenskaper ikke vurdert pga høstetidspunkt.</i> Lavest sukkerinnhold. Mye grønne/fruktige aromastoffer, ulik blomkål. Høyest GLS og middels Vit C.	72 vekstdøgn. God hodevekt. Høstet senere enn de andre sortene. Ytre kvalitet ikke vurdert.

BLADKÅL

Vekstegenskaper:

Bladkålsortene i forsøket representerte stor variasjon i farge, struktur, type og høstestrategi, og det er ikke nødvendigvis aktuelt eller riktig å sammenligne vekstegenskapene for alle. Av de 12 sortene som var med i forsøket, ble 8 av dem plukkehøstet tre ganger, med en måneds mellomrom fra midten av august. De øvrige 4 sortene ble høstet bare en gang, og da ble hele plantemassen høstet. De fleste hadde plantehøyde på 30-40 cm, bortsett fra HiCrop og Pentland Brig som var over 50 cm høye, og Redbor som var aller høyest med over 60 cm. Antallet høstede blader pr plante lå mellom 29 og 37 for alle sortene unntatt Kal018, som hadde hele 55 høstede blader pr plante. Men pga lav vekt på enkeltbladene var Kal018 likevel blant de laveste i avlingsnivå. De tyngste enkeltbladene og høyest avling hadde Pentland Brig. Grønnkålsortene Reflex og CN 1029 hadde de mest krusete bladene, mens Pentland Brig hadde de minst krusete bladene i gruppen av sorter som høstes flere ganger. Greens-sortene Summer Green og SV7027 og Pak Choi-sorten Joy Choy hadde helt glatte blader. For sorter av samme type kan resultatene dra i hver sin retning med tanke på anbefaling til praktisk dyrking. For eksempel har hovedsorten av grønnkål, Reflex, bedre helhetsvurdering enn den alternative sorten CN 1029, men langt lavere avling. Tilsvarende har svartkålsorten Cavolo Nero Black Magic bedre avling enn alternativet TZ 2019 (Raven), men lavere fargeintensitet og helhetsvurdering.

Sensoriske egenskaper:

Bladkålsortene var forskjellig for 18 av 23 sensoriske egenskaper: total luktintensitet, blomsterlukt, svovellukt, kjellerlukt, gjødsel/gummilukt, totalsmakintensitet, syrligsmak, søt smak, bittersmak, grønnsmak, emmensmak, brennendesmak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens. Dataanalyse (PCA) basert på alle egenskapene delte sortene i tre hovedgrupper som gjenspeilet de ulike typene bladkål. Gruppe 1 omfattet svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero, som er lukt og smaksintense sorter og beskrives med egenskapene bitter, total lukt- og smaksintensitet, astringens og brennende smak, og de har i tillegg relativt høy intensitet av grønn smak og blomsterlukt. Gruppe 2 omfattet greens og collard-sortene SV7027 SummerGreen og HiCrop som kan beskrives som

saftige og sprø med svovel- og gjødsel/gummilukt, der HiCrop hadde høy søt smak. Gruppe 3 med grønnkålsortene Reflex, CN1029, Redbor, KAL018, KAL017 og Pentland Big, som hadde noe lavere brennende og bitter smak og mer syrlig smak enn de to andre gruppene. De ulike sortene innen gruppene hadde også noen forskjellige egenskaper. F. eks. grønnkålen CN1029 skiller seg ut og hadde lavest verdi av alle 11 sorter for smaksintensitet, brennende og bitter smak og høyest verdi for syrlig smak. CN1029 er forskjellig fra hovedsorten Reflex ved å ha mye lavere smaksintensitet, bittersmak, astringens og ettersmak, og noe høyere søt smak, og kan derfor være en interessant sort mht produkt differensiering i grønnkålsegmentet. Denne sorten hadde også samme innhold av vitamin C og glukosinolater, og høyere avling enn Reflex.

Kjemiske innholdsstoffer:

Vanninnholdet varierte mellom 82.5–89.1 %. Svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero hadde lavest vanninnhold og greens-sorten SummerGreen hadde høyest.

Vitamin C: Fersk bladkål er forholdsvis rik på vitamin C. Verdiene i 2017 lå, avhengig av sort, med en faktor 2 høyere enn i blomkål og en faktor 2 til 3 høyere enn hodekål. Svartkål Cavolo Nero hadde høyest vitamin C innhold (162 mg/100 g FW), og SummerGreen og KAL018 som hadde lavest med respektive 94 og 95 mg/100 g FW. Referanseverdien for «grønnkål» i Matvaretabellen ligger på 120 mg/100 g.

Sukkerinnholdet i bladkålsortene varierte mellom 1.5 og 3.4 g/100 g. Sorten PentlandBrig hadde høyest, etterfulgt av collards HiCrop og greens-sortene SummerGreen og SV7027. De to røde grønnkålsortene Redbor og KAL018 hadde lavest sukkerinnhold. Sukkerinnholdet basert på tørrvekt fulgte samme trend.

Glukosinolater: Total mengde GLS var signifikant forskjellig mellom sortene og gjennomsnittsverdiene lå mellom 33 og 171 mg/100 g FW. Hovedsorten Reflex inneholdt ca. 100 mg/100 g. Høyeste innhold hadde HiCrop (collard), etterfulgt av de to svartkålsortene, mens lavest innhold hadde den røde grønnkålsorten Redbor. Svartkål hadde i snitt noe høyere innhold enn grønnkålsortene. Svartkålen hadde også spesielt høyt innhold av glucoraphanin, som danner det krefthemmende sulforaphane. Begge svartkålsortene hadde også høy andel av helsepositivt glucobrassicin, og ikke noe av det «negative» progoitrin, altså interessante sorter å se nærmere på markedsmessig.

Aromastoffer: Total mengde av aromastoffer i bladkål ligger høyere enn hodekål og blomkål. Det er også relativt stor variasjon mellom flere sorter bladkål. Lavest innhold hadde de grønne grønnkålsortene CN1029 og KAL017, og den røde grønnkålsorten Redbor. Høyest innhold hadde svartkål TZ2019 og Cavolo Nero Black Magic. Det er interessant at, selv om svartkål hadde høyest totalt innhold av aromastoffer, så hadde de ingen av de kål-typiske, flyktige glukosinolat-nedbrytningsprodukter som har hovedsakelig stikkende, brennende, wasabiaktig aroma (isothiocyanoater og nitriler). Det betyr at selv om svartkål hadde høyt innhold av helsepositive glukosinolater, påvirker ikke de aromaen. Svartkål hadde likevel aromastoffer med brennende, sterk aroma, som stammer fra nedbryting av bladvoks og fett i cellemembranen når cellene blir skadet. Grønnkålsorten CN1029 skiller seg fra hovedsorten Reflex, slik som sensoriske egenskaper.

Tabell 3 Kort oppsummering av viktige egenskaper for bladkålssorter. Egenskapene er relative innen disse sortene, og alle egenskaper er ikke nevnt i tabellen, se detaljer i rapporten. GLS=glukosinolater (smak- og helse relatert).

Sorter	Type	Smaks- og helse relaterte egenskaper	Vekstegenskaper og evt. merknader
Reflex	Grønnkål	Middels smaksintens. Skiller seg ikke spesielt ut, ligger mellom de smaksintense og mildere sortene. Sensorisk lik PentlandBrig. Høy/middels GLS og middels Vit.C.	Hovedsort grønnkål. Middels kraftig grønn, ganske mye krusing. Bra helhetsvurdering.
CN1029	Grønnkål	Mild smak, med mye syrlighet. Lavest smaksintensitet, astringens og ettersmak. Tydelig mindre bitter enn Reflex. Skiller seg også fra Reflex med lavere innhold av aromastoffer (mer lik KAL017). Middels GLS og høy Vit.C.	Lik farge og krusing som Reflex, men høyere avling (pga større blad). Lavere plante enn Reflex.
Redbor	Rød grønnkål	Relativ mild. Hard tekstur. Lavt innhold av aromastoffer. Lav GLS og middels høy Vit. C.	Veldig kraftig/mørk rød, lavere avling enn Reflex. God helhetsvurdering. Høy plante.
TZ2019 (Raven)	Svartkål	Mest smaksintense sorten, noe mer brennende og bitter enn Cavolo Nero, grønn smak og blomsterlukt. Høyest innhold av aromastoffer. Høy GLS og høy Vit.C.	Veldig kraftig/mørk farge, bra helhetsvurdering. Lavere avling enn Cavolo Nero Black Magic pga lavere bladvekt.
Cavolo Nero 'Black Magic'	Svartkål	Lukt og smaksintens, grønn smak og mye blomsterlukt. Saftig. Høyt innhold av aromastoffer Høy GLS og høyest innhold av Vit. C	God farge, lik krusing som TZ2019, men middels helhetsvurdering. Høyere plante enn TZ 2019.
KAL017 (TZ9332)	Kale/bladkål, grønn/hvit	Relativ mild. Lik CN1029 i aromaprofil. Lav GLS og høy Vit.C.	Grønn og hvit, ganske lys farge. Middels krusete blad. God avling, ganske tunge blad.
KAL018 (TZ0277)	Kale/bladkål, rød	Relativt mild, men mer smaksintens og bitter enn Redbor. Frisk lukt (mye syrlig- og blomsterlukt, lite emmen lukt). Lav GLS og lav Vit.C.	Ganske kraftig rødilla/grønn farge. Middels krusete blad. Mange, lette blad, men likevel ganske lav avling.
SummerGreen	Greens	Middels smaksintens. Saftigst og sprø. Aromastoffer med «brennende, stikkende» aroma Middels høy/lav GLS og lav Vit.C.	Grønn, litt lavere og tidligere enn SV7027. Ganske god helhetsvurdering.
SV7027	Greens	Middels smaksintens. Saftig og sprø. Aromastoffer med «brennende, stikkende» aroma, noe mer enn SummerGreen. Middels GLS og middels Vit. C.	Grønn, antagelig over en uke senere enn Summer Green. Høyere planter og plantevekt enn Summer Green. Dårlig helhetsvurdering kan skyldes for tidlig høsting.
HiCrop F1	Collards	Middels smaksintens, mye sødme. Saftig. Mye aromastoffer, og likner i profil på Greens og PentlandBrig. Høyest innhold av GLS og middels Vit. C.	Høy kraftig plante, tykke saftige bladstilker og lett krusete blad.
PentlandBrig	Kale/bladkål	Middels smaksintens, mye grønn smak. Lik Reflex. Mye aromastoffer. Høy/middels GLS og høy Vit. C.	Kraftig plante med ganske blek grønn farge og lite krusete blad. Høy avling og høy vekt av enkeltblad. Høy plante.
Joy Choy F1	Pak Choy	<i>Sensoriske egenskaper og kjemiske innholdsstoffer ikke vurdert.</i>	Middels kraftig grønnfarge, glatte blad og god helhetsvurdering. Ble høstklar mye tidligere enn forventet, derfor ikke med i sensoriske og kjemiske analyser

2 Innledning

Brassica, også kjent som kålvekster, egner seg godt for produksjon i norsk klima, er viktige grønnsaker i vårt kosthold og utmerkede kilder til essensielle næringsstoffer og helsefremmende plantestoffer. Men salg og inntak av de sunne kålvekstene øker dessverre ikke slik man har sett for flere andre typer grønnsaker. Sensorisk kvalitet er den viktigste faktoren for forbrukeraksept av fersk kål. Den bitre og svovelaktige smaken som mange forbinder med kål, og at mange forbrukere ikke har spesiell kunnskap om bruksområder utover tradisjonell bruk, kan være et hinder for økt konsum av kålvekster. Tilgjengelighet, utvalg og produktkvalitet i butikk styrer også kjøpsvalget.

I dag finnes det ingen differensiering av ulike sorter/typer hodekål, blomkål eller bladkål i ulike varianter til ulike bruksområder (f.eks. råkost vs. kokekål) basert på sensoriske egenskaper, slik som man til dels finner for f.eks. tomat og potet, sistnevnte med merking av sort og bruksområder på emballeringen. Løk og salater har også fått et oppsving i salg og bruk ved hjelp av informasjon og brosjyrer. Det finnes noe informasjon om kål på hjemmesidene til BAMA, der f.eks. smak av hodekål omtales som «fylldig og litt søtt».

I dette prosjektet har forskningsmiljøene Nofima og NIBIO, sammen med rådgivere fra Norsk Landbruksrådgiving, og bedriftene Bama Gruppen AS, Gartnerhallen SA og deres produsenter samt frøfirmaene NORGRO AS og LOG AS jobbet tett sammen. Allerede på idé-stadiet var det klare behov og ideer fra alle involverte – og stor enighet om at tiden var moden for å få mer systematisk kunnskap om kålvekster og sorter dyrket i Norge. Mange av sortene var ennå uprøvde hos norske produsenter. Det var også et ønske om å se på dyrkingsfaktorer som kan påvirke smak og andre kvalitetsegenskaper til blomkål og hodekål, da det oppleves variasjon i kvalitet, spesielt i blomkål.

Prosjektet valgte ut både standardsorter og nye sorter til sortsforsøkene. Frøfirma LOG og NORGRO hentet inn sortene, og BAMA/Gartnerhallens produsenter, Karine Huseby i Tjølling (sorter hodekål), Ihla Samdrift DA i Lier (sorter og gjødsling blomkål), Anders Hørthe i Sylling (sorter hodekål), Edvard Dahl i Stange (sorter hodekål), Per Odd Gjestvang på Toten (sorter bladkål) og Roy Hasle i Rygge (gjødsling hodekål) var feltverter for forsøkene. Norsk Landbruksrådgiving (NLR Viken, NLR Innlandet og NLR Øst) har hatt ansvar for gjennomføring av alle forsøkene hos produsentene. Tørkestressforsøkene på blomkål ble utført hos NIBIO Landvik.

Forholdene kålplantene har mens de vokser kan ha betydning for hvilke plantestoffer som blir dannet, og i hvilke mengder. Plantenæringsstoffene nitrogen og svovel er viktige byggesteiner i slike plantestoffer. Balansen mellom nitrogen og svovel, og mengden av dem, kan derfor påvirke både helseeffekt og smak i kålvekstene. Prosjektet har kartlagt hvordan næringstilførsel og vannstress påvirker vekstegenskaper, sensoriske egenskaper og innholdet av plantestoffer relatert til aroma og helseverdi.

Hodekål, blomkål og bladkål ble bedømt for ytre kvalitetsfaktorer og dyrkingsrelaterte egenskaper ved høsting i dyrkingsfelt før kålen fra hvert av de ulike forsøksfeltene ble transportert til Nofima, Ås, der sensoriske egenskaper (smak, lukt og tekstur) av rå kål ble evaluert av et profesjonelt sensorisk panel. For å få dokumentert kålens iboende egenskaper ble det utført sensoriske beskrivelser av rå heller enn varmebehandlet kål, da dette ville vært praktisk vanskelig å gjennomføre med et så stort prøveantall og ulike typer varmebehandling. En omfattende del av prosjektet har vært de kjemiske analysene av plantestoffer relatert til både smak, lukt og helsemessig kvalitet, utført ved Nofima. Målet med forskningen har vært å forstå mer om kjemien bak den komplekse smaken og lukten til kålvekster, som varierer mye mellom enkelte typer og sorter kål, ved å benytte metabolomics teknologi for å profilere aromastoffene. Aromastoffer blir dannet i munnhulen mens man tygger, og påvirkes av enzymer i kålen og i spytt. Det er også utført en såkalt «utpust-analyse», en kjemisk analyse direkte utført under tygging og svelging av blomkål og bladkål. Dette ble gjort i samarbeid med prosjektets utenlandske partner Fraunhofer IVV i Freising i Tyskland.

Resultatene fra KålSmak-prosjektet er oppsummert i to norske rapporter som omtaler sortsforsøkene og gjødslings- og tørkestressforsøkene. Rapportene vil være tilgjengelige for prosjektpartnere. Rapportene var ikke en del av planlagte leveranser i prosjektet, men ble utarbeidet som en hjelp for å få samlet resultater og tolkning som grunnlag for informasjonsmateriell og vitenskapelig publisering. Derfor er en del av figurene fremstilt med engelsk språk slik at de også kan benyttes i vitenskapelige artikler. Til slutt i denne rapporten er det gitt en oppsummering fra en prosjektsamling der bruksområder for utvalgte sorter hodekål og bladkål ble diskutert på en «kjøkkendag» hos BAMA. Her finnes det også eksempler på fakta-ark som ble utarbeidet til denne samlingen og som er et utgangspunkt for videre utvikling av informasjonsmateriell for kålsorter.

3 Bakgrunn

3.1 Sensoriske analyser av kål

Kålvekster er rike på lukt- og smakforbindelser som tilhører mange forskjellige kjemiske grupper. Den viktigste sensoriske opplevelsen er relatert til kålens lukt, smak og trigeminale egenskaper (astringens/snerpethet) som påvirker skarp og bitter smak, og gir en unik aroma¹⁻². Men teksturen i kål er også viktig for spiseopplevelsen.

Sensorisk kvalitet er den viktigste faktoren for forbrukeraksept av fersk kål. Sort og dyrkingsparametere kan påvirke forbrukeres generelle oppfatning av den sensoriske kvaliteten i kål, og dette kan knyttes til variasjoner i egenskaper som brennende, søt, bitter eller sprø³.

Sort og modningsgrad har vist seg å påvirke sensoriske egenskaper som svovelsmak, brennende og bitterhet i kål som f.eks. neper⁴. Vekstforhold som påvirker hodeutviklingen (f.eks. vanning) kan påvirke f.eks. sukkerinnhold, glukosinolatinnhold, og dermed påvirke sensoriske egenskaper som brennende smak og søtsmak⁵.

Ulike gjødslingsregimer, som mengde nitrogen, kan påvirke sensoriske profiler, og en studie fra Danmark på grønnkål viste at redusert nitrogentilførsel resulterte i mindre bitterhet, astringens og brennende smak⁶. Kålblader som ble utsatt for kontrollert frostbehandling etter høsting ga hovedsakelig smak av raps, harpiks, grønt og brennende, og ikke effekt på søtsmak. Kålen hadde også mindre sprøhet og en mer vandig tekstur enn kålen som ikke hadde blitt utsatt for frost⁶.

Tilberedning (tid, metode) vil også påvirke den sensoriske profilen og kvalitetsoppfatning, spesielt knyttet til smak, men også teksturen. Forbrukere foretrakk Sous-vide behandling av rødkål og damping av brokkoli fremfor tradisjonell koking, fordi fastheten i teksturen ble bedre. Ved tilberedning av blomkål og brokkoli foretrakk barn at grønnsakene var medium kokt fremfor kort eller lang tilberedning, fordi kålen var fastere, mer sammenhengende i teksturen og hadde en balanse mellom grønne og kokte smaker⁷⁻⁹.

På grunn av den skarpe og bitre smaken blir ofte kålvekster avvist av noen forbrukere med en genetisk sensitivitet for bitterhet². For de forbrukerne og for spesielle grupper, som barn som ikke påvirkes av helsepåstander, er sensoriske egenskaper nøkkelen for å oppnå økt forbruk av kålvekster⁷.

Kartlegging av sensoriske egenskaper er nøkkelen for å identifisere varianter som kan rettes mot enkelte forbrukergrupper eller for å tilfredsstille spesifikke tilberedningsmetoder.

3.1.1 Beskrivende analyse

Beskrivende analyse (BA) er den mest brukte metoden innen sensorisk forskning¹⁰. Metoden omtales også som profilering eller på engelsk QDA (Quantitative Descriptive Analysis), som oversatt til norsk blir kvantitativ beskrivende analyse.

BA kartlegger alle de sensoriske egenskapene i et produkt og måler intensiteten til utvalgte egenskaper på en ustrukturert skala. Metoden er krevende og detaljert, og kan gi en komplett beskrivelse av produkter eller produktgrupper ved bruk av et panel med trente dommere. Egenskapene som beskrives inkluderer utseende, lyd, lukt, smak og tekstur. De sensoriske dommere bedømmer disse produktegenskapene for å kunne gi en beskrivelse av hvordan et produkts spisekvalitet oppfattes¹¹.

BA gir en fullstendig beskrivelse av produkter og kan identifisere underliggende ingrediens- og prosessvariabler, og/eller for å finne ut hvilke sensoriske egenskaper som er viktige for aksept av et produkt. Vanligvis deltar mellom 8 og 12 paneldeltakere/dommere som har gjennomgått en opplæring

med bruk av ulike referanse-standarder og som forstår og blir enige om betydningen av egenskapsbeskrivelsene som brukes i analysen. Det benyttes vanligvis en kvantitativ skala for måling av intensitet som gjør at dataene kan analyseres statistisk. Det bes ikke om panelets hedoniske (subjektive) mening om noen produkter ¹².

BA er generelt nyttige i enhver situasjon hvor en detaljert spesifikasjon av sensoriske egenskaper for ett enkelt produkt eller en sammenligning av sensoriske forskjeller mellom flere produkter er ønsket.

Det benyttes en felles bestemt fremgangsmåte for BA:

1. Idemyldring/Brainstorming, for å etablere et ordforråd med egnede sensoriske egenskaper som beskriver produktene og som er relevante for forsøket
2. Bestemmelse av hvilke egenskaper som skal inngå i den sensoriske analysen, oftest i samarbeid med dommerne i panelet
3. Forforsøk – for å kalibrere panelet i forhold til egenskaper og prøver
4. Hovedforsøk – gjennomføring av selve forsøket
5. Vurdering av dommernes resultater og prestasjon ved hjelp av statistiske metoder og analyseverktøy, for eksempel PanelCheck
6. Statistisk analyse av data ved hjelp av variansanalyse og multivariate statistiske teknikker for å avdekke signifikante egenskaper mellom produkter

Paneldeltakere starter analysen ved å bli enige om ordforrådet for egenskapene som skal beskrives. Panelleder skal kun tilrettelegge/fasilitere ved å lede diskusjonen og å levere referanser eller produktprøver, hvis panelet har behov for det. Panellederen deltar ikke i evalueringen av prøvene.

Når det velges sensoriske egenskaper for å beskrive produktene må man vurdere egnetheten til ulike egenskapers forklaringer ¹³. De valgte egenskapene skal kunne beskrive forskjellene mellom prøvene slik mennesker oppfatter dem. Dommerne må bli enige om betydningen av hver egenskap, og egenskapsbeskrivelsen skal dermed være entydig, inkludert eksempler og grensene i beskrivelsen. Egenskapslisten blir fastsatt gjennom at dommerne evaluerer prøver/produkter i et forforsøk. I forforsøket serveres to prøver som forventes å være mest forskjellige, og resultatene fra forforsøket gjennomgås og diskuteres med dommerne. De egenskapene som er mest egnet for prosjektets problemstilling blir valgt ut og bestemt før hovedprosjektet starter.

Hovedforsøket utføres av hver dommer individuelt, vanligvis mens de sitter i separate båser. Standard sensorisk praksis er for eksempel koding av prøver, lik mengde prøvemateriale, kontroll på belysning i bedømmelsesrommet og rensing av munnen mellom prøver. Det er anbefalt at de samme prøvene blir servert mer enn en gang til alle dommerne for å gi større sikkerhet i den statistiske analysen.

Data fra forsøket analyseres statistisk ved hjelp av variansanalyse og multivariate statistiske teknikker, som Principal Component Analyse (PCA) (Se også Kap Multivariat statistisk analyse og «PCA- og PLS-kart»3.7), der data kan visualiseres i et kart over prøver og egenskaper. Det er viktig at dommerne i panelet kan gjenta sine bedømmelser slik at forskeren kan kontrollere hver enkelt paneldeltagers bedømmelse, men også panelet som helhet.

Panelets prestasjon bør kontrolleres gjennom:

- a) den individuell dommers evne til å skille mellom prøvene
- b) den individuell dommers evne til å gjenta sin bedømmelse
- c) enighet mellom dommerne
- d) panelets evne til å skille mellom prøvene
- e) panelets evne til å gjenta sin bedømmelse.

Selv om det er lagt ned mye trening av dommere og panelet som helhet, vil dommerne benytte ulike deler av skalaen for sine bedømmelser. Dermed anses ikke den absolutte skalaverdien som viktig. Det er de relative forskjellene mellom produkter som gir verdifull informasjon.

Beskrivende analyse står fortsatt som den mest omfattende, fleksible og nyttige sensoriske metoden, og gir detaljert informasjon om alle produktets sensoriske egenskaper.

3.2 Vanninnhold

I analysesammenheng skiller man mellom ferskvekt (FW) og tørrvekt (DW) av en plante. I ferskvekt inngår vannmengde, biomasse, mineraler og metaller, mens tørrvekt er ferskvekt uten vanninnhold.

Totalt vanninnhold i en plante er veldig avhengig av vekstbetingelser (klimatiske forhold, gjødsling) men også hvilken del av planten man ser på, utviklingsstadiet og modenhet. Vanninnhold er også avhengig av plantens konstitusjon, f.eks. vil grønnkål vanligvis ha et lavere vanninnhold enn hodekål. Det angis i g/100 g ferskvekt. Siden vanninnholdet er avhengig av mange faktorer, kan det variere mye fra dag til dag (og time til time), og økninger i vanninnholdet har ofte en fortynningseffekt på innholdsstoffer i planten. Tørrvekten er derimot mer stabil og henger hovedsakelig sammen med plantens utviklingsstadium. Derfor angis målte verdier i vitenskapelige publikasjoner vanligvis basert på tørrvekt. Referanseverdiene for matvarer (Matvaretabellen) baserer seg derimot på ferskvekt og har måltidsporsjoner (100 g ferskvekt) som grunnlag.

I denne rapporten vil derfor de fleste verdier angis både per tørrvekt og per ferskvekt. Her vil verdien per tørrvekt si noe om sorten eller behandlingen hadde en plante-fysiologisk effekt, mens verdi per ferskvekt vil ha utsagn om betydningen i kontekst av et måltid eller helse. I tillegg forventes vanninnhold å ha en sammenheng med sensoriske egenskaper som sprøhet, hardhet, saftighet, og indirekte, gjennom fortynningeffekter, med f.eks. brennende smak, søt smak etc.

3.3 Sukker

I prosjektet ble det analysert de løselige sukkerartene (Total soluble sugars) fruktose, glukose og sukrose. Innholdet av løselige sukkerer varierer med sort, modningsgrad, lagringstid og lagringsbetingelser ¹⁴. Løselige sukkerer er beskrevet å øke i kål når planten får tilgang til vann under hodedannelse ⁵ og ved nitrogenmangel, men ikke ved svovelmangel ¹⁵. Løselige sukkerer kan øke under spesielle dyrkingsforhold, f.eks. som en del av kuldetoleransen og energilageret når planten utsettes for frost ¹⁶.

I tillegg finnes det en rekke sukkerarter som er bundne i kjemiske forbindelser som glukosinolater, flavonoider og fiber. Blant flavonoidene er det noen som er kjent for å gi bidrag til søt smak, men det er vanskelig å finne kvantitative data på dette.

3.4 Vitamin C

Vitamin C (askorbinsyre) har viktige fysiologiske funksjoner både i planten og i kroppen, og rent kjemisk virker forbindelsen som en antioksidant og brukes derfor som et tilsetningsstoff i matvarer. I mennesker er vitamin C viktig bl.a. for opptak av jern fra ikke-animalske kilder, for produksjon og vedlikehold av bindevev, og for beskyttelse av øyne mot skader påført av sollys. Også i plantene har vitamin C antioksidant-virkning, bidrar til opptak av jern og korrekt funksjonalitet av kloroplastene under fotosyntesen. Vitamin C bidrar til plantevekst, bl.a. som kofaktor i syntesen av plantehormonet etylen som er involvert i modningsprosessene.

Kålvekster kan være en viktig kilde til inntak av vitamin C. Daglig anbefalt inntak er 75 mg for voksne og noe mindre for barn ¹⁷. Det er stor variasjon, opptil 4 ganger forskjell i innhold mellom kåltyper, men også rapporter på stor variasjon mellom sorter ¹⁸.

Vitamin C-produksjon i planten blir påvirket av temperatur og lysintensitet, nitrogenmengde og vannmengde i vekstperioden ¹⁹, men den største variasjonen er avhengig av sort ²⁰⁻²¹. Generelt er mengden vitamin C høyere jo høyere lysintensitet planten har mottatt, og jo lavere gjennomsnittstemperaturen og spennet mellom laveste og høyeste temperaturen har vært gjennom vekstperioden (brokkoli ²²). Gjødning med høyere nitrogenmengde førte til redusert vitamin C innhold i noen typer planter (f.eks. hodekål, ²³) sannsynligvis gjennom en fortynnings- og/eller skyggeeffekt som følge av økt bladmasse. Vitamin C innhold minket med høyere vanntilførsel (brokkoli, ¹⁹). Modenhet ved høsting kan også påvirke vitamin C innhold i plantene (brokkoli, ²⁴). Lagring og prosessering påvirker også vitamin C i stor grad, noe vi ikke kommer inn på i dette prosjektet.

Analyse av Vitamin C omfatter begge de bioaktive formene av vitaminet, dvs. både L-askorbinsyre (AA) og dehydroaskorbinsyre (DHAA), der summen av disse er total askorbinsyre (TAA), som er vitamin C. I noen publikasjoner er ikke dette gjort, så innholdet av «Vitamin C» kan være misvisende gjengitt. I prosjektet KålSmak er vitamin C konsekvent målt som total askorbinsyre (TAA).

Bruk av «referanseverdi» fra Matvaretabellen. Vitamin C verdier målt kan sammenlignes med referanseverdien for vitamin C som er oppgitt i Matvaretabellen. Referanseverdien er en gjennomsnittsverdi av målinger gjort i forskjellige studier over tid. Verdiene for blomkål og grønnkål stammer fra analyser av grønnsaker gjennomført av Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet og Statens næringsmiddeltilsyn i 1993 og 1995 i Norge, uten at originalkilden var tilgjengelig. Verdiene for hodekål og rødkål stammer fra Sveriges Livsmedelsverket av analyser av svenske og importerte grønnsaker ²⁵⁻²⁶. Verdiene av spisskål stammer også fra en analyse av det svenske Livsmedelsverket, men kilden som er angitt i Matvaretabellen kunne ikke spores. Det var ikke angitt i noen av kildene hvilke sorter som ble analyserte.

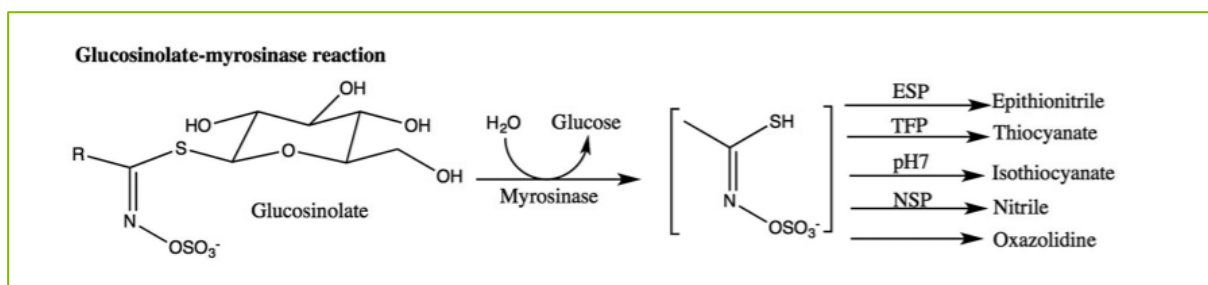
Referanseverdien har selvfølgelig også en biologisk variasjon, men den er ikke angitt i Matvaretabellen. Ved diskusjonen av verdiene bør det også tas hensyn til at grønnsaker kjøpt i butikk, som sannsynligvis danner grunnlaget for næringsmiddeltablene, påvirkes av transport og lagring og har sannsynligvis lavere verdier av f.eks. vitamin C enn kålen som ble analysert i prosjektet med optimal transport, lagring og hurtig infrysing. Analyser i matvaretabellen kan også være påvirket av ulikt vanninnhold, da vanninnholdet nok ikke er målt i samme prøver som det er målt vitamin C. Man kan lese mer her: https://www.matportalen.no/verktoy/matvaretabellen/om_tabellverdiene_i_matvaretabellen.

3.5 Glukosinolater

Glukosinolater og planters naturlige forsvarssystem. Glukosinolater (forkortes GLS) er en gruppe svovelholdige fytokjemikalier som i hovedsak finnes i planter i kål og sennepsfamilien (Brassicaceae)²⁷. Vi har valgt å ha søkelys på denne stoffgruppen i dette prosjektet da GLS bidrar sterkt til kålveksters lukt, smak og helsemessige kvalitet. GLS er ikke et bestemt stoff som man kan slå opp i Matvaretabellen, slik som vitaminer og mineraler.

GLS kan brytes ned kjemisk og enzymatisk til sterkt smakende stoffer. Disse fikk i sin tid betegnelsen «sennepsoljer» og brukes synonymt for isothiocyanater (ITCs). Disse ITC-stoffene virker som naturlige pesticider som skal beskytte frø og plante overfor angrep. Det er en genetisk variasjon mellom planter hvilke GLS de produserer, og det finnes ca. 140 kjente strukturer av GLS, men i den enkelte plante finner man gjerne et antall på 10-20, noen som ofte dominerer og noen i små mengder. Dette fordi GLS dannes fra et utvalg aminosyrer ved hjelp av enzymer i biokjemiske synteseveier i plantecellene. Nivået av GLS i en kålvekst bestemmes i hovedsak av plantetype og sort²⁸, men miljøfaktorer under vekstsesongen spiller også inn, samt postharvest faktorer som lagring og prosessering²⁹⁻³⁰.

For å gå litt mer i detaljer, så har GLS samme kjernestruktur, men varierer i en sidekjede, og grupperes derfor etter type sidekjede (alifatiske, aromatiske, indoliske)³¹. I tillegg til glukosinolater i cellene har planten adskilte «myrosinceller» som inneholder enzymer som kalles myrosinaser (beta-D-thioglucosidaser). Når myrosinceller og vanlige planteceller blir ødelagt f.eks. under insektangrep, kommer enzymene i kontakt med GLS og spalter raskt av sukkeret (glukose) i GLS. Sidekjeden blir så omdannet til bioaktive forsvarsstoffer (**Feil! Fant ikke referanse(kilde)n.**). Disse stoffene er isothiocyanater (ITC), nitriler, og epithionitriler (EPT), og noen av dem er flyktige (aromastoffer) og spiller en viktig rolle i kommunikasjonen mellom plante og insekter og forsvar mot insekter³². Hvilke «forsvarsstoffer» som dannes er avhengig av flere faktorer, bl.a. surhetsgraden (pH)²⁷. Se også under «Aromastoffer».



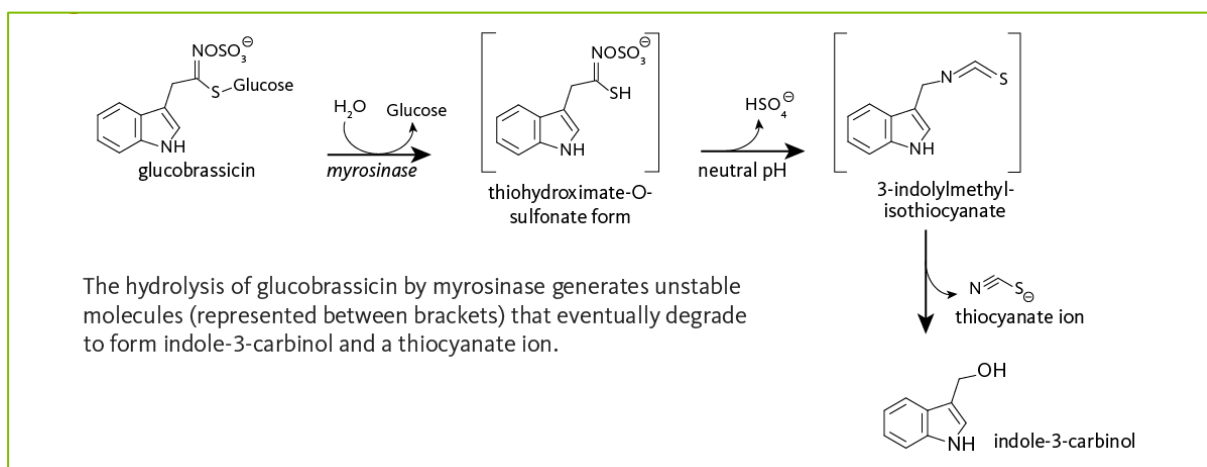
Figur 1 Glukosinolater med ulike sidekjedder (R), brytes ned til ulike metabolitter vha. enzymet myrosinase. Figur fra Bell et al Mol. Nutr. Food Res. 2018, 62¹.

Glukosinolater og helseeffekter. Glukosinolater (GLS) påvirker både sensorisk og helsemessig kvalitet av spiselige kålvekster. GLS er vist å ha både positive og negative helseeffekter. Sistnevnte ble allerede rapportert tidlig på 1900 tallet, da man så sammenhengen mellom dårlig dyrehelse og høyt inntak av kålvekster. Negative helseeffekter er spesielt knyttet til et spesifikt GLS, kalt for goitrin og som dannes fra progoitrin³³. Goitrine stoffer reduserer produksjonen av skjoldbruskhormoner, som T4 tyroksin, og kan gi struma³⁴. Progoitrin oppfattes også som veldig bittert¹, så dette er et GLS som man ønsker lavt innhold av. Progoitrin kan også dannes ved oksidasjon av et annet GLS som kalles gluconapin.

Sammenheng mellom grønnsaker og lavere risiko for flere sykdommer er vel kjent. World Cancer Research Fund (WCRF) og American Institute for Cancer Research (AICR) har gjennomgått forskning globalt som viser sammenheng mellom kålvekster og redusert kreftrisiko, men det er også noen studier som ikke finner klare sammenhenger. Dette forklares bl.a. med individuelle genetiske variasjoner og

grupper i befolkningen som responderer ulikt ³⁵⁻³⁶. Spesielt har vår tarmflora betydning for omdannelse og opptak av fytokjemikalier. Ettersom bakterieflora varierer mye mellom personer vil dette påvirke hvordan vi responderer på kostholdet. Her pågår forskning i dag.

Det er i de senere år publisert mye forskning knyttet til helseeffekter av GLS og GLS-rike grønnsaker ^{27, 37-41}. Det er isothiocyanater (ITC), som dannes fra GLS, som er vist å være de bioaktive stoffene ⁴². De kan dannes når kål kuttes opp, når rå kål tygges og/eller under fordøyelse der mikroflora i tarmen kan bryte ned GLS ⁴³. Man skal merke seg at varmebehandling av kål (over 70 °C) vil ødelegge myrosinase-enzymet, og man får da ikke dannet så mye av de bioaktive stoffene ⁴⁴. Varme bidrar også til å friggi (=tape) de flyktige bioaktive aromastoffene (=kållukten). Koking i vann vil føre til «utvasking» av GLS som så tapes med kokevannet.



Figur 2 Glucobrassicin, et indol-GLS, er det mye av i kålvekster, og det brytes ned til bioaktive stoffer, bl.a. indol-3-carbinol (I3C). Figur fra Linus Pauling Institute, Oregon State University: <https://lpi.oregonstate.edu/book/export/html/500>.

Isothiocyanater – helse og aromastoffer. Det er et komplekst spekter av kjemiske forbindelser som kan dannes fra alle de ulike glukosinolatene, og de kan grupperes etter kjemisk struktur. Isothiocyanater (ITC) kan som nevnt knyttes til gunstige helseeffekter gjennom å påvirke kroppens cellulære forsvarssystemer ⁴⁵. Andre grupper av stoffer er thiocyanater, nitriler og epithionitriler, som ser ut til å ha mindre gunstige effekter, men her er det fortsatt for lite forskning gjort til å konkludere ⁴⁶⁻⁴⁷.

ITC-forbindelsen sulforaphane er nok den mest kjente og omtalte i litteratur og mediaoppslag. Den dannes fra glucoraphanin (GRA), og er mye studert, og selges også som «helsekost». Allyl isothiocyanate, en av de mest studerte ITC-stoffene, dannes fra sinigrin (SIN), som det finnes relativt mye av i alle *Brassica oleracea* vekster, og mange studier viser krefthemmende og betennelsesdempende aktivitet i cellemodeller og i dyrestudier ⁴⁸⁻⁵⁰. Allyl ITC er vist å ha god biotilgjengelighet, opp mot 90 % ⁴⁸. Den andre store gruppen av stoffer er indoliske derivater som har opphav fra indol-GLS ⁵¹. Glucobrassicin (GBR) er det GLS det er mest av i hodekål, blomkål og bladkål, og det omdannes til indol-ITC som er ustabile og som omdannes videre til alkoholen indol-3-carbinol (I-3-C) (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**), også vist seg som krefthemmende ⁵²⁻⁵³.

Tabell 4 GLS identifisert og analysert i hodekål, blomkål og bladkål i prosjektet KålSmak.

	Navn	Kjemisk navn	Forkortelse	Type GLS
1	Gluciberin	3-(Methylsulfinyl)propyl GLS	GIB	Alifatisk
2	Progoitrin	2-Hydroxy-3-butenyl GLS	PRO	Alifatisk
3	Sinigrin	2-Propenyl GLS	SIN	Alifatisk
4	Glucoraphanin	4-(Methylsulfinyl)butyl GLS	GRA	Alifatisk
5	Gluconapin	3-Butenyl GLS	GNA	Alifatisk
6	Gluciberverin	3-(Methylthio)propyl GLS	GIBV	Alifatisk
7	4-Hydroksyglucobrassicin	4-Hydroxyindole-3-ylmethyl GLS	4HGB	Alifatisk
8	Glucorucin	4-(Methylthio)butyl GLS	GER	Indol
9	Glucobrassicin	Indole-3-ylmethyl GLS	GBR	Alifatisk
10	Gluconasturtiin	2-Phenylethyl GLS	GNAS	Indol
11	4-Metoksyglucobrassicin	4-Methoxyindole-3-ylmethyl GLS	4MEGB	Aromatisk
12	Neoglucobrassicin	1-Methoxyindole-3-ylmethyl GLS	NEOGB	Indol

3.6 Aromastoffer

Lukt og aroma. Luktstoffer er flyktige, dvs. «luft-løselige», kjemiske komponenter som pustes inn og treffer luktorganet i nesehulen. Der binder de, avhengig av deres kjemiske struktur, til spesialiserte reseptorer som gjennom nerveforbindelser utløser spesifikke luktinntrykk i hjernen. Noen luktstoffer utløser i tillegg en bestemt smak og betegnes derfor som aromastoffer (luft + smak = aroma). Siden det ikke finnes lukt- og/eller smaksinformatjon for alle stoffer, og de uten beskrivelse også potensielt kan ha smaksegenskaper, betegnes både luktstoffer og aromastoffer som aromastoffer i denne rapporten, men alle som ble analysert har til felles at de er flyktige.

Det er sammensetningen av ulike aromastoffer i forskjellig konsentrasjon som bestemmer en særskilt aroma til en plante. Alle deler av en plante, blad, blomster, frukt og røtter, sender ut flyktige stoffer som ansees å ha en rolle i plantens økologiske interaksjon, f.eks. som forsvar mot å bli spist eller for tiltrekning av pollinatorer⁵⁴. Fra et kjemisk ståsted er aromastoffer en veldig heterogen gruppe av stoffer. Biosyntetisk har de hyppigst forekommende aromastoffer blitt identifisert som nedbrytningsprodukter eller mellomledd av primærmetabolittene karbohydrater, fettsyrer og aminosyrer⁵⁵.

Aromastoffer i kål. I kål er det beskrevet mange svovelholdige aromastoffer, som sulfider, nitriler, og isothiocyanoater, i tillegg til alkoholer, aldehyder og ketoner. Det er også rapportert noen få terpen⁵⁶. Svovelholdige aromastoffer har biosyntetisk opphav i svovelholdige aminosyrer, methionine og cysteine. Disse blir brukt til bl.a. å danne glukosinolater, thiole, og sulfoksider. Sistnevnte brytes ned til di- og trisulfider, som også finnes bl.a. i løkvekster, og som er ansvarlig for kålens svovelaktige lukt. Enzymatisk nedbrytning av glukosinolater, som kun er funnet i planter i ordenen Brassicales, dvs. kålvekster, kapers, karse og papaya, fører til flyktige isothiocyanoater, thiocyanoater og nitriler som er ansvarlig for kålens sterke, brennende, wasabi-aktige lukt. Det er disse stoffene som skiller lukten av kål fra andre plantevekster fordi de utgjør en særskilt klasse aromastoffer. Flyktige isothiocyanoater har både lukt og smak, men det finnes også ikke-flyktige isothiocyanoater, f.eks. tidligere nevnt sulforaphane⁴², knyttet til gunstige helseeffekter. Det er f.eks. ikke kjent hvilken smak sulforaphane har, og det er motstridende rapporter om dens flyktighet^{1, 57-58}. Det finnes også isothiocyanoater som ikke er kjemisk stabile og derfor ikke opptrer som et aromastoff.

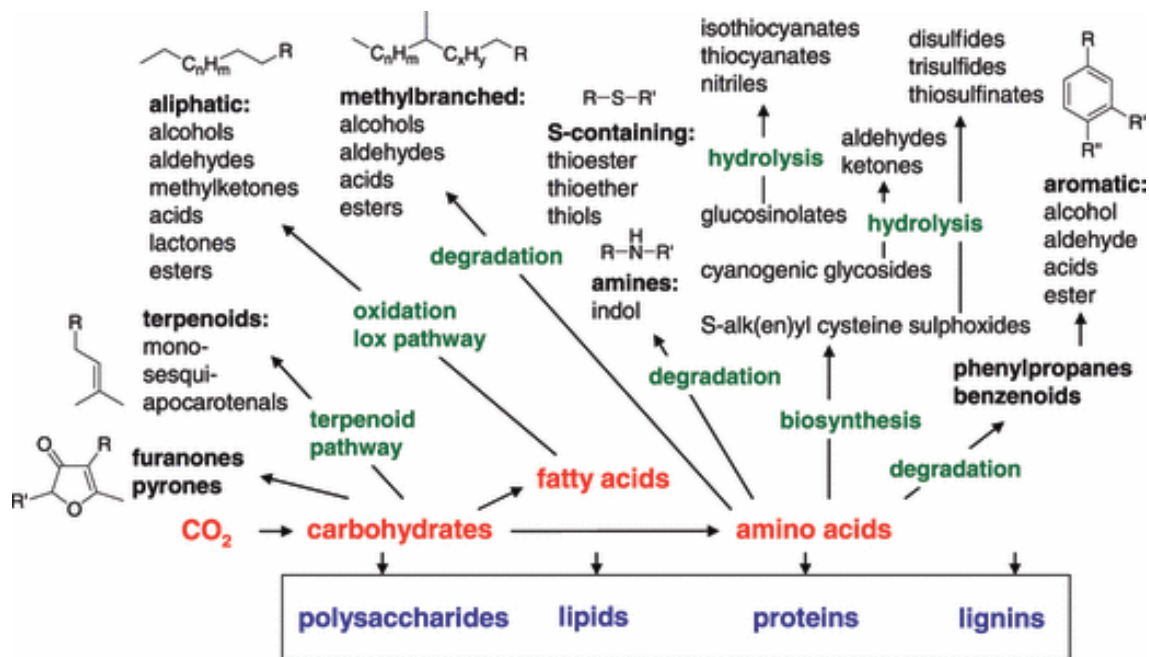
I tillegg finnes det en rekke aromastoffer i kål som også finnes i mange andre planter. Dette er alkoholer, aldehyder og ketoner som er produkter av enten fettsyrer eller aminosyrer, og som forekommer i de

fleste planter og oppstår når cellene i planten blir knust og kommer i kontakt med luft. F.eks. den velkjente lukten av nyklippet gress, en generell «grønn» lukt, føres tilbake til hexanal og 2-pentenal, som oppstår gjennom oksidasjon av fettsyrer som forekommer i celledisken i planteceller (Feil! Fant ikke referansesilden.). Noen av fettsyre- og aminosyre nedbrytningsproduktene har også brennende, stikkende lukt, dvs. det er ikke bare glukosinolat-nedbrytningsproduktene som er ansvarlig for det. Terpener, som det kun er funnet noen få forbindelser i små mengder i kål, er hovedsakelig kjent fra «aromatiske» planter som lavendel, rosmarin og salvie, gran og furu.

Lukterskel. Den laveste konsentrasjonen som mennesker kan lukte, kalles for lukterskel. Luktstoffer som er «løst» i luft har vanligvis lavere lukterskel enn luktstoffer som er løst i vann, da disse må diffundere ut av vannet før de kan oppfattes av nesen. Lukterskelen er temperaturavhengig, og aromastoffer er luktaktive med ulike lukterskel. Lukterskelen for f.eks. dimetyl-disulfid (DMDS), som har en «ubehagelig, hvitløkaktig» lukt, ligger på 0.001-3.5 mg/m³ luft (verdiene varierer med testmetode). Derimot ligger terskelen for propane på 2700-36000 mg/m³ ⁵⁹, men det finnes dessverre ikke data på lukterskelen for alle aromastoffer i kål. I tillegg har mennesker ulike evner til å kjenne lukt generelt og forskjellige luktstoffer spesielt, noe som hever eller senker lukterskelen for hvert enkelt aromastoff ⁶⁰.

Kompleksitet. Luktbeskrivelsen kan endre seg med konsentrasjonen ⁶¹. I kombinasjon kan forskjellige aromastoffer ha additive, subtraktive eller synergistiske effekter ⁶². Det betyr at to aromastoffer med «grønn» lukt, når de er blandet i lik konsentrasjon og har lignende lukterskel, ikke nødvendigvis lukter dobbelt så mye som hver enkelt lukt. Eller at to forskjellige aromastoffer, som hver for seg ligger under deteksjonskonsentrasjonen, kan gi en tydelig lukt når blandet sammen. Enkelte aromastoffer kan maskere lukten av en annen aromastoff, og lukten av en kombinasjon av to aromastoffer kan forandre luktkvaliteten som summen av de to aromastoffene teoretisk skulle ha hatt ⁶³.

Tolkningen av de kvantitative data fra analysene av flyktige stoffer i dette prosjektet har derfor vært veldig vanskelige, og det jobbes fortsatt med dette inn mot vitenskapelig publisering.



Figur 3 Oversikt over de hyppigst forekommende grupper av aromastoffer og deres biosyntetiske opphav. Figuren er fra ⁵⁵.

3.7 Multivariat statistisk analyse og «PCA- og PLS-kart»

Komplekse data med mange variabler, som er tilfelle i den kjemiske aromaanalysen og sensoriske analyser av mange egenskaper for hver prøve, analyseres med multivariat statistikk, og vises som såkalte PCA eller PLS kart.

PCA (Principal Component Analyse) og PLS (Partial Least Squares regression) er to forskjellige statistiske analyser, men resultatet (kartet) leses på samme måte: prøver som ligger nær hverandre har lignende egenskaper (i aromaanalysen betyr dette lignende konsentrasjon og sammensetning av aromastoffer), mens prøver som ligger langt fra hverandre er forskjellige. Kartet har to akser, der den horisontale/vannrette akse (PC-1) representerer den største forskjellen, og dernest den vertikale/loddrette akse (PC-2). Dette betyr at prøver som befinner seg i utkanten på høyre og venstre side av kartet er relativt mer forskjellige fra hverandre enn prøver som befinner seg i toppen og bunnen av kartet.

4 Hodekål – resultater fra sortsforsøkene

4.1 Feltforsøkene og informasjon om sortene

I løpet av 2016 gjennomførte vi tre feltforsøk med hodekålssorter, ett med tidligkål-, ett med høstkål-, og ett med vinterkålssorter. Totalt var 27 forskjellige hodekålssorter med i forsøkene (Tabell 5). Sortene ble valgt ut etter en grundig prosess hvor de fleste prosjektdeltakerne var involvert. Det ble lagt vekt på å ha med både velkjente sorter og ukjente sorter, og sorter med mulige andre egenskaper og bruksområder enn de som er i vanlig bruk i Norge nå. I tillegg ble det lagt vekt på å ha med sortsmateriale fra mange ulike sortseiere (frøfirma) for å ha størst mulig spredning i genetisk bakgrunn. Antallet sorter var begrenset av hvor mange kålprøver det sensoriske panelet kunne analysere pr dag for å kunne sammenlikne prøver innen en sesong.

Forsøkene ble lagt i hodekålfelt hos Gartnerhallen-produsenter som har lang erfaring med den aktuelle kulturen, og inne i deres produksjonsfelt. Feltverten utførte alt daglig stell av forsøksfeltet, mens etablering og all registrering ble utført av NLR-rådgiverne. NIBIO og NLR var ansvarlig for alle forsøksplaner, og NIBIO var ansvarlig for tallbehandling og resultatfremstilling av vekstdata etter forsøkene. Morgenen etter høsting i hver sesong ble hodekål, pakket i plastkasser, transportert med kjøletransport til Nofima. Dato for leveranser i 2016 var 20. juni (tidligkål), 5. september (høstkål) og 30. september (vinterkål).

En av sortene, Cambria, var med i alle tre forsøkene, og sorten Murdoc var med både i høst- og vinterkålforsøket. Dette ble gjort bl.a. for å ha et referansegrunnlag for sammenligning av resultater, spesielt smak og innholdsstoffer, mellom forsøkene. Dette var også to sorter som var interessante for å dyrke i utvidet sesong.

De tre feltforsøkene ble gjennomført på forskjellig sted i Norge, med ulikheter i jordtype, klimabetingelser og tid på året, og alt dette kan påvirke både smak og innholdsstoffer i kålsortene.

Tabell 5 Informasjon om hodekålssortene. Døgngrader er temperatursum fra planting til høsting, med basistemperatur 5 grader. T=tidlig-, H=høst- og V=Vintersesong

Sort nr./navn	Sesong	Sortseier	Farge	Form	Vekstdøgn angitt	Planter per ha	Sådato	Plantdato	Høstedato	Vekst-døgn	Døgn-grader	Kommentar	
T1	Jetma	T	Rijk Zwaan	hvit	rund	55	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	Hovedsort tidlig
T2	Constable	T	Clause	hvit	rund	55	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
T3	Parel	T	Bejo	hvit	rund	60	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	Hovedsort tidlig
T4	Cambria	T	Bejo	hvit	flat/rund	63	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
T5	Tourima	T	Rijk Zwaan	hvit	spiss	60-65	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
T6	Prestar	T	Takii	hvit	rund	45-50	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
T7	Point-1	T	Tozer	hvit	spiss	55	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
T8	CapeHorn	T	Sakata	hvit	spiss	50-55	44440	22.02.	19.04.	13.06.	55	398	
H1	Castello	H	Hazera	hvit	rund	80	50000	10.05.	16.06.	04.09.	80	885	Hovedsort konsum.
H2	Verdeco	H	Takii	hvit	rund	80-85	50000	10.05.	16.06.	04.09.	80	885	Castello-alternativ.
H3	Cambria	H	Bejo	hvit	flat/rund	63	50000	16.05.	22.06.	02.09.	73	798	Bejo fremmet denne som «helsesort»
H4	Dutchman	H	Hazera	hvit	spiss	75	50000	10.05.	16.06.	15.08	60	672	Kalt Duchman i prosjektet (derfor navn i figurer)
H5	Murdoc	H	Bejo	hvit	spiss	90	30000	29.04.	08.06.	11.+26.08.	64	709	Industri(salat). Noen hoder sto 2 uker til.
H6	Integro	H	Bejo	rød	rund	80-90	50000	29.04	08.06.	04.09.	88	959	
H7	GreenRich	H	Takii	hvit	flat	70	50000	10.05.	16.06.	30.08	75	833	
H8	Gunma	H	Bejo	hvit	flat	70-80	40000	10.05.	16.06.	02.09.	78	865	
H9	Cabbice	H	Hazera	hvit	flat/rund	75	40000	10.05.	16.06.	11.+26.08.	56	635	Tidligere enn ventet. Til industri. (Salatkål)
H10	StorMurdoc*	H	Bejo	hvit	spiss	90	30000	29.04	08.06	26.08	79	873	Murdoc som har stått i feltet 2 uker til.
H11	Sunny	H	Sakata	hvit	flat/rund	80	50000	10.05.	16.06.	30.08.	75	833	
H12	Clarissa	H	Bejo	savoy	rund	80-85	50000	10.05.	16.06.	04.09.	80	885	
V1	Bartolo	V	Bejo	hvit	rund	140	40000	05.04.	18.05.	22.09	127	1216	Hovedsort konsum
V2	Reaction	V	Bejo	hvit	rund	135	40000	05.04.	18.05.	22.09	127	1216	Konsum. Litt tidligere enn Bartolo.
V3	Bandolero	V	Bejo	rød	rund	140	40000	05.04.	18.05.	22.09	127	1216	Konsum/ industri
V4	Rodima	V	Rijk Zwaan	rød	rund	145	28000	05.04.	18.05.	28.9	133	1258	Konsum
V5	Erdeno	V	Hazera	hvit	rund	135	28000	05.04.	18.05.	15.9	120	1160	Hovedsort til industri. Går ut av sortement 2020
V6	Flexima	V	Rijk Zwaan	hvit	flat/rund	135	28000	05.04.	18.05.	28.9	133	1258	Industri
V7	Cambria	V	Bejo	hvit	flat/rund	65	40000	11.05.	20.06.	15.9	87	870	
V8	Murdoc	V	Bejo	hvit	spiss	90	28000	29.04.	07.06.	15.9	100	984	
V9	PinkStar	V	Syngenta	rosa	rund	115-120	28000	29.04.	07.06.	28.9	113	1082	Industri/ snitt
V10	Wirosa	V	Bejo	savoy	rund	145	40000	05.04.	18.05.	22.9	127	1216	

*Erstattet Salidor, hvit/flat (Syngenta) som var moden for tidlig for sensorisk testing. I stedet ble Murdoc stående i feltet og høstet 2 uker senere enn resten og fikk navnet StorMurdoc

4.2 Vekstegenskaper – hodekål

v/ Ingunn Vågen og Gerd Guren

Vekstegenskapene som presenteres i den følgende delen av rapporten er kvalitative og kvantitative data for ytre kvalitet og fysiske egenskaper ved sortene (se metodebeskrivelse kap. 6.1). Sammen med alle sensoriske og kjemiske analyser gjennomført av Nofima, bidrar de til å gi et så fullstendig bilde som mulig av hver enkelt sorts egnethet til ulike formål.

For alle sortsforsøkene er det viktig å huske at resultatene viser data fra ett enkelt forsøk på ett sted i kun ett år. Det er derfor ingen absolutt fasit på sortenes egenskaper.

Resultater fra de tre sortsforsøkene med hodekål presenteres ut fra dyrkingssesong. De fleste av egenskapene har blitt registrert i alle forsøkene, mens andre bare er utført i ett eller to av feltene. For eksempel vurderte vi det som mindre relevant å registrere sprekking i felt ved utsatt høsting etter hovedhøsting i vinterkålfeltet.

I hvert forsøk har vi tatt med sorter av ulik type, farge og bruksområde. Derfor viser resultatene også store variasjoner i egenskaper mellom mange av sortene. Som en konsekvens av dette er det statistisk sikker forskjell mellom sortene for nesten alle registrerte egenskaper. Det er derfor også gjort multipl sammenligningstest av sortene for hver egenskap, angitt med bokstaver bak verdiene i resultattabellene. Disse gjør det lettere å se hvilke av sortene som er statistisk sikkert forskjellige fra hverandre.

Noen av egenskapene kan inngå i vurdering av økonomisk potensiale av enkeltsorter. For eksempel vil egenskapen «plantestørrelse» si om en sort er liten og kompakt, eller omfangsrik og plasskrevende. Er sorten liten av vekst, er det plass til flere planter pr arealenhet, og det vil påvirke avlingsnivået. Stengelprosent sier hvor lang den indre stengelen i kålen er, i prosent av total høyde på kålhodet. For vinterkål er denne verdien spesielt viktig, siden det er vinterkålssorter som brukes til produksjon av surkål.

4.2.1 Tidligkål

Feltvert: Karine Huseby, Tjølling

Gjennomføring av forsøket: NLR Viken v/ Hans Håkon Helmen og Torgeir Tajet

Nærmeste værstasjon: Tjølling

Forgrøde: Hvete

Forsøksfeltet i tidligkål ble lagt i et felt med sorten Parel på siltjord i Tjølling i Vestfold (nå Vestfold og Telemark). Åtte sorter var med i forsøket, blant disse tre sorter av spisskål og en flatrund sort. Jetma er hovedsort i tidligkålproduksjon i Norge, og Parel, som har litt lengre utviklingstid, blir også mye dyrket. Alle sortene i forsøket ble plantet og høstet samtidig, med unntak av noen ekstra hoder av Cambria, som fikk stå to dager lenger før de ble høstet.

Vekstegenskaper er vist i Tabell 6 og Tabell 7. Parel, Jetma og spisskålssorten CapeHorn hadde de tyngste hodene i forsøket (Tabell 6, Figur 4). Spisskålssortene Point-1 og Tourima var de letteste. Tourima er en antatt litt senere sort, og kan ha vært litt for lite utviklet da den ble høstet. Mange av sortene i forsøket var nye i testing i Norge, og vi hadde kun sortseierens angitte krav til veksttid å forholde oss til. I praksis stemmer ikke angivelsen av veksttid alltid under norske forhold. I tillegg til hodevekt, kan også den indre tettheten (fasthet) til hodene være en indikator for hvor utviklet en sort er. Hoder som ikke er ferdig utviklet kan ofte ha lav tetthet og føles løse, mens ferdig utviklede hoder vil

være tette og faste. Dette er likevel ikke alltid regelen. I dette forsøket var Tourima en av sortene med høyest tetthet, samtidig som den hadde de letteste hodene. Cambria og Prestar hadde også høy score for tetthet, mens Constable, Point-1 og CapeHorn hadde lavest tetthet (Tabell 6).

Alle sortene hadde god jamnhet i felt, dvs jamne i form og størrelse. Kun Cambria skilte seg negativt ut ved litt større ujamnhet i utvikling. Til gjengjeld hadde Cambria den beste scoren for friskhet, som omfatter sykdomstegn, bladrandskade og «solbrenthet». Cambria ble også vurdert til å ha mest utvendig grønnfarge, sammen med Tourima og Point-1. Hovedsortene Jetma og Parel hadde lysere utvendig grønnfarge, sammen med Constable og Prestar. Jetma, Constable og til dels Parel hadde også ganske lys innvendig farge. Tourima hadde mørkest innvendig farge, etterfulgt av Cambria, CapeHorn og Point-1 (Tabell 6).

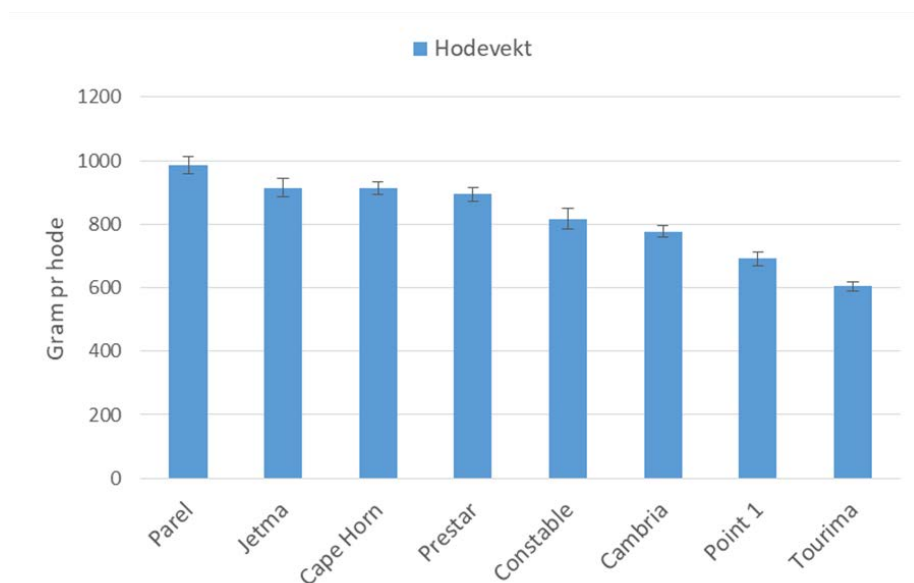
Tabell 6 Variansanalyse (GLM) og Tukey's eller Duncan's multiple sammenligningstest for vekstegenskaper i tidligkålsortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. For egenskapene vekt, innvendig og utvendig farge og tetthet er Duncan's metode for gruppering brukt i stedet for Tukey's på grunn av ulikt antall observasjoner mellom sortene eller manglende enkeltdata. Ved vurderinger på skala fra 1–9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/ intensitet/positiv egenskap. En del av egenskapene ble ikke vurdert for Cambria som fikk stå lenger i feltet (T9). n=3 for alle egenskaper unntatt tetthet (n=15), og vekt pr hode (n=75).

		Jamnhet		Friskhet		Innvendig farge		Utvendig farge		Hodetetthet	Vekstdøgn	Vekt pr hode			
Sort nr./navn		1 – 9		1 – 9		1 – 9		1 – 9		1 – 9	d		g		
T1	Jetma	7.0	ab	6.7	c	4.3	c	6.0	bcd	5.8	b	55	b	915	ab
T2	Constable	7.0	ab	6.3	c	4.3	c	5.3	d	4.9	c	55	b	817	c
T3	Parel	7.0	ab	6.7	c	5.0	bc	5.7	cd	5.5	b	55	b	986	a
T4	Cambria	5.3	b	8.7	ab	7.0	ab	8.0	a	6.9	a	55	b	777	c
T5	Tourima	7.3	a	7.0	c	8.0	a	7.0	ab	7.0	a	55	b	604	e
T6	Prestar	7.3	a	6.0	c	5.0	bc	5.3	d	7.2	a	55	b	894	b
T7	Point-1	6.3	ab	7.3	bc	6.7	abc	7.0	ab	5.1	c	55	b	692	d
T8	CapeHorn	7.3	a	7.3	bc	7.0	ab	6.7	bc	4.7	c	55	b	915	ab
T9	Cambria senere	5.7	ab	9.0	a							57	a	674	de
P-verdier (sorter)															
Tidligkål		0.0085		<0.0001		0.0121		0.0006		<0.0001		<0.0001		<0.0001	

Det var store forskjeller på plantestørrelsen, dvs. hvor omfangsrike plantene var i feltet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Prestar, Jetma, Parel og Constable hadde mer småvokste planter enn de øvrige sortene.

Størrelsen på indre stengel er en viktig kvalitetsegenskap, og mye stengel reduserer spiselig andel av kålhodet. Til industriell bruk, som f.eks kuttet salat, er det også ønskelig med kort indre stengel. CapeHorn hadde kortest indre stengel av sortene, mens Cambria og Point-1 hadde lengst (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Når man vurderer indre stengel i prosent av total hodehøyde, kommer Tourima og CapeHorn best ut med hhv. 29 og 31 %, fulgt av Parel med 35 % (verdier ikke vist i tabell). Cambria har det høyeste forholdstallet, 48 %. I hovedsorten Jetma er forholdstallet mellom stengel og hode 39 %.

Det ble gjort vurdering av hodeform i feltet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**), etter en klassifisering hvor 1-3 er flatrund, 4-6 er rund, og 7-9 er høyrund. Cambria, som er oppgitt fra sortseier til å være flatrund, fikk score 5, altså rund. Spisskålsortene fikk score 8 og 9.



Figur 4 Vekt av enkelthoder av tidligkålsortene. Antall hoder (n) varierer mellom 40 og 75, da sprukne hoder ikke ble vurdert, og enkelte sorter hadde mange sprukne hoder.

En utfordring med tidligkålsorter er sprekking i felt ved utsatt høsting. For å vurdere hvor sterke sortene er mot sprekking ble 10 kålhoder fra hver forsøksrute fulgt i 3 uker etter hovedhøstingen hvor hoder ble sendt til Nofima for analyse. Sprekking ble strengt bedømt i forsøket, og hodene ble registrert som sprukne selv om det kun var små ytre sprekker. Allerede ved hovedhøsting var rundt halvparten av hodene sprukket i sortene Jetma og Prestar, som er blant de antatt tidligste sortene i forsøket. Constable, Point-1 og CapeHorn ble antatt like tidlige, men hadde langt færre sprukne hoder ved hovedhøsting, og kunne også stå lenger i feltet før alle hodene sprakk (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Tourima sto to uker etter hovedhøsting før den begynte å sprekke, og det kan styrke inntrykket av at denne sorten ble høstet litt for tidlig. Cambria tålte veldig godt utsatt høsting. Etter 3 uker hadde kun 7 % av hodene sprukket (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Den er jo ikke av de aller tidligste sortene, men er likevel oppgitt til å være bare noen få dager senere enn Parel, som hadde 100 % sprekking etter 2 uker.

Tabell 7 Variansanalyse (GLM) og Tukey's eller Duncan's multiple sammenligningstest for egenskaper i tidligkål-sortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. For egenskapene indre stengel, hodehøyde og hodeform er Duncan's metode for gruppering brukt på grunn av ulikt antall observasjoner mellom sortene eller manglende enkeltdata. Ved vurderinger på skala fra 1 – 9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/intensitet/positiv egenskap.

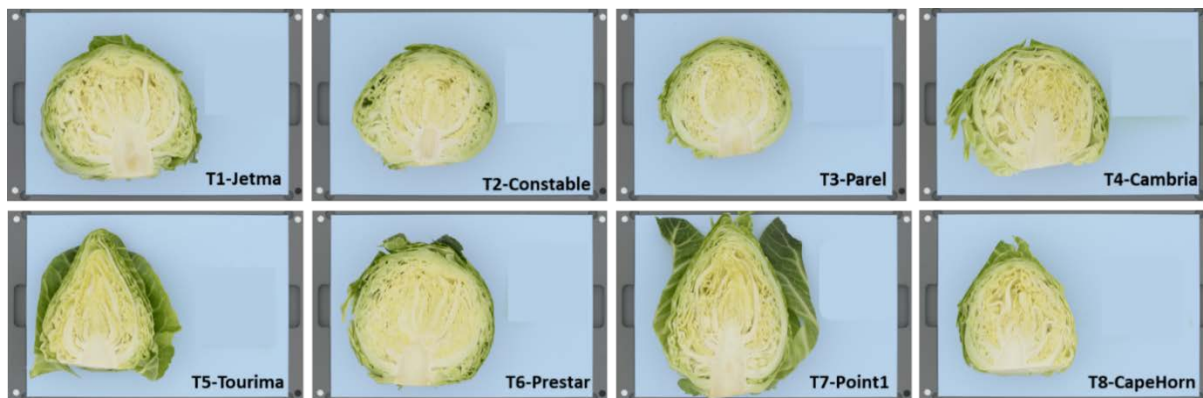
Sort nr./navn	Plantestørrelse*		Indre stengel		Hodehøyde		Hodeform**		Sprukne hoder, %				
	1 – 9		cm		cm		1 – 9		v/ høsting	1 uke	2 uker	3 uker	
T1 Jetma	4.3	b	5.2	bc	13.4	b	4.5	f	53	90	100	100	
T2 Constable	5.0	b	5.0	bc	12.5	c	4.5	f	13	70	97	100	
T3 Parel	4.7	b	4.8	bc	13.4	b	5.7	c	23	70	100	100	
T4 Cambria	7.3	a	6.4	a	13.2	b	5.0	e	0	0	0	7	
T5 Tourima	7.0	a	4.7	bc	16.5	a	9.0	a	0	0	30	23	
T6 Prestar	3.3	b	5.5	b	13.6	b	5.4	d	53	83	100	100	
T7 Point-1	8.0	a	6.5	a	17.1	a	9.0	a	0	0	53	80	
T8 CapeHorn	7.3	a	4.3	c	13.9	b	8.0	b	17	50	90	100	
P-verdier (sorter)													
Tidligkål	<0.0001		<0.0001		<0.0001		<0.0001		0.0008		<0.0001	<0.0001	<0.0001

* Plantestørrelse: 1=bladfattig kompakte planter 9=storvokst plante med mange store blad

** Hodeform: 1-3=flatrund 4-6=rund 7-9=høyrund

Tabell 8 Kort sammendrag av vekstegenskaper for tidligkål-sortene i feltet.

Sort nr.	Sortsnavn	Farge/form	Sammendrag av vekstegenskaper
T1	Jetma	Hvit rund	Høy hodevekt. Lysere utvendig grønnfarge. Utsatt for sprekking. Høstet for sent?
T2	Constable	Hvit rund	Løse hoder, men god vekt. Sprekker lett
T3	Parel	Hvit rund	Høy hodevekt, middels faste hoder. Sprekker lett.
T4	Cambria	Hvit flat/rund	Faste hoder. Kraftige friske planter. Veldig sterk mot sprekking. Mye innvendig grønnfarge og kraftig ytre grønnfarge. Den mest ujevne sorten i tidligforsøket.
T5	Tourima	Hvit spiss	Lette men tette hoder. Mye indre farge og kraftig ytre grønnfarge. Sterk mot sprekking.
T6	Prestar	Hvit rund	Faste hoder. Høy hodevekt. Små planter. Utsatt for sprekking. Høstet for sent?
T7	Point-1	Hvit spiss	Ganske løse hoder. Kraftige friske planter. Moderat sterk mot sprekking. Kraftig ytre grønnfarge
T8	CapeHorn	Hvit spiss	God hodevekt, men løse hoder. Ikke så spiss form. Kraftige friske planter. Utsatt for sprekking.



Bilde 1 Foto av tidligkålsortene. Tilfeldig utvalgt hode fra dem som ble sendt til Nofima. Størrelsen av den blå platen som kålen ble fotografert på: A4, 210 mm x 297 mm. Se Tilleggsinformasjon for alle bilder. Foto: Nofima

4.2.2 Høstkål

Feltvert: Anders Hørthe, Sylling

Gjennomføring av forsøket: NLR Viken v/ Hans Håkon Helmen

Nærmeste værstasjon: Lier

Forgroede: Babyleaf-salat

Forsøksfeltet med sorter av høstkål ble lagt inne i et felt av sorten Castello på leirjord i Sylling i Buskerud (nå Viken). Castello er hovedsort innen høstkål i Norge. Det var med 12 sorter i forsøket, både runde, flate og spisse hvite sorter, en rød sort og en savoy-sort (Tabell 5). Siden det var spenn i forventet veksttid mellom sortene, ble sortene sådd og plantet ut til ulik tid for å forsøke å få alle sortene høstklare samtidig (Tabell 5). Det ble likevel nødvendig å høste sortene til ulike tider, der tidligste høsting var 11. august, og den seneste 4. september. Sortene ble lagret på kjølelager hos feltvert inntil transport til Nofima.

Sorten Salidor, som på forhånd var oppgitt til å være en spesielt søt sort, ble høstklar mye tidligere enn forventet, og måtte høstes tidlig, sammen med Murdoc og Cabbice. Salidor viste seg å ha svært dårlig holdbarhet på lager, og begynte allerede å bli dårlig før de andre sortene i feltet ble høstet og sendt til Nofima for analyser. Det ble derfor bestemt at denne sorten ikke skulle gå videre til kjemiske og sensoriske analyser. Salidor er likevel med i resultatdelen for vekstegenskaper, og er den sorten som scorer høyest av alle på indre grønnfarge (Tabell 9, Figur 5). Kanskje den er interessant for industri eller er verdt å prøve som tidligsort?

En del av plantene i forsøksrutene med sortene Murdoc (stor spisskål) og Cabbice (stor flat hvitkål), som ble høstet tidlig, fikk også stå to uker lenger i feltet med tanke på vurdering for bruk i industri, og er angitt som «StorMurdoc» og «StorCabbice» i tabellene med vekstegenskaper.

NB: Fordi Salidor er med i resultatene for vekstegenskaper, men ikke i videre analyser, kan det være forskjellig nummerering av sortene i resultatene for sensorikk/kjemi. Hoder fra StorMurdoc inngikk også i sensoriske og kjemiske analyser.

Vekstegenskaper er vist i Tabell 9 og Tabell 10. Antall vekstdøgn fra planting til sorten ble vurdert som høstklar varierte fra 56 til 88 dager i feltet (Tabell 9, Figur 6). Til sammenligning ble sortene i tidligkålfeltet høstet etter 55 dager. En vesentlig forskjell er likevel at døgntemperaturene var mye høyere i dyringsperioden for høstkålen, så sortene i høstfeltet har fått flere døgngader (Tabell 5).

Cabbice og Salidor ble høstet etter 56 dager, mens rødkålen Integro var den seneste, med 88 dager. Hovedsorten Castello ble høstet etter 80 vekstdøgn.

Flere av vekstegenskapene ble vurdert på en skala fra 1 til 9, hvor 9 som hovedregel er best, sterkest, mest positiv bedømming (Tabell 9, Figur 5). Cabbice hadde best score for jamnhet i felt (8.7), mens GreenRich (5.3), Gunma (6.0) og Castello (6.0) hadde lavest score. Det var mindre forskjeller i friskhet (9=fri for sykdomstegn, bladrandskade og «solbrenthet»), hvor Cabbice hadde best score med 8.3 og Salidor og Castello hadde lavest score med 6.0. Det var bare disse sortene som hadde statistisk sikker forskjell i friskhet. Det var større forskjeller mellom sortene i utvendig og innvendig farge. Savoykålsorten Clarissa (9.0) hadde klart sterkest utvendig farge, mens Castello (6.0) og Gunma (6.3) hadde lyseste farge. Clarissa hadde også sterk innvendig farge (8.0), men Salidor hadde aller høyest score (9.0). Castello hadde lavest score også på innvendig farge (6.0), fulgt av Murdoc og Gunma (6.7).

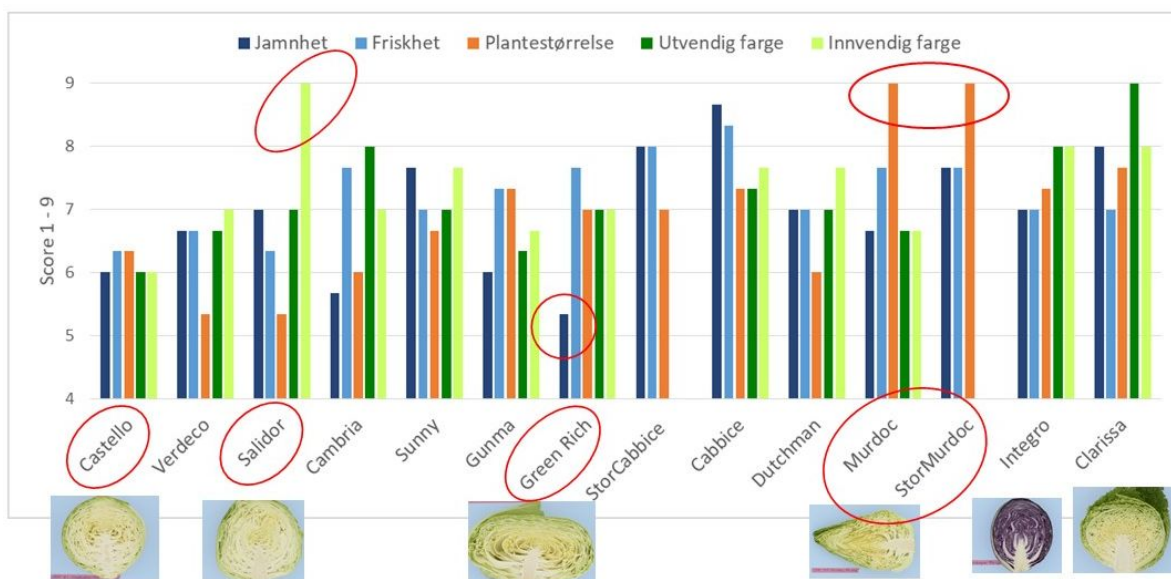
Tabell 9 Variansanalyse (GLM) og Tukey's multiple sammenligningstest for egenskaper i høstkålsortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. For egenskapene vekt og avling er Duncan's metode for gruppering brukt i stedet for Tukey's på grunn av ulikt antall observasjoner mellom sortene eller manglende enkeltdata. Ved vurderinger på skala fra 1 – 9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/intensitet/positiv egenskap. En del av egenskapene ble ikke vurdert for Murdoc og Cabbice som fikk stå lenger i feltet (H13 og H14). n=3 for alle egenskaper unntatt vekt pr hode og avling som har n=72-75 for alle sortene ved hovedhøsting, og n=33 og n=35 for H13 Murdoc og H14 Cabbice som fikk stå lenger i feltet.

Sort nr./navn	Jamnhet		Friskhet		Innvendig farge		Utvendig farge		Plante-størrelse*		Vekstdøgn	Vekt pr hode	Avling beregnet			
	1 – 9		1 – 9		1 – 9		1 – 9		1 – 9		d	g	t / daa**			
H1 Castello	6.0	cd	6.3	b	6.0	d	6.0	e	6.3	cde	80	b	1768	c	8.840	c
H2 Verdecò	6.7	bcd	6.7	ab	7.0	bcd	6.7	cde	5.3	e	80	b	1472	e	7.360	e
H3 Cambria	5.7	cd	7.7	ab	7.0	bcd	8.0	b	6.0	ed	73	f	1433	e	7.166	e
H4 Dutchman	7.0	bc	7.0	ab	7.7	bc	7.0	cd	6.0	ed	60	i	867	g	4.337	gh
H5 Murdoc	6.7	bcd	7.7	ab	6.7	cd	6.7	cde	9.0	a	64	h	988	f	2.965	i
H6 Integro	7.0	bc	7.0	ab	8.0	ab	8.0	b	7.3	bc	88	a	1588	d	7.942	d
H7 GreenRich	5.3	d	7.7	ab	7.0	bcd	7.0	cd	7.0	bcd	75	e	1786	c	8.932	c
H8 Gunma	6.0	cd	7.3	ab	6.7	cd	6.3	de	7.3	bc	78	d	1398	e	5.592	f
H9 Cabbice	8.7	a	8.3	a	7.7	bc	7.3	bc	7.3	bc	56	j	1079	f	4.314	gh
H10 Salidor***	7.0	bc	6.3	b	9.0	a	7.0	cd	5.3	e	56	j	848	g	4.240	h
H11 Sunny	7.7	ab	7.0	ab	7.7	bc	7.0	cd	6.7	bcd	75	e	1413	e	7.064	e
H12 Clarissa	8.0	ab	7.0	ab	8.0	ab	9.0	a	7.7	b	80	b	961	fg	4.806	g
H13 StorMurdoc	7.7	ab	7.7	ab					9.0	a	79	c	3357	a	10.072	b
H14 StorCabbice***	8.0	ab	8.0	ab					7.0	bcd	71	g	2909	b	11.634	a
P-verdier (sorter)																
Høstkål	<0.0001		0.0066		<0.0001		<0.0001		<0.0001		<0.0001	t	<0.0001		<0.0001	

* Plantestørrelse: 1=bladfattig, kompakt plante; 9=storkvokst plante med mange store blad

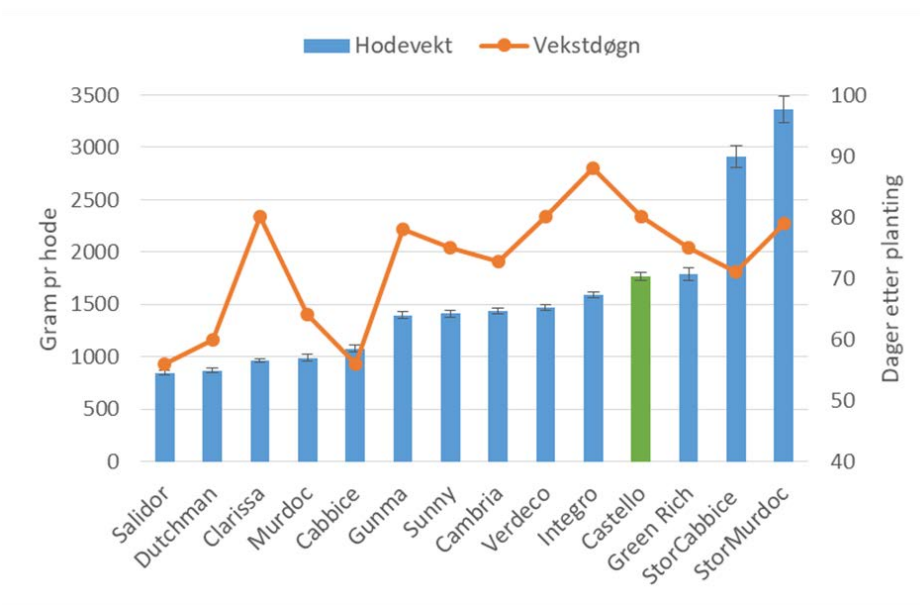
** t/daa = kg/m²

*** Ikke med i sensorikk og kjemi



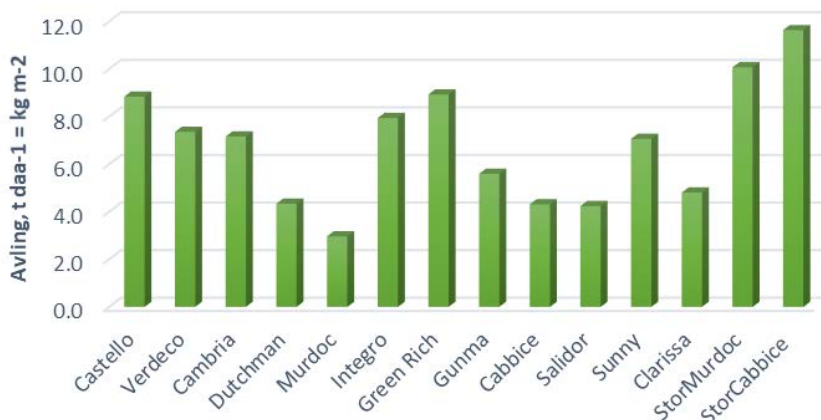
Figur 5 Kvalitetsvurdering av høstkålsorter i forsøk 2016, med score for jamnhet, friskhet, plantestørrelse og utvendig og innvendig farge. Sortene er sortert etter type, i rekkefølge: Runde hvite, flate hvite, spisse hvite, røde og savoy. Enkelte sorter og egenskaper er uthevet med sirkler og omtalt i teksten. Ved vurderinger på skala fra 1 – 9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/intensitet/positiv egenskap. En del av egenskapene ble ikke vurdert for Murdoc og Cabbice som fikk stå lenger i feltet. n=3.

Det var store forskjeller i hodevekt mellom sortene (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Sortene som ble høstet til vanlig tid varierte fra 848 g pr hode for Salidor til 1786 g for GreenRich. Murdoc og Cabbice som fikk stå to uker lenger i feltet økte hodevekten med henholdsvis 2369 g og 1830 g sammenlignet med hovedhøstingen (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Enkelte sorter av hodekål kan danne store hoder hvis de har god nok plass, mens andre sorter har begrenset hodestørrelse uansett hvor god plass de får. Det var kjent på forhånd at Murdoc hadde potensiale til å danne store hoder. Den ble derfor plantet med større avstand mellom plantene, slik at man hadde 3000 planter pr dekar, mot 5000 pr dekar som er vanlig for Castello og de fleste andre høstkålsorter. De flate sortene GreenRich og Gunma ble plantet med 4000 planter pr dekar. Når man vurderer avlingspotensialet til en sort, må det derfor tas hensyn til både hodevekt og plantetall. Selv når man kompenserer for plantetall pr dekar, er Murdoc og Cabbice med 2 uker lengre veksttid i en særklasse avlingsmessig (**Feil! Fant ikke referansekilden., Feil! Fant ikke referansekilden.**). Av sortene som ble høstet til normal tid hadde Castello og GreenRich høyest beregnet avling, fulgt av rødkålen Integro (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Murdoc høstet til vanlig tid hadde den laveste beregnede avlingen i forsøket. Murdoc var også den mest omfangsrike sorten i forsøket, både til hovedhøstetid og ved utsatt høsting. Clarissa (savoy) var også storvokst, mens Verdeco og Salidor var de mest småvokste i forsøket (**Feil! Fant ikke referansekilden.**).



Figur 6 Vekt av enkelthoder av høstkålsortene (blå/grønne søyler), og antall vekstdøgn (oransje punkt). Hovedsorten Castello er markert med grønn farge. $n=72-75$ for alle sorter, unntatt Murdoc og Cabbice hvor $n=60$ ved hovedhøsting, og $n=33$ for StorMurdoc og $n=35$ for StorCabbice som fikk stå lenger i feltet. Sortene vises sortert etter stigende hodevekt.

Beregnet avling høstkål



Figur 7 Beregnet avling av høstkålsortene. Verdiene er produkt av plantetall pr dekar og vekt av registrerte enkelthoder. $n=72$ for alle sorter, unntatt Murdoc og Cabbice hvor $n=60$ ved hovedhøsting, og $n=36$ for StorMurdoc og StorCabbice som fikk stå lenger i feltet.

Det ble gjort vurdering av hodeform for alle sortene i feltet (**Feil! Fant ikke referanseilden.**), etter en klassifisering hvor 1-3 er flatrund, 4-6 er rund, og 7-9 er høyrund. For spisskålsortene kunne man sagt høy og spiss heller enn høyrund. Spisskålsortene Murdoc og Dutchman fikk naturlig nok score 9.0, og hadde også de klart høyeste hodene i forsøket med henholdsvis 25.8 og 24.7 cm (**Feil! Fant ikke referanseilden.**). Blant de flate sortene var GreenRich den aller flateste med score på 1.0, og hodene var bare 12.1 cm høye. Cabbice og Gunma hadde også score som klassifiserer dem som flate. Sunny og Cambria fikk score som runde sorter (hvh. 4.3 og 5.6), og Salidor som høyrund (7.0), til tross for at de på forhånd var oppgitt til å være flate eller flatrunde sorter. De fleste sortene hadde hoder som var mellom 14 og 18 cm høye.

Ved høsting ble fem hoder fra hver forsøksrute gjennomskåret, og lengden av indre stengel ble målt. Korteste indre stengel ble målt i sorten GreenRich, som ikke er så overraskende, siden den også hadde de laveste hodene i feltet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Lengst indre stengel hadde sortene Verdeco og Cambria. Når indre stengel vurderes i prosent av total hodehøyde, er det fortsatt Verdeco som er høyest, med 58 %, fulgt av Clarissa (52 %), Cambria (47 %) og Castello (46 %) (ikke vist i tabell). Akkurat som i tidligkålfeltet, var det spisskålsortene som hadde kortest stengel i prosent av hodehøyde, med 22 % i Dutchman og 24 % i Murdoc.

Hodetettheten varierte også mye mellom sortene. De tre runde sortene Castello, Verdeco og rødkålen Integro skiller seg ut med mye tettere hoder enn de øvrige sortene (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Cambria, GreenRich, Dutchman og savoykålen Clarissa er i mellomsjiktet, mens de resterende flate sortene hadde ganske løse hoder. Salidor hadde de aller løseste hodene i feltet. Det er likevel lite sannsynlig at sorten ble høstet på et for tidlig stadium, da den allerede en uke etter hovedhøsting fikk en del sprukne hoder i felt, og noen hoder begynte å råtne. For å vurdere hvor godt sortene holder seg i felt ved utsatt høsting, ble 9 kålhoder fra hver forsøksrute fulgt i 3 uker etter hovedhøstingen. Det ble gjort vurdering av sprekking og andre feil hver uke, og summert hvor mange hoder som fortsatt var salgbare. Ved høsting varierte andelen salgbare hoder mellom 85 og 100 %. Integro, Clarissa, Gunma, Castello og Cambria hadde nær 100 % salgbare hoder fortsatt etter 3 uker. Dutchman og Salidor skilte seg ut ved veldig dårlig holdbarhet i felt (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). For Dutchman var det sprekking som var hovedproblemet, mens det for Salidor var en kombinasjon av sprekking og andre feil.

Tabell 10 Variansanalyse (GLM) og Tukey's multiple sammenligningstest for egenskaper i høstkålsortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. Ved vurderinger på skala fra 1-9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/intensitet/positiv egenskap. n=15 for alle egenskaper unntatt salgbare hoder, hvor n=3.

Sort nr./navn	Hodetetthet				Indre stengel		Hodehøyde		Hodeform*		Salgbare hoder, %			
	1 – 9				cm	cm	cm	cm	1 – 9		ved høsting	1 uke	2 uker	3 uker
H1	Castello	7.8	a	7.9	b	16.8	d	5.1	e	96	96	96	96	
H2	Verdeco	7.9	a	8.9	a	15.3	ef	5.2	de	93	93	93	93	
H3	Cambria	5.7	b	8.6	ab	18.1	bc	5.6	d	100	100	100	100	
H4	Dutchman	5.1	c	5.5	de	24.7	a	9.0	a	96	41	11	16	
H5	Murdoc	4.0	e	6.1	cde	25.8	a	9.0	a	89	76	74	-	
H6	Integro	7.8	a	6.6	c	17.1	bc	7.7	b	100	100	100	100	
H7	GreenRich	6.0	b	4.3	f	12.1	h	1.0	h	85		81	57	
H8	Gunma	4.4	de	6.5	c	14.1	g	3.1	g	93	100		100	
H9	Cabbice	4.0	e	5.8	cde	15.1	fg	3.0	g	85	95	92	-	
H10	Salidor**	3.0	f	6.4	cd	18.8	b	7.0	c	93	33	30	-	
H11	Sunny	4.5	d	5.5	e	16.3	de	4.3	f	89		89	81	
H12	Clarissa	5.2	c	7.9	b	15.2	efg	4.1	f	100	100	100	100	
P-verdier (sorter)														
Høstkål		<0.0001		<0.0001		<0.0001		<0.0001		0.8336	<0.0001	<0.0001	<0.0001	

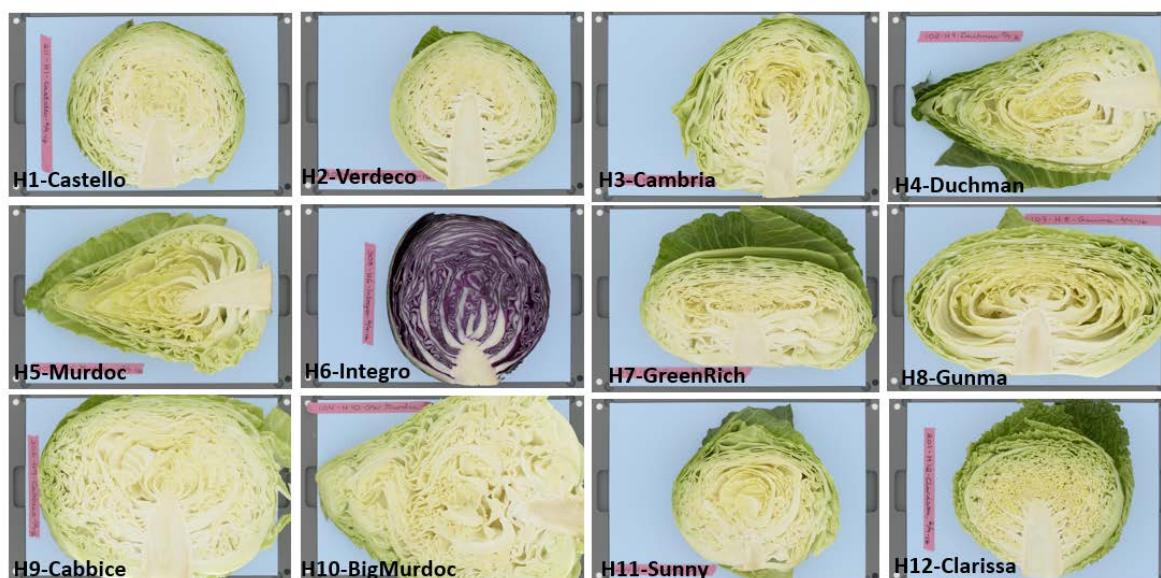
* Hodeform: 1-3=flatrund 4-6=rund 7-9=høyrund

**Ikke med i sensorikk og kjemi, ble erstattet med Murdoc som sto lengre i felt (H10 Stor/Big Murdoc) som gikk til sensorikk/kjemi.

Tabell 11 Kort sammendrag av vekstegenskaper for høstkålsortene

Sort nr. / navn	Farge/form	Sammendrag av vekstegenskaper	
H1	Castello	Hvit rund	Hovedsort til konsum. Høy avling. Faste, tunge hoder. Lys utvendig og invendig farge. Ganske lang indre stengel. Noe ujevn utvikling.
H2	Verdeco	Hvit rund	Castello-alternativ. Faste, ganske tunge hoder. Lang indre stengel. Småvokste planter.
H3	Cambria	Hvit flat/rund	Middels faste, ganske tunge hoder. Lang indre stengel.
H4	Dutchman	Hvit spiss	Lette, middels faste hoder. Utsatt for sprekking. Kort indre stengel.
H5	Murdoc	Hvit spiss	Lette, løse hoder høstet ved vanlig størrelse. Store kraftige planter. Blir veldig stor og tung ved utsatt høsting. Ganske lys indre farge.
H6	Integro	Rød rund	Sein. Faste hoder. Høy avling. Mye indre og ytre farge. Flott rød/hvit farge.
H7	GreenRich	Hvit flat	Tunge, middels faste hoder. Høy avling. Noe sprekking ved utsatt høsting (3 uker). Kort indre stengel. Noe ujevn utvikling.
H8	Gunma	Hvit flat	Middels hodevekt, løse hoder. Ganske lys ytre og indre farge. Noe ujevn utvikling.
H9	Cabbice	Hvit flat	Kort veksttid. Lette, løse hoder. Veldig god friskhet og jamnhet i utvikling. Blir veldig stor og tung ved utsatt høsting.
H10	Salidor**	Hvit flat	Kort veksttid. Lette og veldig løse hoder. Utsatt for sprekking. Småvokste planter. Veldig bra indre farge. Dårlig holdbarhet på lager.
H11	Sunny	Hvit flat	Middels hodevekt, løse hoder.
H12	Clarissa	Savoykål, grønn, rund	Lette, middels løse hoder. Veldig kraftigytte og indre farge.

**Ikke med i sensorikk og kjemi



Bilde 2 Foto av høstkålsorter. Tilfeldig utvalgt hode fra dem som ble sendt til Nofima. Størrelsen av den blå platen som kålen ble fotografert på: A4, 210 mm x 297 mm. Se Tilleggsinformasjon for alle bilder. Foto: Nofima

4.2.3 Vinterkål

Feltvert: Edvard Dahl, Stange

Gjennomføring av forsøket: NLR Innlandet v/ Eva Cecilie Gihle og Hanne Homb og Kjetil Mostue.

Nærmeste værstasjon: Ilseng

Forsøksfeltet med sorter av vinterkål ble lagt inne i et vinterkålfelt med sortene Storidor og Qualitona på Stange i Hedmark (nå Innlandet). 10 sorter var med i forsøket, som omfattet både hvite, røde og savoy, runde og spisse, og sorter beregnet både til konsum og industri (Tabell 5). Siden det var ulik forventet veksttid mellom sortene, ble sortene sådd og plantet ut til ulik tid i et forsøk på å få alle sortene høstklare samtidig (Tabell 5). Sortene måtte likevel høstes til ulike tider, men alt ble høstet innenfor er periode på 2 uker. Tidligste høsting var 15. september, og den seneste 28. september. Sortene ble plantet med ulik planteavstand, ut fra forventet krav til plass (Tabell 5). Til industri er det ofte ønskelig med store hoder, og noen av sortene danner større hoder når de har nok plass. Andre sorter får kompakte hoder, uavhengig av planteavstanden.

Sorten Cambria, som er med som et bindeledd mellom alle sesongforsøkene med hodekål, hadde som forventet kortest veksttid med 87 dager. Deretter følger Murdoc med 100 dager og Pink Star med 113. Hovedsorten Bartolo var høstklar etter 127 dager. De to seneste sortene var rødkålen Rodima og den hvite, flate industrisorten Flexima, med 133 dager (Tabell 12).

Erdeno og Murdoc hadde de største hodene i forsøket, med gjennomsnittlig vekt av enkelthoder på godt over 4 kilo (Tabell 12, Figur 8). Rodima, Flexima og Pink Star hadde hodevekt over 3 kilo. Felles for disse 5 sortene er at de ble plantet med større planteavstand enn de øvrige, og dette er selvfølgelig medvirkende til den større hodestørrelsen. Savoykålsorten Wirosa skilte seg ut med mye lavere hodevekt enn resten av sortene, på kun 1.3 kg i gjennomsnitt. Det samme så vi i høstkålfeltet, der savoykål var blant sortene med lavest hodevekt. Hovedforklaringen til det er bladstrukturen til savoykål, hvor de sterkt buklete bladene gjør at det blir mer luftig struktur på hodene. Dette reflekteres også i scoren for tetthet, hvor Wirosa har lavest score av alle sortene. Murdoc skiller seg også ut med lite tette hoder, mens rødkålsortene Bandolero og Rodima har de tetteste hodene (Tabell 12). Bartolo er også blant sortene med de tetteste hodene. Til tross for lette hoder, hadde savoykålen Wirosa de største plantene i feltet, i likhet med rødkålsorten Bandolero. Mest kompakt plantestørrelse hadde Cambria, som jo ikke er noen typisk vinterkålsort (Tabell 12, plantestørrelse).

Ved vurdering av jamnhet og friskhet i sortene hadde de fleste sortene ganske høy score, bortsett fra Murdoc som hadde lavere score for jamnhet i felt, Wirosa som hadde lavere score for friskhet, og Pink Star som scoret lavere for begge egenskaper (Tabell 12).

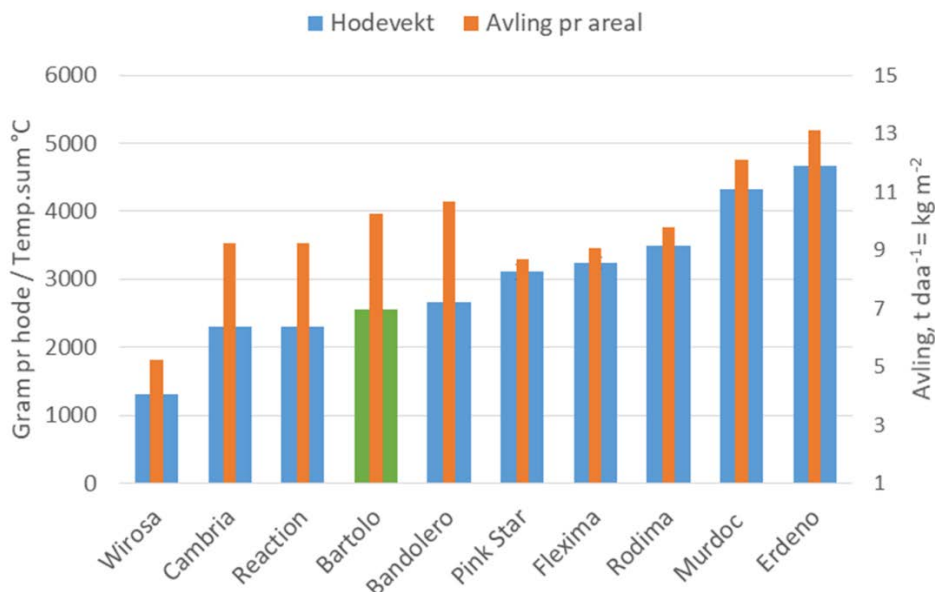
Tabell 12 Variansanalyse(GLM) og Tukey's multiple sammenligningstest for egenskaper i vinterkålsortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. For egenskapene vekt og avling er Duncan's metode for gruppering brukt i stedet for Tukey's på grunn av ulikt antall observasjoner mellom sortene eller manglende enkeltdata. Ved vurderinger på skala fra 1 – 9, er 9 mest/høyest og 1 minst/lavest score for størrelse/intensitet/positiv egenskap. n=3 for alle egenskaper unntatt vekt pr hode og avling som har n=54-72 for alle sortene ved hovedhøsting.

Sort nr./navn	Jamnhet		Friskhet		Tetthet		Plantestørrelse*		Vekstdøgn		Vekt pr hode		Avling beregnet	
	1 – 9	1 – 9	1 – 9	1 – 9	1 – 9	1 – 9	d	d	g	g	t / daa**	t / daa**		
V1 Bartolo	6.7 abc	8.0 a	7.3 ab	7.0	ab	127	b	2558	ef	10.234	c			
V2 Reaction	7.3 ab	7.7 ab	6.2 c	5.0	c	127	b	2309	f	9.238	de			
V3 Bandolero	6.0 bcd	7.0 abc	7.9 a	8.0	a	127	b	2666	e	10.663	c			
V4 Rodima	6.0 bcd	8.0 a	7.5 ab	7.0	ab	133	a	3493	c	9.781	cd			
V5 Erdeno	7.7 a	8.0 a	6.9 bc	7.0	ab	120	c	4675	a	13.090	a			
V6 Flexima	6.0 bcd	8.0 a	6.8 bc	5.3	bc	133	a	3242	cd	9.077	c			
V7 Cambria	7.7 a	8.0 a	6.7 bc	3.0	d	87	f	2308	f	9.232	de			
V8 Murdoc	5.3 cd	7.0 abc	4.4 d	7.0	ab	100	e	4320	b	12.097	b			
V9 PinkStar	4.7 d	6.3 c	6.2 c	6.0	bc	113	d	3108	d	8.704	e			
V10 Wirosa	6.0 bcd	6.7 bc	3.3 e	8.0	a	127	b	1304	g	5.214	f			
P-verdier (sorter)														
Vinterkål	0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001		<0.0001		<0.0001		<0.0001				

* Plantestørrelse: 1=bladfattig kompakte planter 9=storkvokst plante med mange store blad.

** t/daa = kg/m²

På grunn av ulik planteavstand for de enkelte vinterkålsortene, er det ikke nødvendigvis samsvar mellom største hoder og høyeste avling per arealenhet. Erdeno og Murdoc hadde både største hoder og høyeste beregnede avling, men deretter følger Bandolero og Bartolo, som begge har beregnet avling på over 10 tonn pr dekar (**Feil! Fant ikke referansekilden., Feil! Fant ikke referansekilden.**).



Figur 8 Vekt av enkelthoder (blå/grønne søyler, gram pr hode) av vinterkål-sortene, og beregnet avling pr areal (orange søyler, tonn pr dekar). Hovedsorten Castello er markert med grønn farge. Avling pr areal er produkt av plantetall pr dekar og vekt av registrerte enkelthoder n=54-72.

Hvor høyt kålhodet er plassert på planten har betydning for hvor lett hodene er å høste. I forsøket ble hodeplassering vurdert med en 1-9-skala, hvor 1 vil si at hodet sitter lavt ned mot bakken, og 9 vil si at hodet sitter høyt på planten. Av de hvite sortene satt hodet hos Flexima høyest (5.7), og Cambria lavest (3.0), mens hovedsorten Castello fikk score 5.0 (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). De røde og rosa sortene sitter alle høyt på planten (7.0 – 8.0), mens savoykålen Wirosa sitter lavt (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Det ble gjort vurdering av hodeform for alle sortene i feltet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**), etter en klassifisering hvor 1-3 er flatrund, 4-6 er rund, og 7-9 er høyrund. For spisskål-sortene kunne man sagt høy og spiss heller enn høyrund. Spisskål-sorten Murdoc fikk naturlig nok score 9.0, og hadde også de klart høyeste hodene i forsøket med 32.6 cm (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Bare savoykålen Wirosa score som klassifiserer den som flat. Flexima, Erdeno, Cambria, Reaction og Rodima fikk score som runde sorter, og Bartolo, Bandolero og Pink Star som høyrunde (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). De fleste sortene hadde hoder som var mellom 18 og 23 cm høye.

Ved høsting ble fem hoder fra hver forsøksrute gjennomskåret, og lengden av indre stengel ble målt. Korteste indre stengel ble målt i sorten Bandolero (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Lengst indre stengel hadde sortene Murdoc og Pink Star. Når indre stengel vurderes i prosent av total hodehøyde, er det hovedsorten Bartolo som er høyest, med 62 %, fulgt av Wirosa (60 %), Pink Star (60 %) og Cambria (55 %) (**Feil! Fant ikke referanse-kilden., Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Akkurat som i høstskålfeltet, var spisskål-sorten Murdoc blant de som hadde kortest stengel i prosent av hodehøyde, med 42 %. Det er likevel en vesentlig høyere verdi enn i høstskålforsøket (24 %). Lavest stengel i prosent av total hodehøyde hadde rødkål-sorten Bandolero (37 %) (**Feil! Fant ikke referanse-kilden., Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

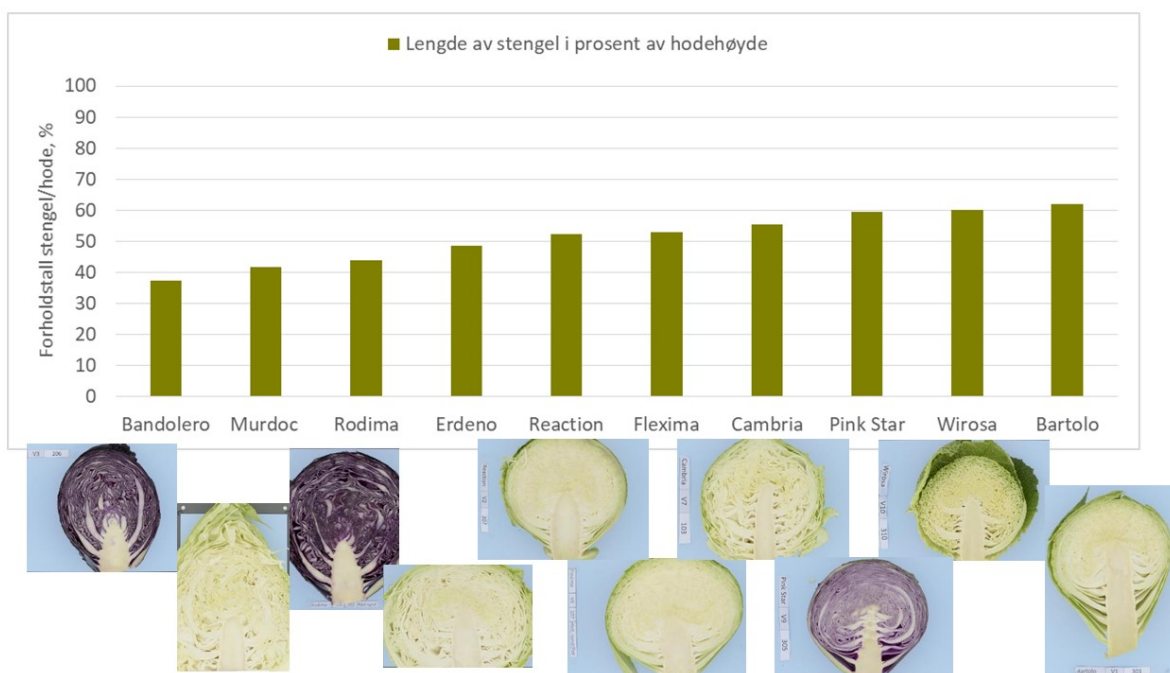
I forsøket registrerte vi også forekomst av sprukne eller løse hoder. Det var svært lav forekomst av dette, med unntak av sorten Murdoc, hvor det var en liten andel (8 %) sprukne hoder i feltet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Tabell 13 Variansanalyse (GLM) og Tukey's multiple sammenligningstest for egenskaper i vinterkålsortene. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. Vurderinger på skala fra 1 – 9 er forklart under tabellen. n=15 for alle egenskaper unntatt sprukne og løse hoder, hvor n=3.

Sort nr./navn	Hode- plassering*		Indre stengel		Hodehøyde		Stengellengde i % av hodehøyde		Hodeform**		Sprukne hoder	Løse hoder
	1 – 9		cm		cm		%		1 – 9		%	%
V1 Bartolo	5.0	d	12.3	ab	19.9	de	62.0	a	7.6	b	0	0
V2 Reaction	5.0	d	9.6	c	18.4	e	52.3	cd	6.3	cde	0	1
V3 Bandolero	8.0	a	7.8	d	20.8	cd	37.4	f	7.7	b	0	1
V4 Rodima	7.0	b	10.2	c	23.3	b	43.8	ef	6.9	bcd	0	0
V5 Erdeno	4.0	e	11.0	bc	22.6	b	48.6	de	5.1	ef	0	0
V6 Flexima	5.7	c	10.9	bc	20.5	d	52.9	bcd	4.5	f	0	0
V7 Cambria	3.0	f	10.7	c	19.3	de	55.4	abcd	6.0	de	1	0
V8 Murdoc	5.0	d	13.6	a	32.6	a	41.8	ef	9.0	a	8	0
V9 PinkStar	7.0	b	13.5	a	22.6	bc	59.6	abc	7.4	bc	0	0
V10 Wirosa	3.0	f	9.8	c	16.4	f	60.1	ab	3.1	g	0	0
P-verdier (sorter)												
Vinterkål	<0.0001 t		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.5516

* Hodeplassering: 1=hodet sitter lavt på planten 9=hodet sitter høyt på planten

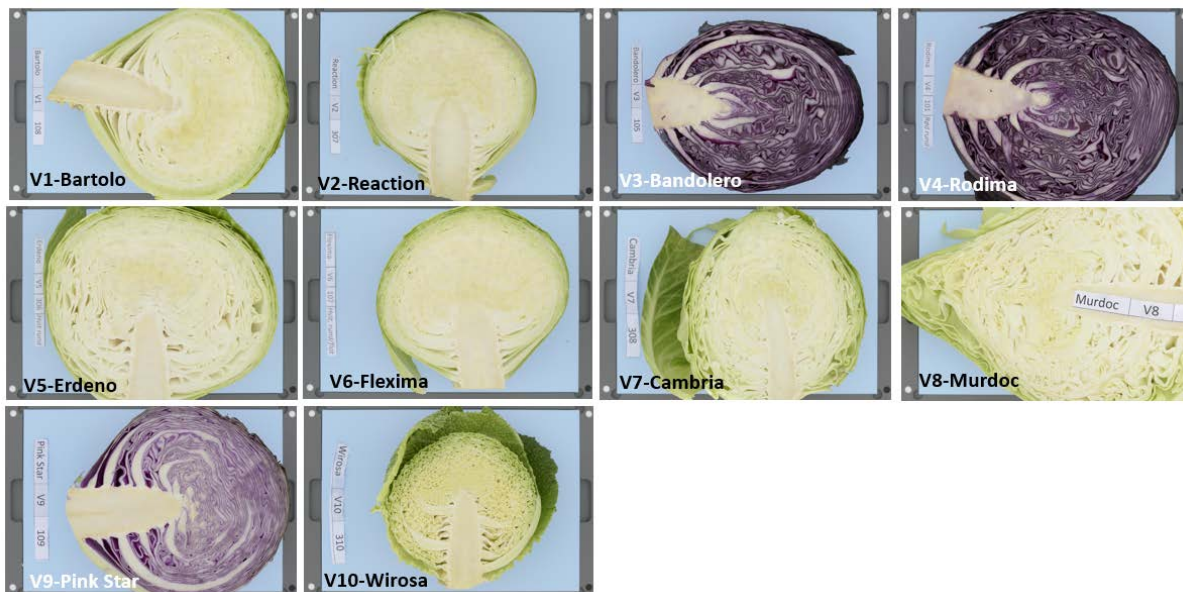
** Hodeform: 1-3=flatrund 4-6=rund 7-9=høyrund



Figur 9 Lengde av indre stengel i prosent av total hodehøyde i 10 sorter av vinterkål i 2016. Sortene er sortert etter stigende prosentandel. $n=15$. Alle foto: Nofima.

Tabell 14 Kort sammendrag av vekstegenskaper for vinterkålssortene.

Sort nr./navn	Farge/form	Sammendrag av vekstegenskaper
V1 Bartolo	Hvit rund	Middels store ganske faste hoder. Ganske god avling. Lang indre stengel.
V2 Reaction	Hvit rund	Kompakt konsumtype. Litt lette, middels faste hoder. Lav avling. Jevne, friske planter. Litt småvokste planter.
V3 Bandolero	Rød rund	Middels store, faste hoder. Ganske god avling. Kort indre stengel. Kraftige planter, høy hodeplassering.
V4 Rodima	Rød rund	Lang veksttid. Store, faste hoder. Kort indre stengel. Friske, middels kraftige planter, høy hodeplassering.
V5 Erdeno	Hvit rund	Store middels faste hoder, høy avling. Jevne, friske planter. Lav hodeplassering.
V6 Flexima	Hvit, rund-flat	Lang veksttid. Ganske store, ganske faste hoder. Litt lav avling (pga stor planteavstand?). Friske, litt småvokste planter. Hodet sitter høyest på planten av de hvite sortene.
V7 Cambria	Hvit rund-flatrund	Litt lette, middels faste hoder. Lav avling. Jevne, friske planter. Småvokste planter. Hodet sitter lavt på planten.
V8 Murdoc	Spiss hvit	Store løse hoder, høy avling. Litt sprekkning. Kort indre stengel (relativt sett). Noe ujevn utvikling.
V9 PinkStar	Rosa rund	Ganske store, middels faste hoder, høy hodeplassering. Ganske lang indre stengel. Noe ujevn utvikling.
V10 Wirosa	Savoykål, grønn rund	Lette, løse hoder. Lang indre stengel. Kraftige planter, lav hodeplassering.



Bilde 3 Foto av vinterkålssorter. Tilfeldig utvalgt hode fra dem som ble sendt til Nofima. Størrelsen av den blå platen som kålen ble fotografert på: A4, 210 mm x 297 mm. Se Tilleggsinformasjon for alle bilder. Foto: Nofima

4.3 Sensoriske egenskaper – hodekål

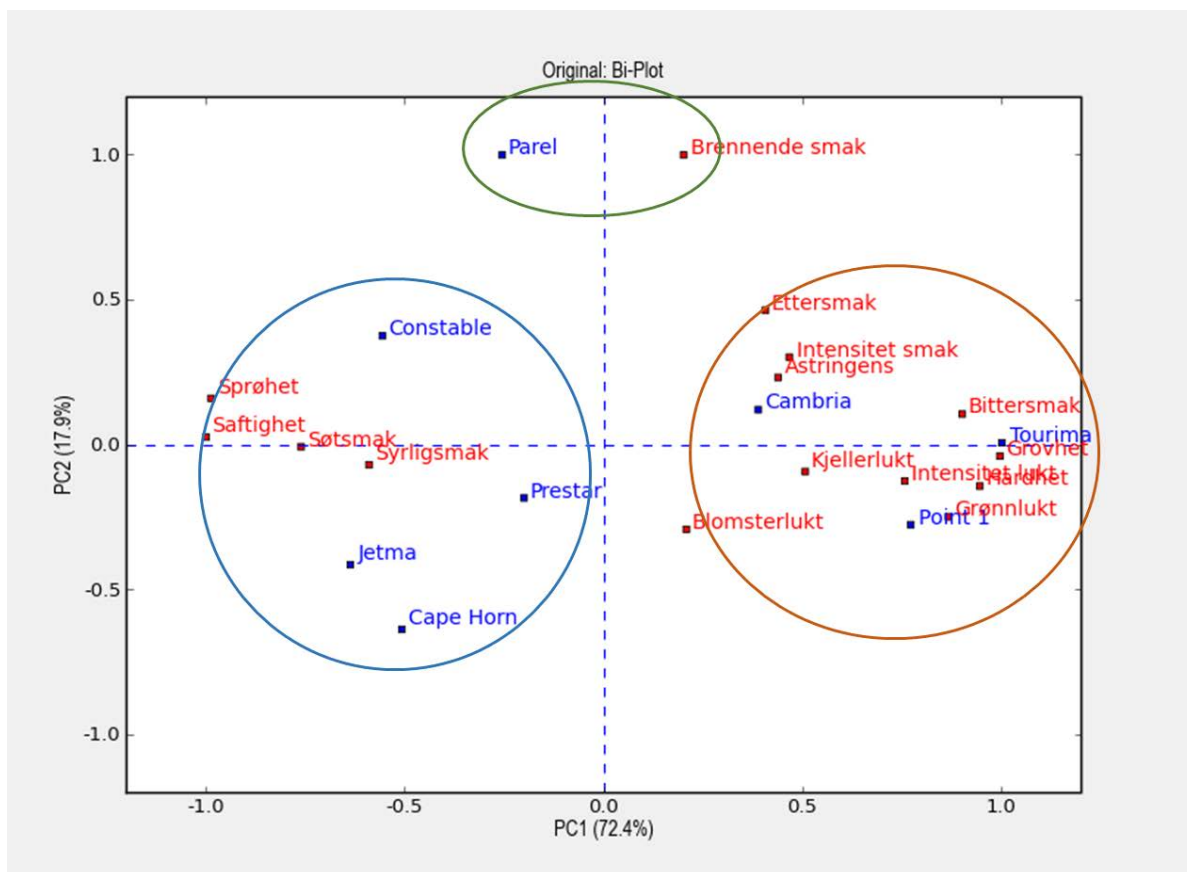
v/Kristine Svartebekk Myhrer og Paula Varela

I sortsforsøkene fra hver sesong (tidlig/sommer, høst og vinter) ble det gjennomført en beskrivende analyse (BA). Metodikk er beskrevet i kap 7.2. og 7.2.1 (Sortsforsøkene). Verdien for hver sort som omtales i følgende kapitler er gjennomsnitt av de sensoriske gjentakene for 10 dommere. Hvert sensorisk gjentak består av 3 kålhoder (fra hver rute i feltet). Informasjon om sortene finnes i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**

4.3.1 Tidligkål

PCA-kartet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**) viser de sensoriske egenskapene for tidligkålssortene. Prøver som ligger nær sensoriske egenskaper i kartet, er prøver som i høy grad innehar disse egenskapene. Samtidig har de i liten grad de egenskapene som ligger langt unna i kartet. Egenskapene som forklarer de største forskjellene i prøvematerialet er sprøhet, saftighet, syrligsmak og søt smak som er plassert til venstre i kartet, mens blant annet bittersmak, hardhet og grovhet og luktintensitet er plassert til høyre i kartet.

Tourima og *Point-1* har relativt mye av de kraftige lukt- og smaksegenskapene som total luktintensitet, grønnlukt og bittersmak. Sorten *Tourima* er hardest og grovest i strukturen. *Jetma*, *Constable* og *CapeHorn* er relativt like hverandre, og beskrives hovedsakelig med egenskapene søt, syrlig, saftig og sprø. Brennende smak drar i den vertikale retningen og er mest fremtredende i sorten *Parel*, men som fortsatt ligger til venstre i kartet.



Figur 10 PCA-kart (Bi-plot) av prøver og signifikante egenskaper for Tidligkål. 72.4 % av variasjonen forklares langs PC1 og 17.9 % forklares langs PC2. Vær oppmerksom på at skalaer ikke bør tolkes direkte, figuren illustrerer kun forholdet mellom prøver og egenskaper.

Det dannes tre klynger i PCA-kartet, her markert med ulike farger. Klynge 1 er *Constable*, *Prestar*, *Jetma*, og *CapeHorn*. Klynge 2 er *Cambria*, *Tourima* og *Point-1* den tredje klyngen er *Parel* som skiller seg fra de andre sortene.

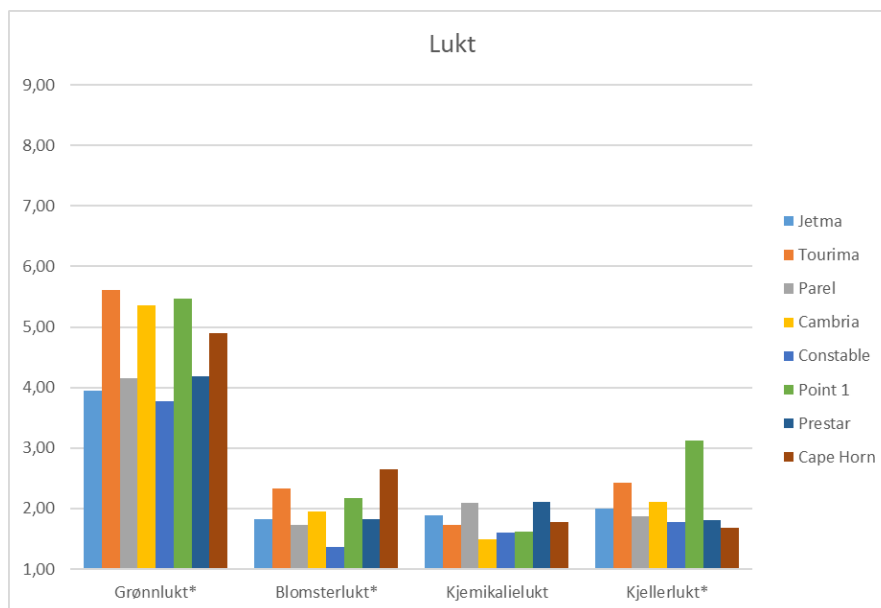
I den sensoriske analysen for tidligkålen viser resultatene i **Feil! Fant ikke referanseilden.** signifikante forskjeller mellom to eller flere av prøvene for 14 av 17 egenskaper. Sortene som hadde mildest smak er *Jetma*, *Constable*, *Prestar* og *CapeHorn*. *Jetma* hadde relativt høy intensitet av søt smak og saftighet, *Constable* for syrlig smak, søt smak og sprøhet, og *CapeHorn* for blomsterlukt, syrlig smak, sprøhet og saftighet. *Prestar* hadde ikke høyest intensitet for noen av egenskapene.

Tourima, *Cambria* og *Point-1* er mer smaksintense sorter. *Tourima* beskrives med relativt høy intensitet av grønnlukt, total smaksintensitet, bittersmak, ettersmak, hardhet, grovhet og astringens, mens for *Cambria* er det egenskapene grønnlukt, bittersmak og ettersmak og *Point-1* for grønnlukt, kjellerlukt og bittersmak. Det anmerkes at *Tourima* kan ha blitt høstet før den var fullmoden for å ha den tilgjengelig under sensoriske tester, noe som kan forklare dens laveste eller høyeste scoring på sensoriske egenskaper og dermed posisjon i utkanten av PCA-kartet.

Tabell 15 Variansanalyse(ANOVA) og Tukey's multiple sammenligningstest for tidligkålsortene. Det er her benyttet signifikant forskjell på 5 % nivå ($p=0.05$) angitt ned bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

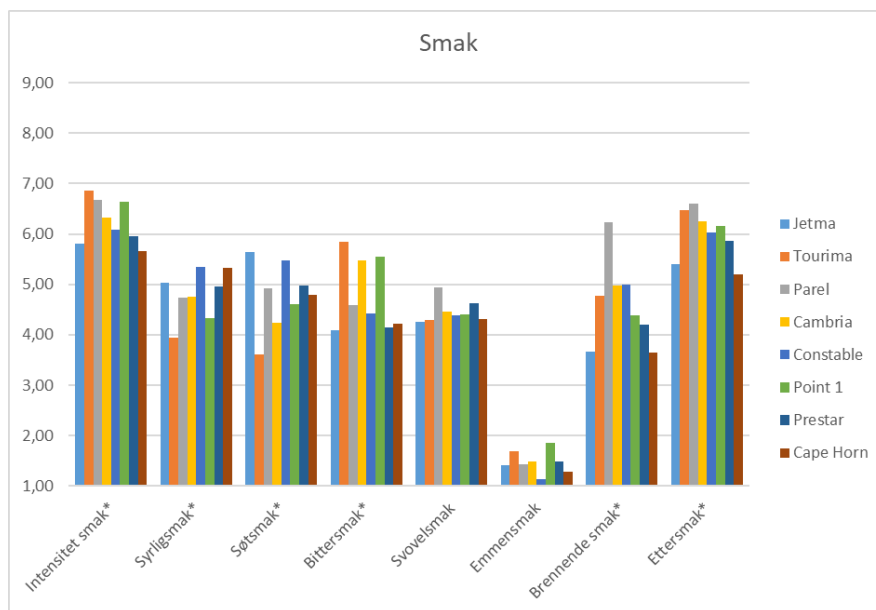
Egen-skaper	Jetma	Tourima	Parel	Cambria	Constable	Point-1	Prestar	Cape Horn	P-verdi
Grønnlukt	3.95 BC	5.61 A	4.16 BC	5.35 A	3.77 C	5.47 A	4.19 BC	4.90 AB	<0.001

	Blomster- lukt	1.82 AB	2.33 AB	1.73 AB	1.95 AB	1.37 B	2.17 AB	1.83 AB	2.64 A	0.029
	Kjemikalie- lukt	1.89 A	1.73 A	2.10 A	1.49 A	1.60 A	1.61 A	2.11 A	1.78 A	0.103
	Kjellerlukt	2.00 AB	2.42 AB	1.87 B	2.11 AB	1.78 B	3.13 A	1.81 B	1.68 B	0.007
SMAK	Intensitet smak	5.80 C	6.86 A	6.68 AB	6.32 ABC	6.09 BC	6.63 AB	5.95 C	5.66 C	<0.001
	Syrligsmak	5.03 AB	3.94 C	4.73 ABC	4.75 ABC	5.35 A	4.34 BC	4.95 AB	5.33 A	<0.001
	Søtssmak	5.65 A	3.62 C	4.93 AB	4.24 BC	5.48 A	4.60 B	4.98 AB	4.80 AB	<0.001
	Bittersmak	4.10 B	5.84 A	4.59 B	5.48 A	4.43 B	5.54 A	4.14 B	4.22 B	<0.001
	Svovelsmak	4.25 A	4.29 A	4.94 A	4.46 A	4.38 A	4.41 A	4.63 A	4.32 A	0.355
	Emmen- smak	1.42 A	1.70 A	1.43 A	1.49 A	1.13 A	1.85 A	1.48 A	1.29 A	0.211
	Brennende smak	3.67 CD	4.77 BCD	6.24 A	4.98 ABC	5.00 AB	4.38 BCD	4.20 BCD	3.64 D	<0.001
	Ettersmak	5.40 BC	6.48 A	6.60 A	6.25 A	6.02 ABC	6.15 AB	5.86 ABC	5.20 C	<0.001
TEKSTUR	Hardhet	3.85 D	5.63 A	3.80 D	4.74 BC	3.91 D	5.36 AB	4.38 CD	3.86 D	<0.001
	Sprøhet	5.84 AB	4.31 C	6.04 AB	5.35 B	6.29 A	4.38 C	5.40 B	6.31 A	<0.001
	Grovhet	4.28 E	6.26 A	4.49 DE	5.52 BC	4.53 DE	5.85 AB	5.00 CD	4.31 E	<0.001
	Saftighet	6.27 A	4.42 D	5.96 AB	4.98 CD	6.09 AB	4.54 D	5.38 BC	6.29 A	<0.001
	Astringens	2.26 C	3.38 A	3.08 AB	2.85 ABC	2.56 BC	3.03 ABC	2.58 BC	2.34 BC	<0.001



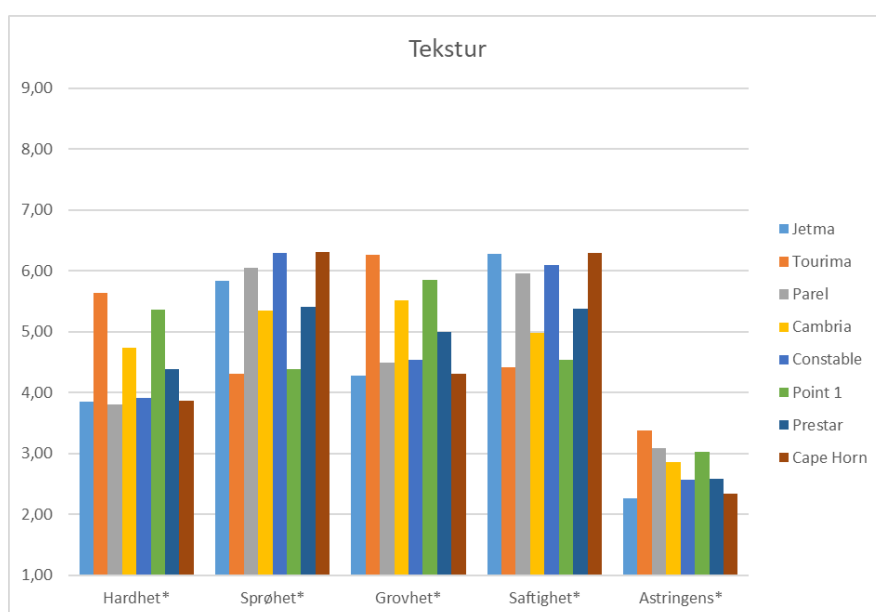
Figur 11 Gjennomsnittsverdier for luktegenskapene for tidligkålsorter. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og tre sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

Luktegenskapene for tidligkålsorten viser (**Feil! Fant ikke referanseilden.**) gjennomsnittsverdiene for 10 dommere og de sensoriske gjentakene. Det er grønnlukt som er den mest fremtredende luktegenskapen i denne analysen, og sortene *Tourima*, *Cambria*, *Point-1* og *CapeHorn* relativt lik intensitet for grønnlukten, som også kan beskrives som lukten av gress. Blomsterlukten er relativt intens for *CapeHorn*, mens kjellerlukten er relativt intens for *Point-1*.



Figur 12 Gjennomsnittsverdier for smaksegenskapene for tidligkålssorter. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og tre sensoriske gjentak for hver av sortene tidligkål. * Signifikant $p < 0.05$

For smaksegenskapene (**Feil! Fant ikke referansekilden.**) har egenskapene intensitet smak, syrlig smak, søtsmak, bittersmak, brennende smak og ettersmak signifikante utslag (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Resultatene viser at det er store variasjoner mellom sortene, og for eksempel er *Jetma* og *Constable* søte, mens *Tourima*, *Cambria* og *Point-1* er bitre sorter. Den syrlige friske smaken er relativt intens for *CapeHorn* og *Constable*. *Parel* skiller seg spesielt ut med å ha høyest intensitet for brennende smak blant sortene testet i tidligkål.



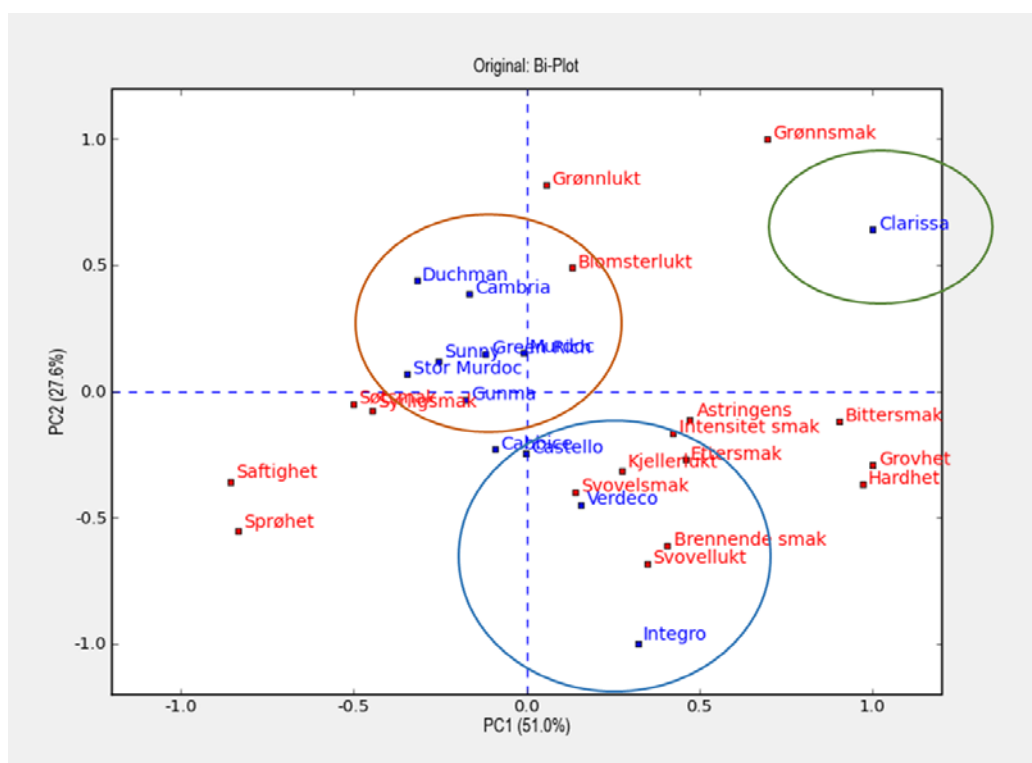
Figur 13 Gjennomsnittsverdier for teksturegenskapene for tidligkål. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og tre sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

Teksturegenskapene (**Feil! Fant ikke referanseilden.**) for tidligkålsortene viser at det er signifikante forskjeller for egenskapene hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet, astringens og ettersmak mellom to eller flere av sortene. Også for teksturegenskapene ser vi store forskjeller mellom sortene. *Jetma*, *Parel*, *Constable* og *CapeHorn* grupperer seg og er relativt sprø og saftige sorter. *Tourima*, *Cambria* og *Point-1* er sorter som var harde og grove i teksturen. Astringens er en kompleks munnfølelse som fremkaller en tørrhetsfølelse og snurping i munnen, denne egenskapen er mest fremtredende for *Tourima* og minst for *Jetma*.

4.3.2 Høstkål

PCA-kartet for høstkålsortene (**Feil! Fant ikke referanseilden.**) viser at de største forskjellene mellom sorter er forklart med egenskapene sprøhet, saftighet, søt smak og syrlig smak som er plassert til venstre i kartet, og bittersmak, grovhet og hardhet som er plassert til høyre i kartet. Savoy-kålen *Clarissa* skiller seg spesielt ut, og er den sorten som bidrar til mest spredning i horisontal retning (PC1) og er smaksintens med relativt mye av egenskapene total smaksintensitet, bittersmak, grønnsmak, ettersmak og munnfølelsen astringens. Teksturen på *Clarissa* er sammen med den røde sorten *Integro* hardere og grovere enn de andre høstsortene som ble testet.

Det dannes tre klynger i kartet, her markert med ulike farger. Klynge 1 består av *Dutchman* (spiss), *Murdoc* (spiss), *StorMurdoc* (spiss), *Cambria*, *Sunny*, *GreenRich* og *Gunma*. Klynge 2 består av *Castello*, *Cabbice*, *Verdeco* og *Integro* (rød), og den tredje klyngen består alene av savoykål *Clarissa*. Det kan ikke sees grupperinger for de runde, flate eller spisse sortene for hverken lukt, smak eller tekstur. Men den røde sorten *Integro* legger seg lengst ned i kartet.



Figur 14 PCA-kart av prøver og signifikante egenskaper for Høstkål. 51.0 % av variasjonen forklares langs PC1 og 27.6 % forklares langs PC2. Vær oppmerksom på at skalaer ikke bør tolkes direkte, figuren illustrerer kun forholdet mellom prøver og egenskaper. To sortsnavn ligger ovenpå hverandre i rød klynge, og det er *GreenRich* og *Murdoc*.

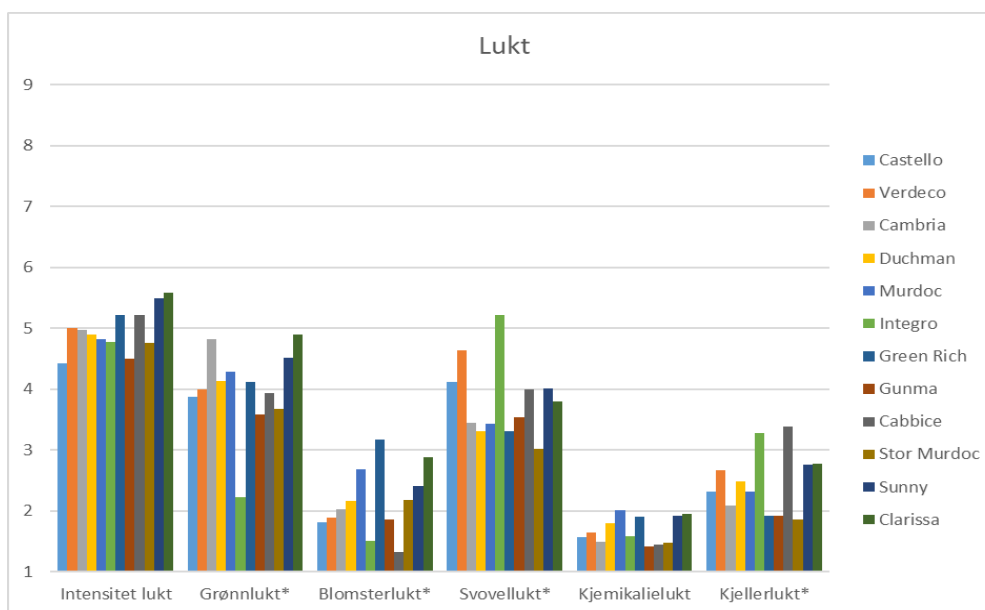
I den sensoriske analysen for høstkålsortene viser resultatene (**Feil! Fant ikke referanseilden.**) signifikante forskjeller mellom to eller flere av prøvene for 16 av 20 egenskaper. Hovedsorten *Castello* er et midtpunkt for mange av egenskapene, sammen med *Cabbice*, *Gunma*, *Murdoc*, *Stor Murdoc*,

Sunny og *Green Rich*. *Cambria*, *Dutchman*, *Stor Murdoc* og *Sunny* har relativt lavt nivå av bitterhet, mens *Castello*, *Cambria*, *Gunma* og *Sunny* har relativt høy intensitet av syrlighet. *Verdeco*, *Integro* og *Clarissa* hadde relativt høy intensitet for bittersmak og lav intensitet for søtsmak. *Verdeco* er i tillegg brennende. Sortene som er relativt milde i smaken er *Cambria*, *Murdoc*, *StorMurdoc*, *Dutchman*, *GreenRich* og *Sunny*. For egenskapene sprøhet er det *Clarissa* som skiller seg ut med signifikant lavere intensitet enn de andre sortene.

Tabell 16 Variansanalyse (ANOVA) og Tukey's multiple sammenligningstest for høstkålsortene. Det er her benyttet signifikant forskjell på 5 % nivå ($p=0.05$) angitt ned bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

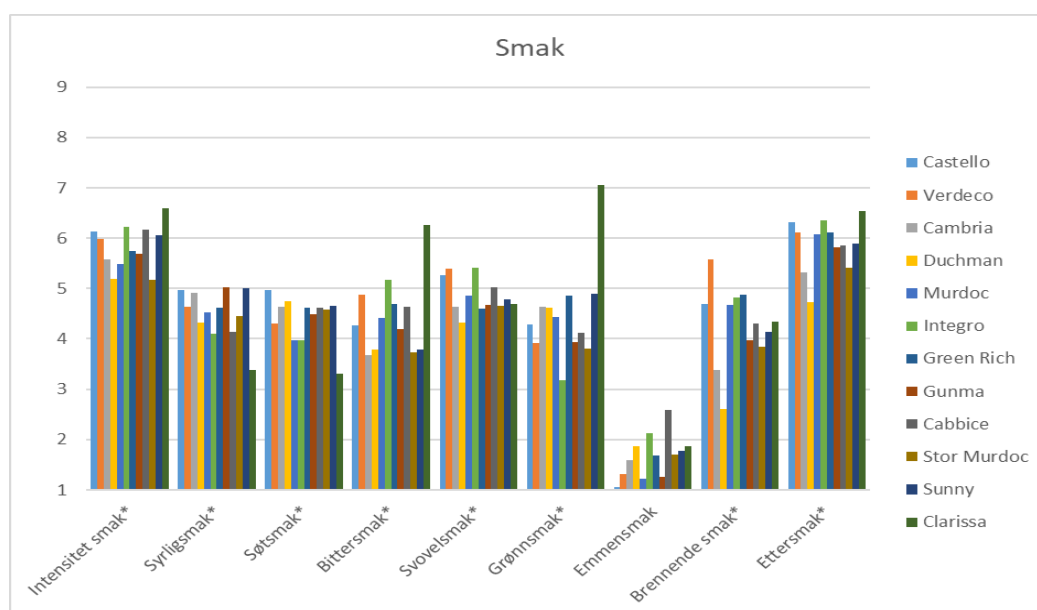
	Egenskaper	Castello	Verdeco	Cambria	Dutchman	Murdoc	Integro	GreenRich	Gunma	Cabbice	StorMurdoc	Sunny	Clarissa	P-verdi
LUKT	Intensitet lukt	4.43 A	5.01 A	4.97 A	4.89 A	4.82 A	4.77 A	5.22 A	4.50 A	5.22 A	4.76 A	5.49 A	5.58 A	0.077
	Grønnlukt	3.87 A	4.00 A	4.82 A	4.14 A	4.28 A	2.22 B	4.11 A	3.59 A	3.94 A	3.68 A	4.52 A	4.89 A	<0.001
	Blomsterlukt	1.81 ABC	1.89 ABC	2.03 ABC	2.17 ABC	2.68 ABC	1.51 BC	3.17 A	1.86 ABC	1.33 C	2.18 ABC	2.41 ABC	2.88 AB	0.002
	Svovellukt	4.12 ABC	4.64 AB	3.44 BC	3.31 C	3.43 BC	5.21 A	3.31 C	3.53 BC	3.99 ABC	3.02 C	4.01 ABC	3.79 BC	<0.001
	Kjemikalielukt	1.57 A	1.64 A	1.49 A	1.79 A	2.01 A	1.59 A	1.90 A	1.42 A	1.44 A	1.48 A	1.92 A	1.95 A	0.594
	Kjellerlukt	2.32 AB	2.66 AB	2.08 AB	2.48 AB	2.31 AB	3.28 AB	1.92 AB	1.92 AB	3.38 A	1.86 B	2.76 AB	2.77 AB	0.005
SMAK	Intensitet smak	6.14 AB	5.99 AB	5.57 AB	5.19 B	5.48 AB	6.22 AB	5.74 AB	5.68 AB	6.17 AB	5.17 B	6.05 AB	6.59 A	0.005
	Syrligsmak	4.96 A	4.64 AB	4.92 A	4.32 AB	4.52 AB	4.11 AB	4.62 AB	5.03 A	4.14 AB	4.46 AB	5.01 A	3.39 B	0.017
	Søt smak	4.97 A	4.31 AB	4.63 A	4.74 A	3.98 AB	3.97 AB	4.62 A	4.48 A	4.62 A	4.58 A	4.66 A	3.30 B	<0.001
	Bittersmak	4.26 BC	4.87 BC	3.67 C	3.79 C	4.42 BC	5.17 AB	4.69 BC	4.20 BC	4.63 BC	3.73 C	3.78 C	6.26 A	<0.001
	Svovelsmak	5.26 A	5.39 A	4.64 A	4.32 A	4.85 A	5.42 A	4.60 A	4.67 A	5.03 A	4.66 A	4.79 A	4.70 A	0.025
	Grønnsmak	4.28 BC	3.91 BC	4.63 B	4.62 B	4.43 BC	3.17 C	4.85 B	3.94 BC	4.12 BC	3.80 BC	4.89 B	7.05 A	<0.001
	Emmensmak	1.06 A	1.32 A	1.60 A	1.87 A	1.22 A	2.13 A	1.68 A	1.26 A	2.59 A	1.71 A	1.78 A	1.86 A	0.369
	Brennende smak	4.69 AB	5.58 A	3.38 BC	2.61 C	4.68 AB	4.83 AB	4.88 AB	3.98 ABC	4.30 ABC	3.85 ABC	4.14 ABC	4.35 ABC	<0.001
Ettersmak	6.32 AB	6.11 AB	5.32 BC	4.72 C	6.07 AB	6.36 AB	6.11 AB	5.82 ABC	5.85 AB	5.42 BC	5.89 AB	6.54 A	<0.001	
TEKSTUR	Hardhet	4.79 BC	5.16 B	4.47 BCD	4.06 CD	4.08 CD	6.27 A	4.05 CD	4.39 BCD	4.16 CD	4.09 CD	3.89 D	6.36 A	<0.001
	Sprøhet	5.84 A	5.91 A	5.48 A	5.75 A	5.59 A	6.06 A	6.27 A	5.69 A	6.11 A	6.22 A	6.44 A	3.36 B	<0.001
	Grovhet	5.02 BC	5.13 B	4.44 BCD	4.16 CD	4.60 BCD	6.23 A	4.37 BCD	4.32 BCD	4.36 BCD	4.22 BCD	3.89 D	6.58 A	<0.001
	Saftighet	5.97 ABC	5.59 ABC	5.56 BC	5.93 ABC	5.45 C	5.72 ABC	6.38 AB	5.99 ABC	6.19 ABC	6.24 ABC	6.46 A	3.61 D	<0.001
	Astringens	3.24 ABC	3.32 AB	2.68 ABC	2.07 C	3.24 ABC	3.18 ABC	3.09 ABC	3.05 ABC	3.18 ABC	2.53 BC	2.87 ABC	3.88 A	0.001

Gjennomsnittsverdiene for lukteegenskapene (Figur 15) viser signifikante forskjeller mellom prøver for at egenskapene grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt og kjellerlukt. GreenRich hadde en relativt høy intensitet av blomsterlukt og er også en av sortene med mest grønnlukt. Cabbice hadde mer kjellerlukt og Integro mer svovellukt og signifikant mindre grønnlukt enn de andre sortene.



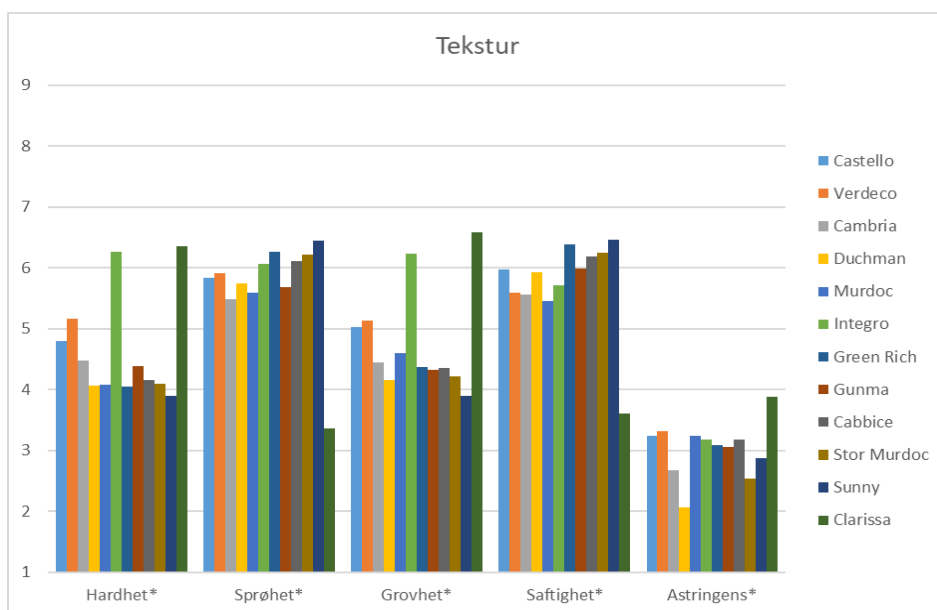
Figur 15 Gjennomsnittsverdier for lukteturegenskapene for høstkålsorter. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

For smaksegenskapene (Figur 16) viser gjennomsnittsverdiene at Clarissa er en smaks kraftig sort med relativt høy intensitet for smakintensitet, bittersmak, grønnsmak og ettersmak, mens Verdeco hadde relativt høy intensitet for brennende smak. Castello, Cambria, Gunma og Sunny hadde mer syrligsmak, og sammen med Dutchman, GreenRich, Cabbice og StorMurdoc har de også relativt høy intensitet for søtsmak.



Figur 16 Gjennomsnittsverdier for smaksegenskapene for høstkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

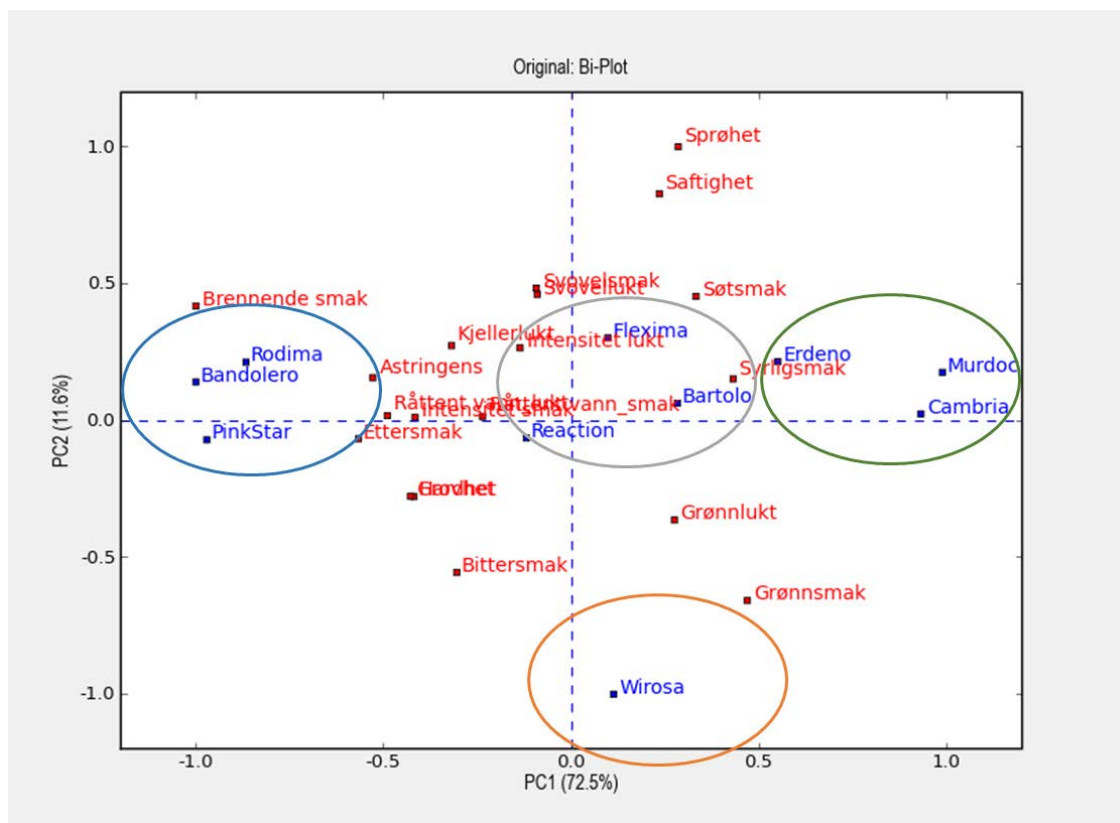
Teksturegenskapene (Figur 17) var signifikant forskjellige mellom to eller flere av sortene for egenskapene hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet, astringens og ettersmak. *Clarissa* skiller seg ut og er sammen med *Integro* relativt hard og grov. *Clarissa* hadde i tillegg relativt høy intensitet for astringens og lav intensitet for sprøhet og saftighet. *Dutchman* er sorten med relativt lav intensitet for astringens.



Figur 17 Gjennomsnittsverdier for teksturegenskapene for høstkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

4.3.3 Vinterkål

PCA-kartet for vinterkålsortene (Figur 18) viser at den største forskjellen mellom sorter er forklart med egenskapene brennende smak som er plassert til venstre i kartet og grønn- og syrlig smak som er plassert til høyre i kartet. Det dannes fire klynger i kartet, her markert med ulike farger. Det dannes fire klynger i kartet, her markert med ulike farger. Klynge 1 består av *Rodima*, *Bandolero* og *PinkStar* som er røde og rosa sorter, og i klynge 2 er *Flexima*, *Bartolo* og *Reaction*. I den tredje klyngen er savoykålen *Wirosa alene*, og i den fjerde klyngen lengst til høyre er *Erdeno*, *Murdoc* og *Cambria*.



Figur 18 PCA-kart av prøver og signifikante egenskaper for vinterkålsortene. 72.5 % av variasjonen forklares langs PC1 og 11.6 % forklares langs PC2. Vær oppmerksom på at skalaer ikke bør tolkes direkte, figuren illustrerer kun forholdet mellom prøver og egenskaper.

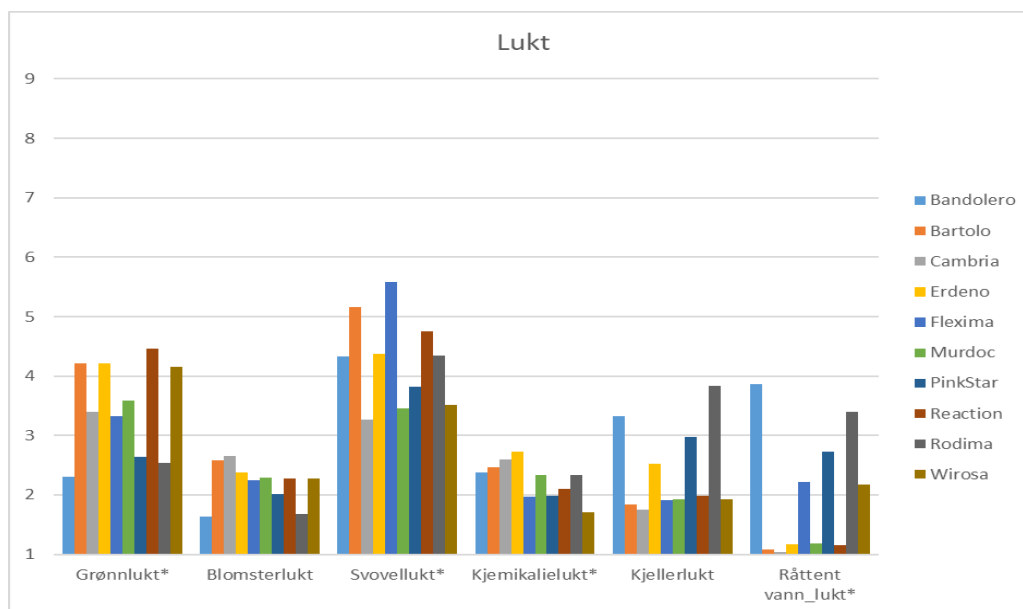
Den sensoriske analysen for vinterkålsortene (**Feil! Fant ikke referansekilden.**) viser signifikante forskjeller mellom to eller flere av prøvene for 19 av 22 egenskaper. *Rodima*, *Bandolero* og *PinkStar* som beskrives som relativt smakintense sorter med høy grad av total smaksintensitet, brennende smak, astringens og ettersmak. Sortene er også relativt harde i teksturen. *Flexima*, *Bartolo* og *Reaction*, er relativt like hverandre, og som gruppe utpeker seg ikke med noen spesifikke egenskaper. Men hovedsorten til konsum, *Bartolo* hadde signifikant mindre brennende smak, og noe mer sødme enn *Reaction*. Derfor plasserer *Bartolo* seg nærmere *Erdeno* og de mildere sortene i smaskartet, og *Bartolo* og *Erdeno* hadde ingen signifikant forskjellige egenskaper. Industrisorten *Flexima* hadde noe mer svovelsmak/lukt enn de to andre konsumsortene i klyngen. *Erdeno*, *Murdoc* og *Cambria* ble beskrevet som smaksmilde sorter innen vinterkålen, og hadde relativt høy intensitet av syrligsmak, søtsmak, og lav intensitet av brennende smak, astringens og ettersmak.

Savoykålen *Wirosa* skilte seg mye i sensorisk profil fra de andre sortene, og kan beskrives med relativt høy grønnlukt, bittersmak, grønnsmak og lav sprøhet og saftighet.

Tabell 17 Variansanalyse (ANOVA) og Tukey's multiple sammenligningstest for vinterkålsortene. Det er her benyttet signifikant forskjell på 5 % nivå ($p=0.05$) angitt ned bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

	Egenskaper	Bartolo	Reaction	Bandolero	Rodima	Erdeno	Flexima	Cambria	Murdoc	PinkStar	Wirosa	P-verdi
LUKT	Intensitet lukt	5.53 AB	5.09 AB	5.79 AB	5.81 AB	5.23 AB	6.00 A	4.70 B	4.70 B	4.97 AB	4.98 AB	0.001
	Grønnlukt	4.21 A	4.46 A	2.31 C	2.54 BC	4.21 A	3.33 ABC	3.40 ABC	3.58 AB	2.64 BC	4.15 A	<0.001
	Blomsterlukt	2.58 A	2.27 A	1.63 A	1.68 A	2.38 A	2.25 A	2.66 A	2.29 A	2.02 A	2.28 A	0.073
	Svovellukt	5.16 AB	4.75 ABC	4.33 BCD	4.34 BCD	4.38 ABCD	5.58 A	3.27 D	3.46 D	3.82 CD	3.52 D	<0.001
	Kjemikalielukt	2.46 A	2.10 A	2.37 A	2.34 A	2.73 A	1.97 A	2.60 A	2.33 A	1.98 A	1.70 A	0.195
	Kjellerlukt	1.84 C	1.99 C	3.33 AB	3.84 A	2.53 BC	1.91 C	1.75 C	1.93 C	2.97 ABC	1.92 C	<0.001
	Råttent vann_lukt	1.08 B	1.15 B	3.86 A	3.39 A	1.17 B	2.22 AB	1.04 B	1.18 B	2.73 AB	2.18 AB	<0.001
SMAK	Intensitet smak	5.64 DEF	6.29 BCD	7.04 AB	6.71 ABC	5.43 DEF	6.03 BCDE	5.21 EF	4.99 F	7.33 A	5.83 CDEF	<0.001
	Syrligsmak	4.34 ABC	4.33 ABC	2.97 D	3.25 CD	4.59 AB	4.21 ABC	5.25 A	4.75 AB	2.62 D	3.79 BCD	<0.001
	Søtsmak	4.40 AB	4.09 ABC	3.08 D	3.53 BCD	4.80 A	4.33 AB	4.79 A	4.75 A	3.17 CD	3.20 CD	<0.001
	Bittersmak	4.23 CD	4.54 BCD	5.34 ABC	5.47 AB	3.86 D	4.54 BCD	3.62 D	3.71 D	4.71 ABCD	5.82 A	<0.001
	Svovelsmak	5.28AB	5.31 AB	4.53 BCDE	5.21 ABC	4.86 ABCD	5.59 A	4.23 CDE	3.95 DE	4.57 ABCDE	3.81 E	<0.001
	Grønnsmak	3.92 A	4.31 A	1.99 B	2.32 B	4.06 A	4.24 A	4.12 A	4.14 A	2.02 B	5.14 A	<0.001
	Emmensmak	1.86 A	1.16 A	2.31 A	2.41 A	1.76 A	1.41 A	1.14 A	1.82 A	2.29 A	2.21 A	0.044
	Brennende smak	4.32 C	6.32 AB	7.37 A	7.00 A	3.86 CD	5.09 BC	2.62 D	2.72 D	7.74 A	3.77 CD	<0.001
	Råttent vann_smak	1.50 ABC	1.16 BC	2.46 A	2.09 AB	1.14 BC	1.38 BC	1.00 C	1.14 BC	1.98 ABC	1.52 ABC	<0.001
	Ettersmak	5.85 BC	6.75 AB	7.49 A	7.31 A	5.52 CD	5.97 BC	4.72 D	4.67 D	7.51 A	6.10 BC	<0.001
TEKSTUR	Hardhet	5.38 AB	5.76 AB	6.03 A	6.04 A	4.91 BC	5.30 AB	4.11 CD	3.58 D	6.11 A	5.72 AB	<0.001
	Sprøhet	5.51 AB	5.06 ABC	4.63 BC	5.01 ABC	5.93 A	5.78 AB	5.75 AB	5.84 AB	3.88 CD	3.30 D	<0.001
	Grovhet	5.30 ABC	5.53 AB	6.01 A	5.80 AB	4.36 CDE	4.83 BCD	4.20 DE	3.28 E	5.86 AB	5.38 ABC	<0.001
	Saftighet	5.17 BCD	4.87 CD	5.26 BCD	5.07 BCD	5.92 AB	5.81 ABC	5.72 ABC	6.61 A	4.56 DE	3.89 E	<0.001
	Astringens	3.31 BCD	3.86 ABC	4.66 AB	4.93 A	2.88 CD	3.46 BCD	2.14 D	2.26 D	4.68 AB	3.08 CD	<0.001

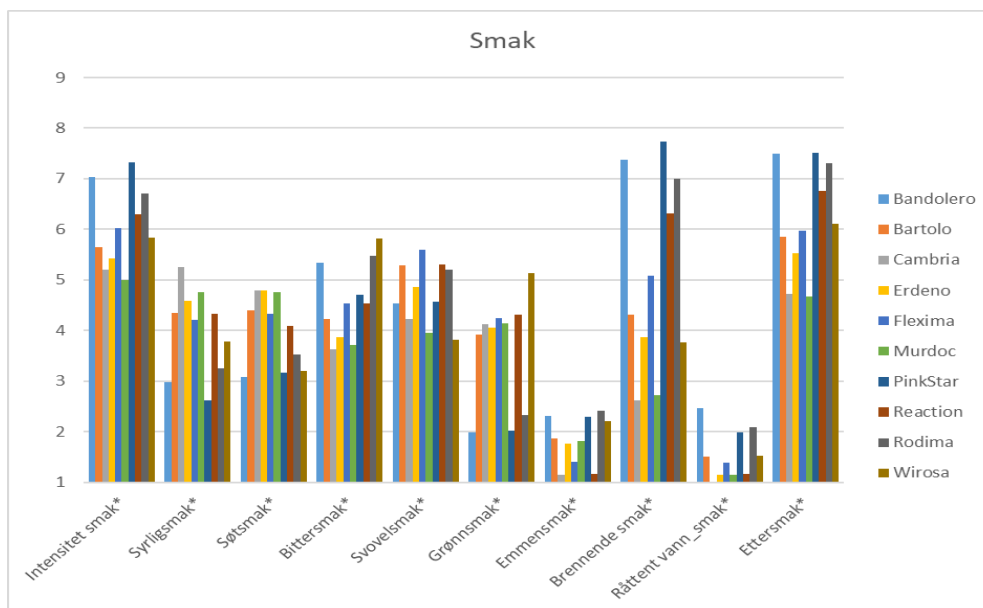
Gjennomsnittsverdiene for lukteegenskapene (Figur 19) viser at det er signifikante forskjeller mellom to eller flere av sortene for grønnlukt, svovellukt, kjemikalielukt og lukt av råttent vann. Grønnlukten er relativt intens for *Reaction*, *Bartolo*, *Erdeno* og *Wirosa*. *Flexima* hadde høyest intensitet for svovellukt etterfulgt av *Bartolo*. For kjellerlukt hadde *Rodima* relativt høy intensitet, mens *Bartolo*, *Cambria*, *Flexima*, *Murdoc*, *Reaction* og *Wirosa* hadde relativt lav intensitet av kjellerlukt. De to røde sortene *Bandolero* og *Rodima* hadde relativt høy intensitet for lukt av råttent vann og lite av de grønne luktene (grønn og blomst).



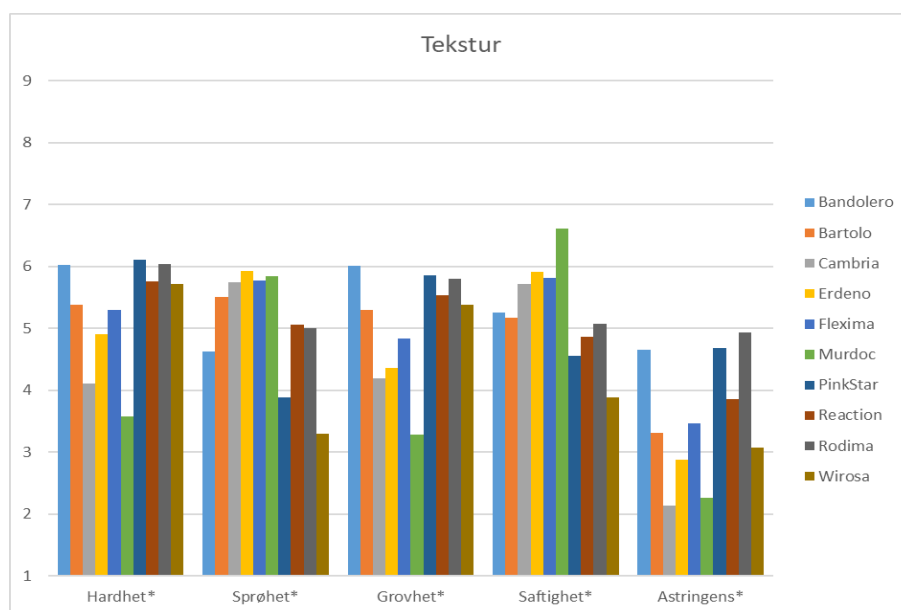
Figur 19 Gjennomsnittsverdier for lukteegenskapene for vinterkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

Smaksegenskaper (Figur 20) som var signifikant forskjellige i to eller flere av vinterkålsortene var smaksintensitet, brennende smak, bittersmak, svovelsmak, syrlig smak, søtsmak, grønnsmak, råttent vann smak og ettersmak. *Bandolero*, *PinkStar* og *Rodima* var de smaksintense sortene og hadde relativt høy intensitet for total smaksintensitet, brennende smak og ettersmak. Sortene som hadde relativt mye av de milde smaksegenskapene er *Cambria*, *Murdoc* og *Erdeno*, som hadde relativt høy intensitet av søtsmak, syrlig smak og grønnsmak, og relativt lav intensitet av total smakintensitet, bittersmak, brennende smak og ettersmak.

Gjennomsnittsverdier for teksturegenskapene (Figur 21) viser at to eller flere av vinterkålsortene er signifikant forskjellige for egenskapene hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens. For hardhet har prøvene *Bandolero*, *Pinkstar* og *Rodima* relativt høy intensitet, *Murdoc* har lavest intensitet. *Erdeno* oppfattes som mest sprø av sortene testet, mens *Bandolero* har mest grovhet og *Murdoc* minst. For saftighet har *Murdoc* har høyest intensitet og *Wirosa* lavest. *Rodima* har relativt høy intensitet for astringens, mens *Cambria* og *Murdoc* har relativt lav intensitet.



Figur 20 Gjennomsnittsverdier for smaksegenskapene for vinterkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$



Figur 21 Gjennomsnittsverdier for teksturegenskapene for vinterkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

4.4 Kjemiske innholdsstoffer - hodekål

I sortsforsøkene fra hver sesong ble det målt vanninnhold, sukker (sukrose, fruktose og glukose), vitamin C, glukosinolater (10-12 ulike) og aromastoffer (metabolomics). Verdien for hver sort er gjennomsnitt av 3 prøver som hver består av 3 kålhoder (fra hver rute i feltet), dvs. 9 kålhoder. Hver prøve ble analysert med 2-3 uavhengige tekniske paralleller analyserte i randomiserte prøveoppsett. Metodikk er beskrevet bakerst i rapporten.

Tabell 18 Innhold av vann, totalt vitamin C (summen av L-askorbinsyre og L-dehydroaskorbinsyre) og totalt sukker (summen av glukose, fruktose og sukrose) i hodekålssorter dyrket i 2016. Verdiene er angitt \pm standard-avvik, $n = 3$. Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Sort nr/navn	Vanninnhold	Vitamin C		Sukker	
	g/100 g FW	mg/100 g FW	mg/g DW	g/100 g FW	mg/g DW
T1 Jetma	92.6 \pm 0.1 ab	51.0 \pm 1.6 bc	6.8 \pm 0.3 b	3.6 \pm 0.1 ab	484 \pm 12 a
T2 Constable	92.5 \pm 0.2 ab	47.9 \pm 1.3 c	6.4 \pm 0.1 bc	3.5 \pm 0.1 ab	470 \pm 3 ab
T3 Parel	92.8 \pm 0.1 a	47.3 \pm 2.8 c	6.6 \pm 0.3 bc	3.4 \pm 0.1 b	468 \pm 9 ab
T4 Cambria	91.8 \pm 0.0 cd	55.6 \pm 0.2 b	6.8 \pm 0.0 b	3.6 \pm 0.1 ab	435 \pm 10 b
T5 Tourima	91.6 \pm 0.3 d	75.2 \pm 4.4 a	9.0 \pm 0.2 a	2.9 \pm 0.1 c	349 \pm 8 c
T6 Prestar	92.2 \pm 0.1 bc	52.0 \pm 1.1 bc	6.7 \pm 0.1 bc	3.5 \pm 0.1 ab	451 \pm 7 ab
T7 Point-1	91.3 \pm 0.2 d	52.6 \pm 0.4 bc	6.0 \pm 0.1 c	3.8 \pm 0.1 a	438 \pm 7 b
T8 CapeHorn	92.3 \pm 0.0 ab	52.4 \pm 2.6 bc	6.9 \pm 0.4 b	3.6 \pm 0.3 ab	469 \pm 33 ab
H1 Castello	91.0 \pm 0.0 DE	47.8 \pm 1.7 DEF	5.3 \pm 0.2 EF	4.2 \pm 0.0 A	461 \pm 4 AB
H2 Verdeco	91.1 \pm 0.2 DE	44.8 \pm 1.5 EF	5.0 \pm 0.2 F	4.1 \pm 0.4 AB	457 \pm 26 AB
H3 Cambria	92.0 \pm 0.1 BC	44.1 \pm 2.0 FG	5.5 \pm 0.2 DEF	3.5 \pm 0.2 CD	443 \pm 25 AB
H4 Dutchman	91.7 \pm 0.2 CD	51.0 \pm 2.1 CD	6.1 \pm 0.1 BCD	3.3 \pm 0.1 CDE	393 \pm 18 C
H5 Murdoc	92.2 \pm 0.1 BC	53.5 \pm 2.3 BC	6.8 \pm 0.4 AB	3.1 \pm 0.1 DE	396 \pm 13 C
H6 Integro	90.9 \pm 0.1 E	58.3 \pm 1.2 B	6.4 \pm 0.1 ABC	3.6 \pm 0.0 BCD	396 \pm 3 C
H7 GreenRich	92.3 \pm 0.6 BC	39.3 \pm 0.3 GH	5.1 \pm 0.1 F	3.4 \pm 0.3 CDE	435 \pm 12 ABC
H8 Gunma	91.6 \pm 0.1 CDE	49.8 \pm 1.2 CDE	5.9 \pm 0.2 CDE	3.6 \pm 0.1 CD	433 \pm 5 ABC
H9 Cabbice	93.1 \pm 0.1 A	36.1 \pm 0.2 H	5.2 \pm 0.1 EF	3.3 \pm 0.1 CDE	475 \pm 6 A
H10 StorMurdoc	93.0 \pm 0.0 A	45.1 \pm 0.4 EF	6.5 \pm 0.0 ABC	3.0 \pm 0.1 E	427 \pm 15 ABC
H11 Sunny	92.7 \pm 0.1 AB	37.0 \pm 0.9 H	5.1 \pm 0.1 F	3.0 \pm 0.1 E	419 \pm 20 BC
H12 Clarissa	89.9 \pm 0.1 F	70.5 \pm 0.6 A	7.0 \pm 0.1 A	3.4 \pm 0.2 CDE	335 \pm 18 D
V1 Bartolo	89.7 \pm 0.2 e	46.2 \pm 1.6 c	4.5 \pm 0.1 g	5.3 \pm 0.1 a	515 \pm 8 ab
V2 Reaction	89.9 \pm 0.2 de	57.8 \pm 1.7 b	5.7 \pm 0.2 bcd	4.1 \pm 0.4 bc	410 \pm 47 cde
V3 Bandolero	90.8 \pm 0.1 c	60.5 \pm 2.7 ab	6.6 \pm 0.3 a	4.1 \pm 0.1 bc	441 \pm 17 abcd
V4 Rodima	89.5 \pm 0.1 ef	60.6 \pm 2.3 ab	5.8 \pm 0.2 bcd	4.4 \pm 0.4 b	421 \pm 40 cde
V5 Erdeno	90.8 \pm 0.1 c	46.3 \pm 1.3 c	5.0 \pm 0.1 efg	3.9 \pm 0.1 bc	428 \pm 9 bcde
V6 Flexima	90.3 \pm 0.1 d	54.6 \pm 0.4 b	5.6 \pm 0.1 cde	4.4 \pm 0.4 b	447 \pm 43 abcd
V7 Cambria	91.4 \pm 0.2 b	41.1 \pm 1.0 cd	4.8 \pm 0.0 fg	4.6 \pm 0.2 ab	530 \pm 8 a
V8 Murdoc	92.6 \pm 0.1 a	39.0 \pm 2.5 d	5.3 \pm 0.3 def	3.5 \pm 0.4 c	475 \pm 52 abc
V9 PinkStar	91.2 \pm 0.1 bc	55.2 \pm 0.6 b	6.3 \pm 0.0 ab	3.3 \pm 0.2 c	382 \pm 21 de
V10 Wirosa	89.1 \pm 0.1 f	66.4 \pm 2.4 a	6.1 \pm 0.2 abc	3.8 \pm 0.2 bc	350 \pm 17 e
P-verdier (sorter)					
Tidligkål	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Høskål	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Vinterkål	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

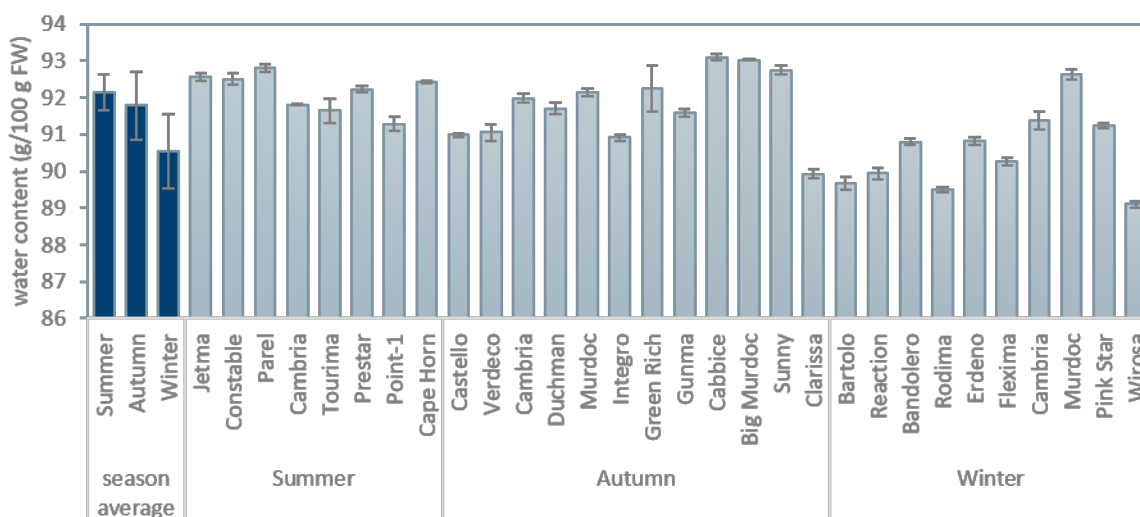
4.5 Vanninnhold

Siden sortsforsøket bare pågikk i ett år, er de totale tallene et øyeblikksbilde, men forholdet mellom sortene kan si noe om evnen til å ta opp vann og den generelle konstitusjonen av sorten. Vanninnholdet i alle sortene ligger på omtrent samme nivå som referanseverdier angitt i Matvaretabellen, 90-92 % for fersk, rå hodekål, rødkål og spisskål (www.matvaretabellen.no/).

I tidligkål-sesongen hadde Jetma, Constable, Parel og CapeHorn høyest, og Tourima og Point-1 lavest vanninnhold. Dette stemmer godt overens med sensoriske tester på tidligkål som ga signifikant ($P < 0.001$) utslag på saftighet og hardhet; Jetma, Parel, Constable og CapeHorn hadde høyest saftighet og

lavest hardhet (**Feil! Fant ikke referansekinden.**), og Tourima og Point-1 hadde lavest saftighet og Tourima høyeste hardhet. I høstkål-sesongen er forskjellene mellom høyeste og laveste vanninnhold større enn i tidligkål-segmentet. Sunny, Cabbice og StorMurdoc hadde høyest vanninnhold, og dette gjenspeiles av sensorisk bedømmelse der de tre sortene scoret høyest på saftighet. Clarissa hadde lavest vanninnhold blant høstkålsortene og scoret lavest på saftighet i den sensoriske analysen (**Feil! Fant ikke referansekinden.**). Blant vinterkålsortene hadde Murdoc høyest vanninnhold, og Wirosa lavest. Dette gjenspeiles også i sensorisk analyse, der Murdoc hadde høyest saftighet og Wirosa lavest ($P < 0.001$, **Feil! Fant ikke referansekinden.**).

Tidligkålen hadde gjennomsnittlig høyere vanninnhold enn høst- og vinterkålen (**Feil! Fant ikke referansekinden.**), og forskjellen mellom høyeste og laveste innhold i alle sorter ligger på 4 %. Forskjellen mellom sorten av tidligkål med høyeste og laveste vanninnhold ligger på 1.5 %, mellom sorter av høstkål på 3.2 %, og mellom sorter av vinterkål på 3.5 %. Det er savoykålsortene Clarissa og Wirosa som har lavest vanninnhold i respektive høst- og vintersesongen. Selv om de forskjellene innenfor sesongene er lave, er de statistisk signifikante.



Figur 22 Vanninnhold i hodekålsorter dyrket i 2016. Figuren viser gjennomsnittsverdier for tidlig (Summer)-, Høst (Autumn)- og vinterkål (Winter), i mørk blå søyler. De lyse søylene viser innholdet i hver av sortene. $n=3$.

4.6 Sukker

4.6.1 Generelt

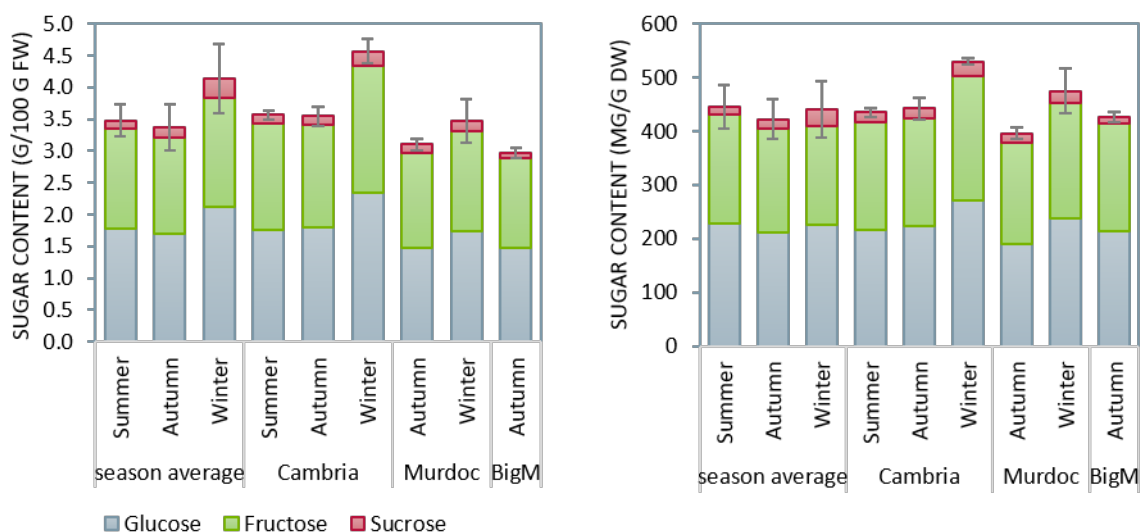
Innholdet av løselig sukker i hodekålsortene lå mellom 2.9 og 5.3 g/100 g ferskvekt gjennom sesongen 2016. Rødkål og hvite, runde hodekålsorter hadde gjennomsnittlig signifikant mer sukker (3.9 g/100 g FW) enn spisskålsortene (3.3 g/100 g FW, $P = 0.004$).

Sukkerinnholdet for spisskål (Tourima, Point-1, CapeHorn, Murdoc og Dutchman) lå høyere i sorter dyrket i KålSmak-prosjektet i 2016 enn referanseverdien på 0.8 g/100 g ferskvekt angitt for spisskål i Matvaretabellen⁶⁴. Alle andre runde, grønne eller røde hodekålsorter, med unntak av vinterhovedsorten Bartolo, lå med gjennomsnittlig 1 til 1.5 g/100 g FW under Matvaretabellens referanseverdi for sukker på 5 til 5.1 g/100 g.

Siden sukkerinnhold er tett koblet til vanninnhold og påvirkes av fortyningseffekter, bør det også diskuteres sukkerinnhold per tørrvekt. Per tørrvekt kan prøver sammenliknes uavhengig av hvor mye

vann kålen består av. Av alle sorter dyrket i 2016 var det Clarissa som hadde lavest sukkerinnhold med 335 mg/g DW, og Cambria i vintersortene som hadde høyest med 530 mg/g DW. Alle verdiene må leses med forbehold om at sortene ble bare dyrket i ett år, og på ett dyrkingssted.

Det var ingen direkte sammenheng (korrelasjon) mellom sukkerinnholdet (hverken enkeltsukker eller total sukkermengde) målt per ferskvekt og søt smak bedømt av det sensoriske panelet. Derimot var søt smak svakt positiv korrelert med innhold målt på tørrvekt: glukose ($R^2 = 0.42$), fruktose ($R^2 = 0.65$) og totalt sukkerinnhold ($R^2 = 0.45$), mens sukroseinnholdet var svakt negativ korrelert ($R^2 = 0.28$). Her ligger en viktig forskjell mellom sensoriske og kjemiske data. Mens sensorisk analyse finner tydelige forskjell, er sukkerinnholdet biologisk sett forholdsvis lik. Dette og mangelen på korrelasjon tyder på at det er andre stoffer i kål enn kun sukkerinnhold som påvirker oppfatningen av søt smak.



Figur 23 Gjennomsnittlig sukkerinnhold (glukose, fruktose og sukrose) for tidlig-, høst-, og vintersortene av hodekål og for Cambria og Murdoc dyrket i flere sesonger i 2016. Error bars angir standardavvik for totalinnhold av sukker.

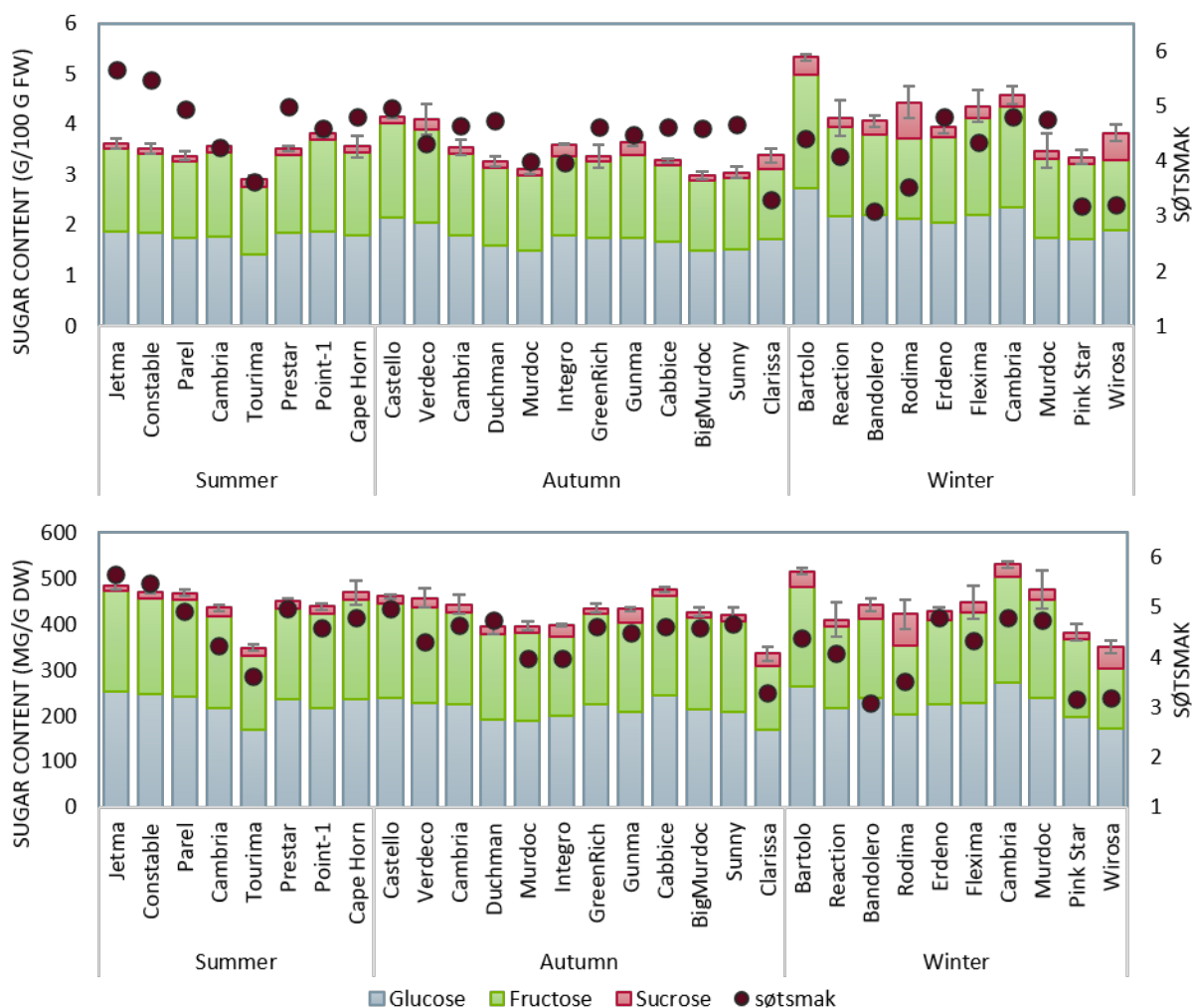
Vintersortene hadde gjennomsnittlig et signifikant høyere totalinnhold av sukker per ferskvekt enn tidlig- og høstsortene (+0.7 g/100 g; $P < 0.001$), men også alle tre sukkertypene som inngikk i analysen, glukose, fruktose og sukrose, var signifikant høyere i vintersortene, mens tidlig- og høstsortene var like. Spesielt innhold av sukrose var omtrent dobbelt så høyt i vintersortene enn i de andre to sesongene. Trenden er også synlig i de to sortene som ble dyrket i flere sesonger, Cambria og Murdoc (Figur 23). Hvis man deler sortene inn etter vekstform, så er trenden også synlig her: hvite, runde og hvite, flate hodekålssorter hadde signifikant mer sukker i vintersesongen enn i tidlig- og høstsesongen (respektive $P < 0.001$ og $P = 0.001$) mens for savoykålen er signifikansen lavere ($P = 0.046$). Rødkål har ikke forskjellig sukkerinnhold i høst- og vintersesongen. Spisskål har ikke forskjellig sukkerinnhold med sesong hvis man tar med Tourima. Utelater man Tourima, så er det signifikante forskjeller med sesong ($P = 0.002$), der tidlig-spisskål har høyeste sukkerinnhold, høst har lavest og vintersorter ligger midt imellom.

Effekten med økt sukkerinnhold mot vintersesongen er en kjent reaksjon av planter; sent i sesongen danner plantene sukker, spesielt lagringsformen sukrose, som har frostbeskyttende funksjon, og som lager for essensielle biokjemiske prosesser ¹⁶.

Det var ingen signifikant sammenheng mellom sukkerinnhold (per tørrvekt eller ferskvekt) og sortsutvikler.

4.6.2 Tidligkål

Sukkerinnholdet var forholdsvis lik mellom tidligkålssortene, med unntak av Tourima, som måtte høstes litt for tidlig. Forskjellen mellom sort med høyest og sort med lavest sukkerinnhold lå på 0.4 g/100 g ferskvekt (ca. 10 %). Dette var statistisk signifikant ($P < 0.001$, **Feil! Fant ikke referanse kilden.**). Av de tidligkålssortene som ble dyrket i 2016 hadde Point-1 høyest sukkerinnhold, etterfulgt av CapeHorn, Jetma og Cambria (Figur 24). Parel hadde lavest sukkerinnhold, hvis man ser bort fra Tourima. På sensoriske tester var det Jetma og Constable som hadde høyest score på søt smak, og Cambria hadde lavest (hvis man ser bort fra Tourima). Utelater man Tourima fra analysen, så er forskjellen i sukkerinnhold mellom sortene bare svakt signifikant ($P = 0.045$).



Figur 24 Innhold av glukose, fruktose og sukrose i sorter av hodekål dyrket i 2016. Både innhold per ferskvekt og per tørrvekt er gjengitt. Error bars angir standardavvik for totalinnhold av sukker (n=3). Prikker viser sensorisk score for søt smak. De skal kun sammenlignes innenfor sesongen, ikke på tvers av sesonger.

4.6.3 Høstkål

Forskjellen mellom laveste og høyeste sukkerinnhold i sortene av høstkål lå på 1.2 g/100 g FW; dette tilsvarte nesten 30 % forskjell mellom sortene. Det var hovedsorten Castello som hadde høyest sukkerinnhold, og Sunny, Murdoc og StorMurdoc som stod 2 uker lenger i feltet som hadde lavest. Savoysorten Clarissa scoret lavest på søt smak, med god margin til de andre sortene, men er ikke den sorten som inneholder minst sukker. Derimot er det sortene Castello, Cambria, Dutchman, GreenRich,

Gunma, Cabbice, StorMurdoc og Sunny som scorer omtrent lik og høyt på søt smak, mens det er tydelige forskjeller i sukkerinnholdet, f.eks. mellom Castello og Dutchman (Figur 24). Også i høstkål segmentet er det derfor ikke alltid overensstemmelse mellom søt smak og sukkerinnhold.

4.6.4 Vinterkål

Blant vinterkålsortene var det Bartolo som hadde høyest sukkerinnhold, og PinkStar og Murdoc som hadde lavest. Forskjellen mellom laveste og høyeste sukkerinnhold lå på 2 g/100 g FW. I sammenligning med sensoriske data er det igjen en synlig diskrepans mellom søt smak og sukkerinnhold. Det er Cambria, Erdeno og Murdoc som scoret høyest på søt smak, men ligger ikke spesielt høyt på sukkerinnhold med Murdoc som ligger t.o.m. nest lavest av alle vintersorter. Det samme gjelder de sortene som scorer lavest på søt smak, Bandolero, Rodima, PinkStar og Wirosa men ikke ligger lavest på sukkerinnhold (Figur 24).

4.7 Vitamin C

4.7.1 Generelt

Vitamin C innholdet varierte fra 36.1 til 75.2 mg/100 g FW i alle sortene i de tre sesongene (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**).

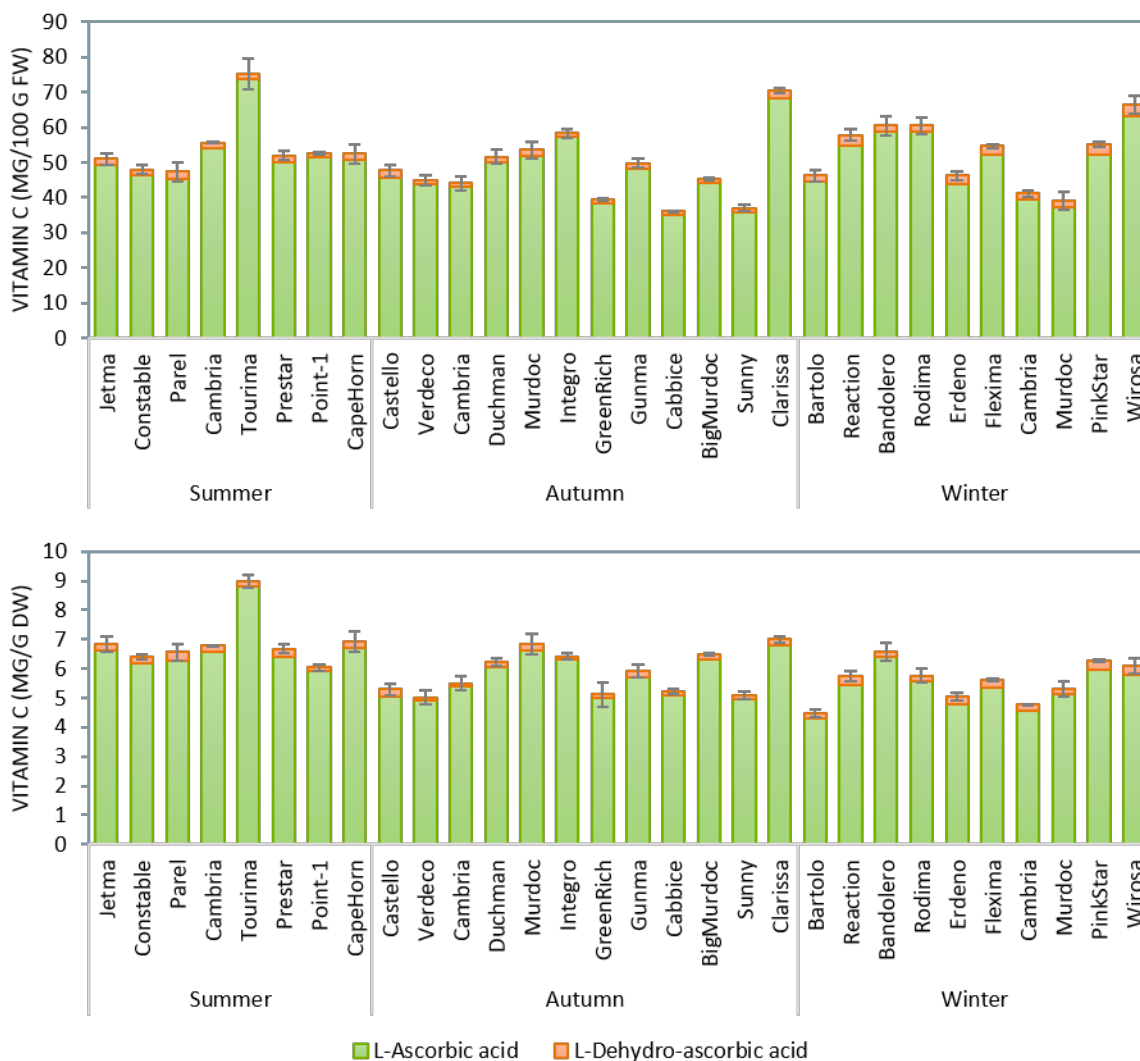
Savoykål (Clarissa, Wirosa) hadde gjennomsnittlig mest Vitamin C, og signifikant mer enn spisskål (Tourima, Point-1, CapeHorn, Dutchman, Murdoc, StorMurdoc), vanlig rund hodekål og flate sorter (GreenRich, Gunma, Sunny, Flexima, $P < 0.001$). Rødkål (Integro, Bandolero, Rodima, PinkStar) hadde mer Vitamin C enn hvite runde og flate sorter (Figur 25).

Vitamin C innhold i spisskål (Tourima, Point-1, CapeHorn, Murdoc og Dutchman) lå i gjennomsnitt på 52.7 mg/100 g FW, dette er ca. 13 mg/100 g FW (21 %) under referanseverdien for spisskål angitt i Matvaretabellen (66 mg/100 g FW). Men her er det Tourima med sitt høye innhold av Vitamin C som egentlig trekker opp hele gruppen. Når man utelukker Tourima fra analysen, fordi den antakelig ble høstet før den var fullmoden, ligger Vitamin C nivået gjennomsnittlig på 49.5 mg/100 g FW, 16 mg under referanseverdien. Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom sorter av spisskål når Tourima er fjernet fra analysen.

Gjennomsnittlig innhold av Vitamin C i hvite, runde sorter lå på 47.5 mg/100 g FW, 6 mg under referanseverdien i Matvaretabellen (54 mg/100 g FW). Blant de hvite, runde sorter er det Reaction som hadde høyest (57.8 mg/100 g) innhold av Vitamin C, og Cabbice som hadde lavest (36.1 mg/100 g FW). Det er statistisk signifikante forskjeller mellom sortene av hvit, rund hodekål, men med unntak av Reaction og Cabbice er forskjellene forholdsvis små.

Det var ingen statistisk signifikant forskjell blant sortene innenfor gruppene savoykål, rødkål og flat hodekål. Rødkål (Integro, Bandolero, Rodima og PinkStar) ligger på ca. samme nivå som referanseverdien for rødkål (59 mg/100 g FW) mens Vitamin C nivå i savoykålen ligger nesten dobbelt så høyt som verdien som Livsmedelsverket i Sverige angir (31 mg/100 g FW). Flat hodekål har ikke en egen kategori i referansesystemene.

Andelen av dehydroaskorbinsyre av totalt vitamin C lå på omtrent 2-4 %, hvilket tyder på lite nedbryting av L-askorbinsyre, dvs. skånsom behandling under innhøsting og prøveopparbeidelse.



Figur 25 Vitamin C innhold i sorter av hodekål dyrket i 2016. Error bars angir standardavvik for totalinnhold av Vitamin C (n=3).

4.7.2 Tidligkål

Tidligkålsortene lå på gjennomsnittlig 54 mg/100 g FW. Tourima med 75.2 mg/100 g FW lå ca. 50 % over gjennomsnittet av de andre tidligsortene. Det antas at det høye Vitamin C innholdet skyldtes at Tourima ble høstet før den var fullmoden, men forsøket bør gjentas for å være sikker. Vitamin C innholdet i Tourima er signifikant forskjellig fra resten av sortene av tidligkål (P < 0.001). Blant de resterende sortene har Cambria høyest innhold (55.6) og er statistisk signifikant forskjellig fra Constable og Parel, som har lavest innhold (47.9 og 47.3 mg/100 g FW). De andre sortene (Point-1, CapeHorn, Prestar og Jetma) ligger midt imellom disse.

4.7.3 Høstkål

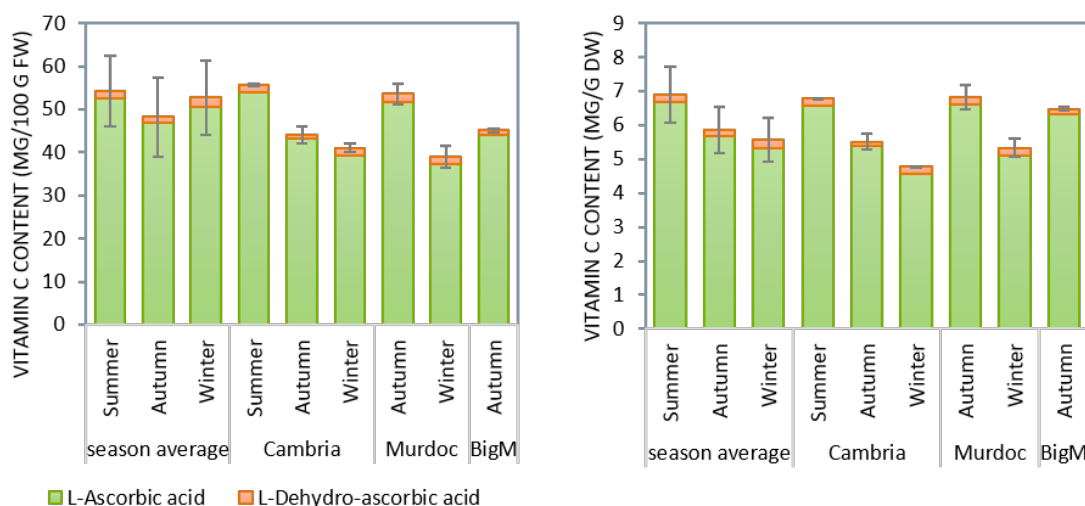
Vitamin C innhold i høstkål varierer mellom 70.5 mg/100 g FW og 36.1 mg/100 g FW, dvs. nesten med en faktor 2 mellom laveste og høyeste. Det er savoykålen Clarissa som ligger høyest og er statistisk signifikant høyere enn alle andre sorter i høstkål segmentet (P < 0.001). Cabbice og Sunny ligger lavest. Etter Clarissa så ligger rødkålen Integro høyest, etterfulgt av Murdoc, Dutchman og Gunma.

4.7.4 Vinterkål

Vitamin C innhold i vinterkålsortene varierte fra 66.4 mg/100 g FW til 39.0 mg/100 g FW. Forskjellene blant vinterkålsortene var statistisk signifikante ($P < 0.001$). Savoysorten Wirosa hadde høyest innhold, etterfulgt av rødkålsortene Rodima og Bandolero. Av de hvite hodekålsortene var det Reaction som hadde høyest innhold av Vitamin C, etterfulgt av Flexima, som begge lå signifikant høyere enn Erdeno og Bartolo. Spisskålsorten Murdoc og den flat-runde Cambria hadde lavest innhold. Hovedsorten til konsum, Bartolo, lå på laveste nivå blant de runde, hvite sortene, og hadde 11.6 mg/100 g FW (20 %) lavere innhold enn Reaction, dvs. her ligger det et potensiale for sortsutvalg basert på helse.

4.7.5 Flere sesonger

Sortene Cambria og Murdoc, som ble dyrket i flere sesonger, hadde høyere vitamin C innhold i tidlig- og høstsesongen enn vintersesongen (Figur 26). Forskjellen er statistisk signifikant, og ligger på ca. 26 % mellom tidlig og vinter for Cambria (7 % mellom høst og vinter). Nedgangen for Murdoc var større enn for Cambria, med 27 % mellom høst- og vintersesongen. 'StorMurdoc', dvs. sorten Murdoc som ble stående i feltet to uker lengre enn resten av sortene, viste også en nedgang på ca. 16 % mot Murdoc. Nedgangen vistes i både målinger per ferskvekt og per tørrvekt, og skyldes derfor ikke forskjellig vanninnhold i plantene. Dette gjelder med forbehold om at sortene bare ble dyrket ett år, sesong-delt på forskjellige steder i Norge, og under forskjellige betingelser av klima, jordsmonn, og gjødsling.



Figur 26 Vitamin C innhold i sorter som ble dyrket over flere sesonger. Error bars angir standardavvik for totalinnhold av Vitamin C ($n=3$).

4.8 Glukosinolater

Glukosinolater (GLS) måles i frysetørkede prøver, og innholdet oppgis ofte i vitenskapelig litteratur basert på mol per tørrvekt ($\mu\text{mol/g}$ tørrvekt). Dette gjør at man kan sammenlikne prøver direkte uavhengig av vanninnholdet. I denne rapporten er innholdet beregnet både basert på tørrvekt og ferskvekt (basert på vanninnholdet målt i prøvene). Metodikk er beskrevet i kap. 7.3.6. I korthet så analyseres alle de enkelte GLS i prøven som så summeres til totalt innhold av GLS (Sum GLS).

For hodekål ble det funnet og analysert for 12 ulike GLS i prøvene (Figur 28). Verdiene for de enkelte GLS er angitt under Tilleggsinformasjon. Sum GLS er oppgitt i **Feil! Fant ikke referanseilden..**

Innen alle tre sesonger i sortsforsøket for hodekål 2016 var det signifikant forskjellig innhold av Sum GLS mellom sortene (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**), både basert på tørrvekt og ferskvekt. Verdiene for alle sorter lå mellom 37.5 og 242 mg/100 g FW, altså en stor variasjon (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Høyeste innhold av GLS ble målt i Wirosa (savoykål i vinterfeltet) og lavest i sorten Cabbice (hvitkål til industri i høstfeltet).

Det ble funnet statistisk høyere gjennomsnittsverdi i vinterkålsortene enn i tidlig- og høstkålsortene, som ikke hadde forskjellige gjennomsnittsverdier.

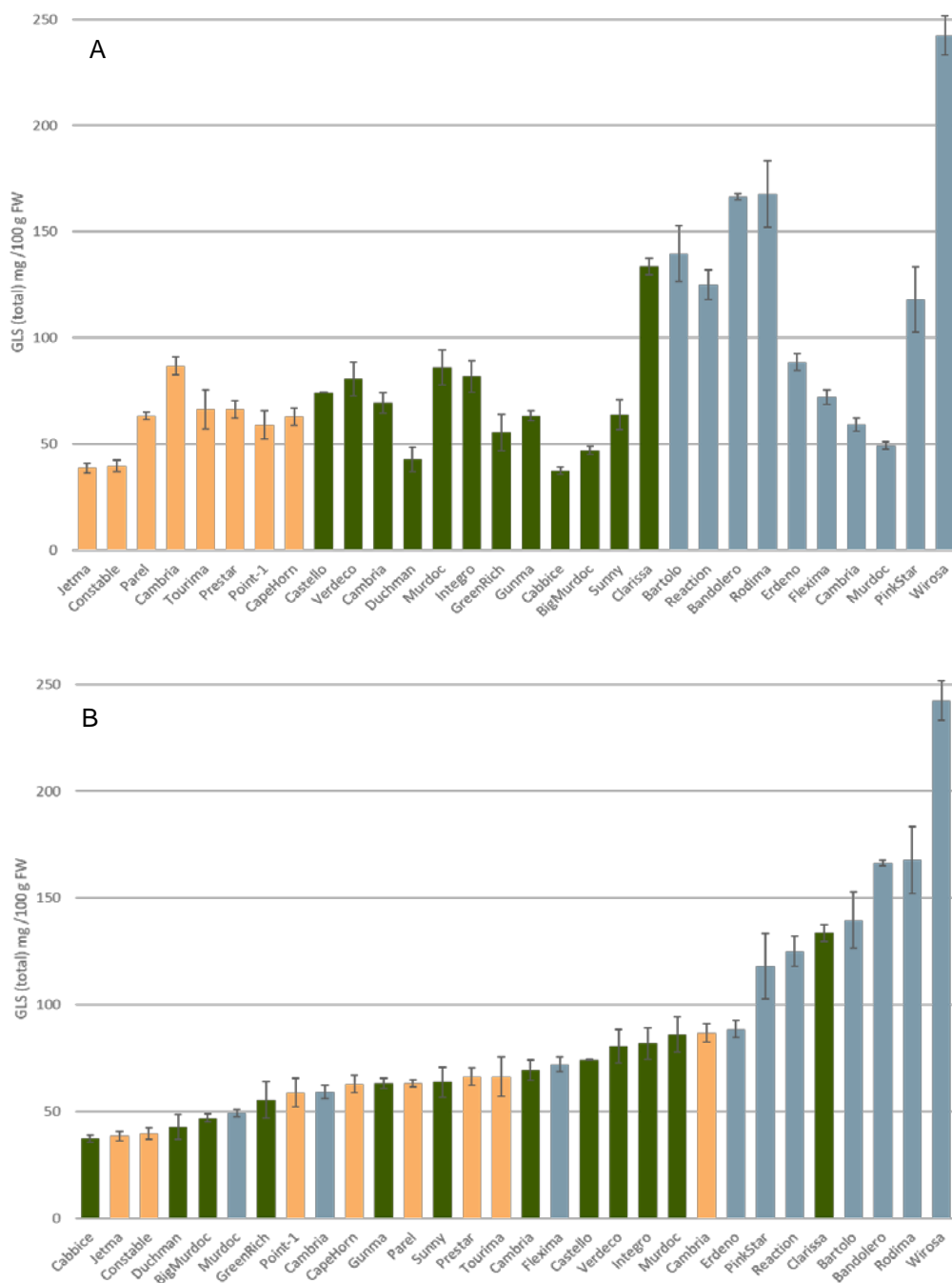
Typer kål med høyt innhold var savoykål, rødkål og vinterkålsorten 'Bartolo'. Det var ellers stor spredning i GLS-innholdet innen tidlig- og høstsortene (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Men det var også variasjon av innholdet av de individuelle GLS (Figur 28) (se også Tilleggsinformasjon). Det kan trekkes spesielt fram at innholdet av glucoraphanin som er forløper til ITC sulforaphane med kreftforebyggende effekt, var høyt i de røde sortene og i den rosa sorten PinkStar (Figur 29).

Tabell 19 Innhold av glukosinolater (Sum GLS) i hodekålsorter dyrket i tre sesonger 2016. Verdiene er angitt ± standardavvik, n = 3. Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

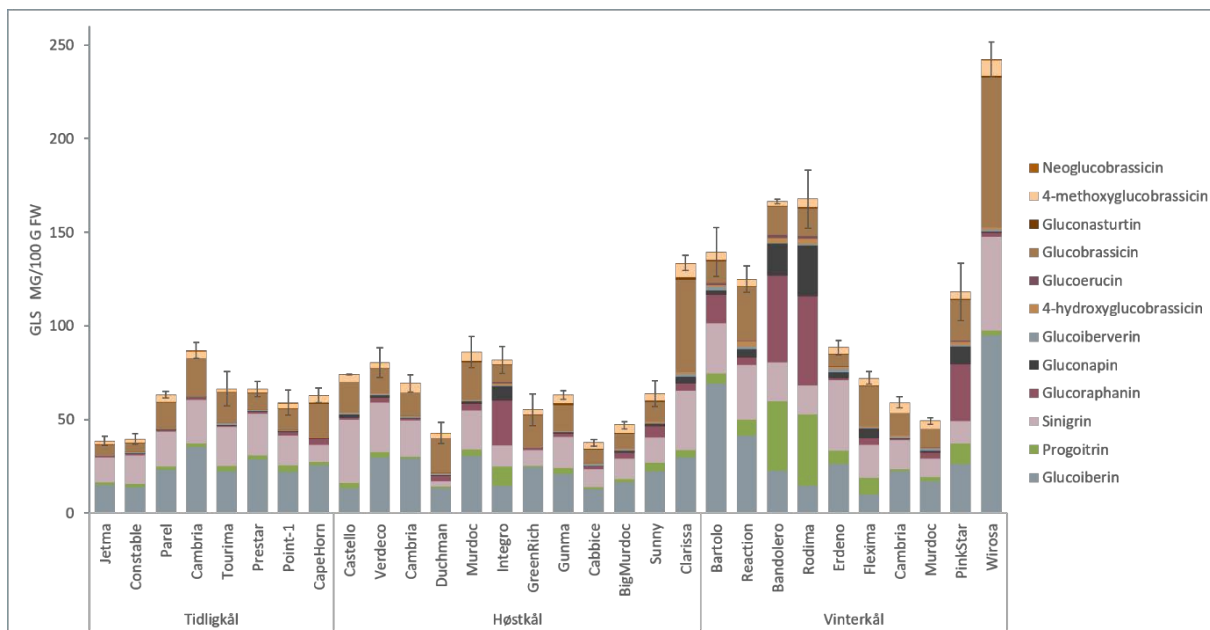
Sort nr./navn	Sum GLS µmol/g DW	Sum GLS mg/100 g FW
T1 Jetma	12.9 ± 0.6 e	38.6 ± 2.3 c
T2 Constable	13.3 ± 0.7 de	39.6 ± 2.7 c
T3 Parel	21.5 ± 0.2 b	63.3 ± 1.7 b
T4 Cambria	25.8 ± 1.2 a	86.8 ± 4.2 a
T5 Tourima	19.5 ± 1.8 bc	66.4 ± 9.2 b
T6 Prestar	21.1 ± 1.0 b	66.2 ± 4.0 b
T7 Point-1	16.6 ± 2.1 cd	59.0 ± 6.7 b
T8 CapeHorn	19.7 ± 1.4 bc	62.9 ± 4.1 b
H1 Castello	20.8 ± 0.3 CD	74.2 ± 0.2 BCD
H2 Verdecò	22.3 ± 1.6 BC	80.5 ± 7.9 BC
H3 Cambria	21.1 ± 1.3 CD	69.3 ± 4.7 CDE
H4 Dutchman	11.9 ± 1.3 G	42.7 ± 5.7 GH
H5 Murdoc	26.6 ± 2.4 B	86.0 ± 8.1 B
H6 Integro	21.9 ± 1.8 C	81.8 ± 7.3 BC
H7 GreenRich	17.0 ± 2.3 DEF	55.3 ± 8.5 EFG
H8 Gunma	18.3 ± 0.7 CDE	63.2 ± 2.3 DEF
H9 Cabbice	13.2 ± 0.5 FG	37.5 ± 1.7 H
H10 StorMurdoc	16.3 ± 0.7 EF	47.0 ± 2.0 FGH
H11 Sunny	21.3 ± 2.0 C	63.8 ± 6.9 DE
H12 Clarissa	32.0 ± 1.0 A	134 ± 4.0 A
V1 Bartolo	32.8 ± 2.4 c	140 ± 13 c
V2 Reaction	30.3 ± 1.7 cd	125 ± 7.0 c
V3 Bandolero	44.4 ± 0.2 b	166 ± 1.3 b
V4 Rodima	39.2 ± 3.3 b	168 ± 15 b
V5 Erdeno	24.5 ± 1.0 d	88.5 ± 3.9 d
V6 Flexima	18.2 ± 0.7 e	72.2 ± 3.4 de
V7 Cambria	16.6 ± 0.6 e	59.1 ± 3.0 e
V8 Murdoc	16.2 ± 0.8 e	49.1 ± 1.7 e
V9 PinkStar	32.2 ± 4.1 c	118 ± 15 c
V10 Wirosa	53.3 ± 1.7 a	242 ± 9.3 a
P-verdier (sorter)		
Tidligkål	<0.001	<0.001
Høstkål	<0.001	<0.001

* T = Tidligkål, H = Høstkål, V = Vinterkål

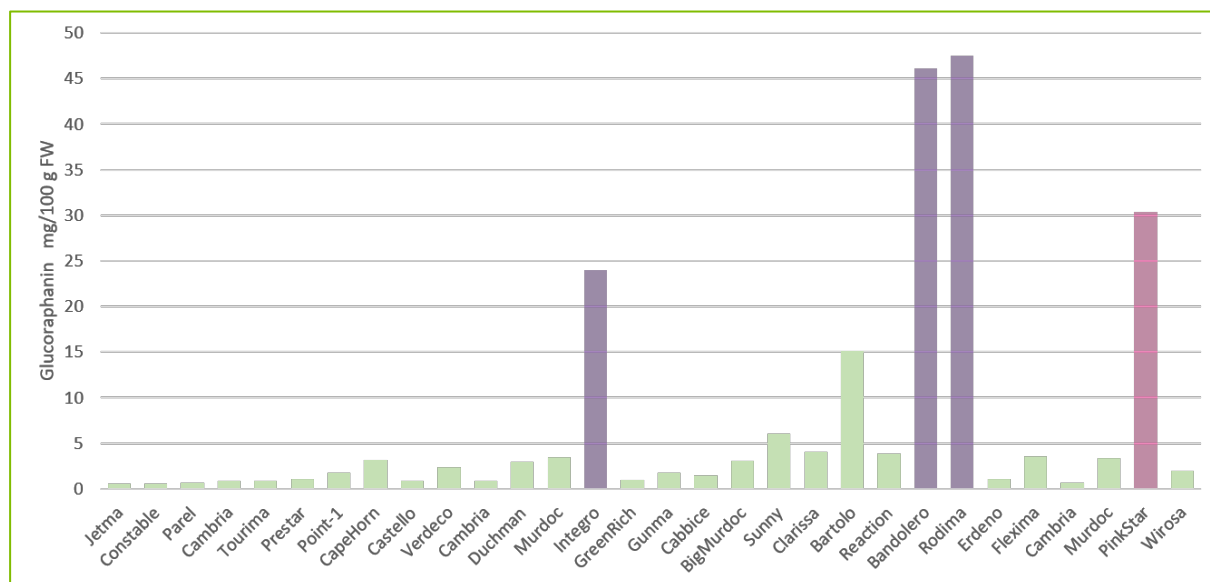
Vinterkål <0.001 <0.001



Figur 27 Innhold av glukosinolater (GLS) i sorter av hodekål dyrket i 2016. (A) Innhold av GLS (sum) i alle sorter hodekål i alle tre sesonger 2016. (B) Sortert fra lavest til høyeste innhold. Fargekoder på sortene: Gul=Tidlig, Brun=Høst, Blå=Vinter



Figur 28 Innhold av de enkelte GLS (12 ulike) i alle sorter hodekål i alle tre sesonger 2016. Tallverdier er oppgitt i Tilleggsinformasjon. Standardavvik er vist for sum GLS.



Figur 29 Innhold av glucoraphanin (GRA) i alle hodekålssorter. Enkelte sorter med høye nivåer. Lilla=rødkål.

4.8.1 Tidligkål

Sorten Cambria, en sen tidligsort, hadde høyeste innhold av GLS (87 mg/100 g FW) og var signifikant forskjellig fra de andre tidligsortene. Fem sorter (Point-1, CapeHorn, Parel, Prestar og Tourima) hadde ganske likt innhold, fra 59-66 mg/100 g FW (både runde og spisse sorter), og de to med laveste innhold, Jetma og Constable, hadde ca. 40 mg/100 g. Tourmia hadde den største variasjonen mellom prøvene.

4.8.2 Høstkål

Høstfeltet hadde tre typer hodekål: hvitkål, rødkål, savoykål, og spennet i GLS innholdet var stort, fra 37.5 til 133 mg/100 g FW (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Savoytypen Clarissa skilte seg spesielt ut med høyt GLS innhold (133 mg/ 100 g FW). Hvitkålen Cabbice for industri hadde lavest nivå 37.5 mg i høstkålfeltet, og også lavest nivå av alle hodekålsortene samlet sett i alle sesonger.

Spisskålen Murdoc hadde høyest innhold (86 mg) av resten av høstkålfeltet, men var ikke statistisk forskjellig fra rødkålen Integro (82 mg), hvitkålen Verdecò (81 mg) og hovedsorten Castello (74 mg). Deretter fulgte Cambria, Sunny, Gunma og GreenRich med statistisk like nivåer mellom 69-55 mg. Dutchman og Cabbice skilte seg ut ved å ha laveste nivå, 43-37.5 mg, alle per 100 g FW.

Spisskål Murdoc ble også høstet etter en uke ekstra vekst i høstkålfeltet (=StorMurdoc), og innholdet av GLS ble nesten halvert, fra 86 til 47 mg/100g FW. Fra sensorisk analyse gikk gjennomsnittsverdiene for smaksegenskapene forbundet med «kål», slik som brennende, svovel og bitter noe ned i StorMurdoc, men var ikke statistisk forskjellige ($p > 0.05$). Nedgangen i GLS og intensitet i smak, finner vi også i den kjemiske profilen av aromastoffer for Murdoc vs. StorMurdoc (Figur 33).

4.8.3 Vinterkål

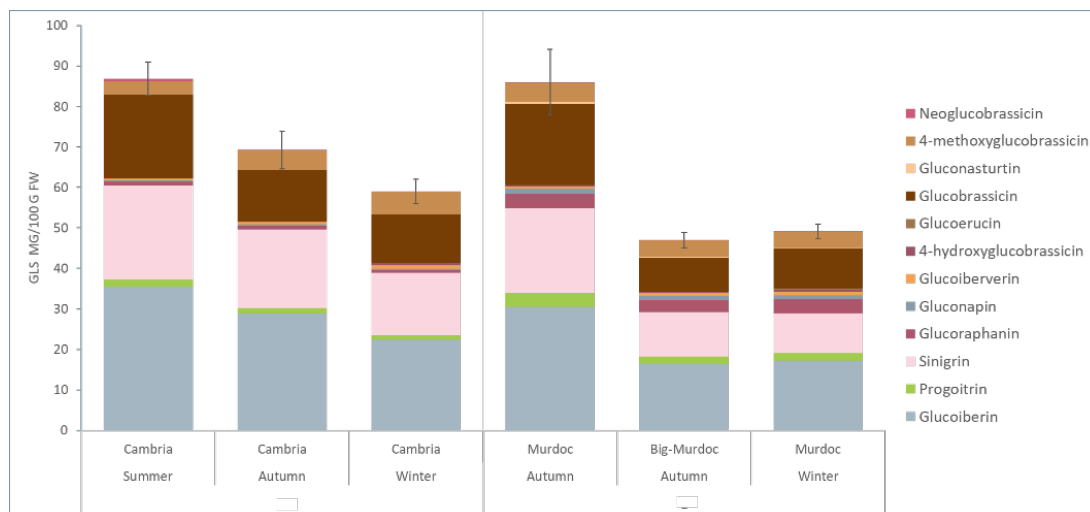
Sortene dyrket i feltet for vinterkål hadde generelt de høyeste nivåene av GLS (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Også her var savoykålen (Wirosa) høyest GLS innhold, 242 mg, også høyeste av alle sortene samlet sett. Deretter fulgte rødkålen Rodima og Bandolero med signifikant likt innhold (167-166 mg). Den rosa-røde sorten PinkStar hadde lavere nivå enn de to røde med et nivå på 118 mg. Hovedsortene av de hvite, Bartolo og Reaction, hadde høyeste innhold av de hvite vinterkålene, hhv 139 mg og 125 mg, etterfulgt av Erdeno, Flexima, Cambria og Murdoc, de to sistnevnte også dyrket i tidligere sesonger, og ikke typiske vinterkålsorter. Alle verdier per 100 g FW.

4.8.4 Sorter hodekål dyrket i flere sesonger

Hvitkål Cambria, samme frømateriale, ble dyrket i alle tre sesongene, men på forskjellige lokaliteter (produsenter). Innholdet av total GLS var høyest i tidlig sesong og lavest i sen sesong, og forskjellen var signifikant ($p < 0.05$) (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Murdoc ble dyrket i sesong høst og vinter, og hadde også høyeste innhold i tidligste sesong (86 mg/100 g FW) sammenliknet med dyrking i vinterfeltet (49 mg/ 100 g FW), dvs. 68 % av nivå i tidligfeltet. Murdoc sto også lengre i høst-feltet (StorMurdoc), og innholdet av GLS ble i gjennomsnitt for prøvene 55 % lavere. Samme trend i nedgang hadde også vitamin C (Figur 26).

Det kan være flere faktorer som påvirket innholdet enn sesongen ettersom de ble dyrket på to ulike steder, og forsøket var kun ett årsgjentak.



Figur 30 Innhold av GLS i sorten Cambria i tre sesonger, tidlig, høst og vinter, og Murdoc i to sesonger (høst og vinter).

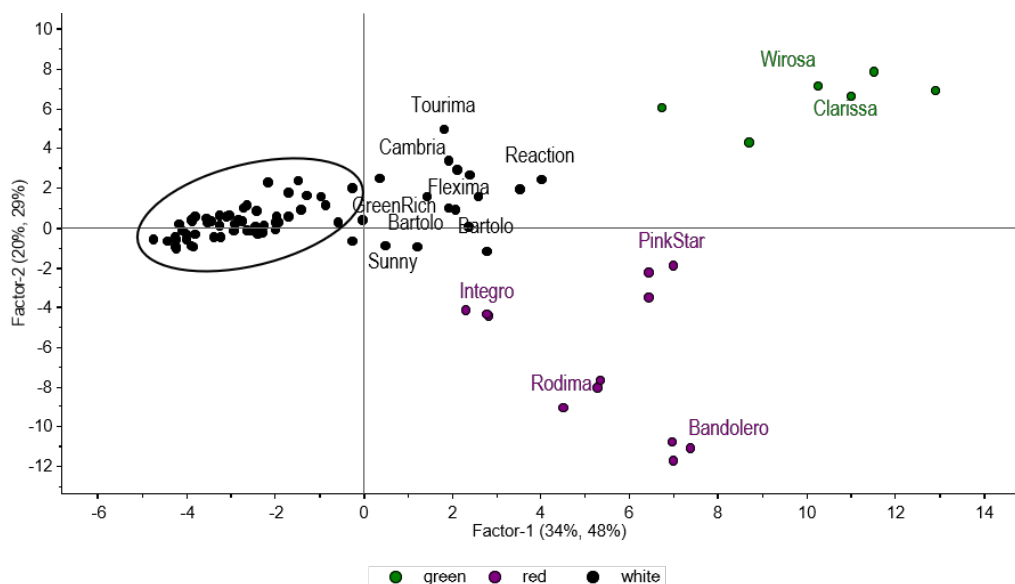
4.9 Aromastoffer

4.9.1 Variasjon i aromastoffer i hodekål

Til sammen 60 aromastoffer ble funnet i hodekål og inngår i analysene. Det er tydelig skille i aromastoffer mellom hvite sorter, røde sorter og savoy-sorter (betegnet som «green» i kartet, Figur 31, se avsnitt 3.7 for forklaring på hvordan lese PLS-kartet).

Det er større forskjeller i aroma blant de røde sortene, sammenlignet med forskjellene mellom hvite sorter. Bandolero (rød) er mest forskjellig fra hvit hodekål, mens Integro (rød) ligner på de hvite sortene i aroma. De to savoykålsortene Wirosa og Clarissa ligner hverandre i aroma, men er tydelig forskjellig fra hvit hodekål. For å se på differensieringspotensialet mellom kun hvite sorter, ble savoykål tatt ut og evaluert som en egen gruppe i tillegg, og er diskutert lenger nede.

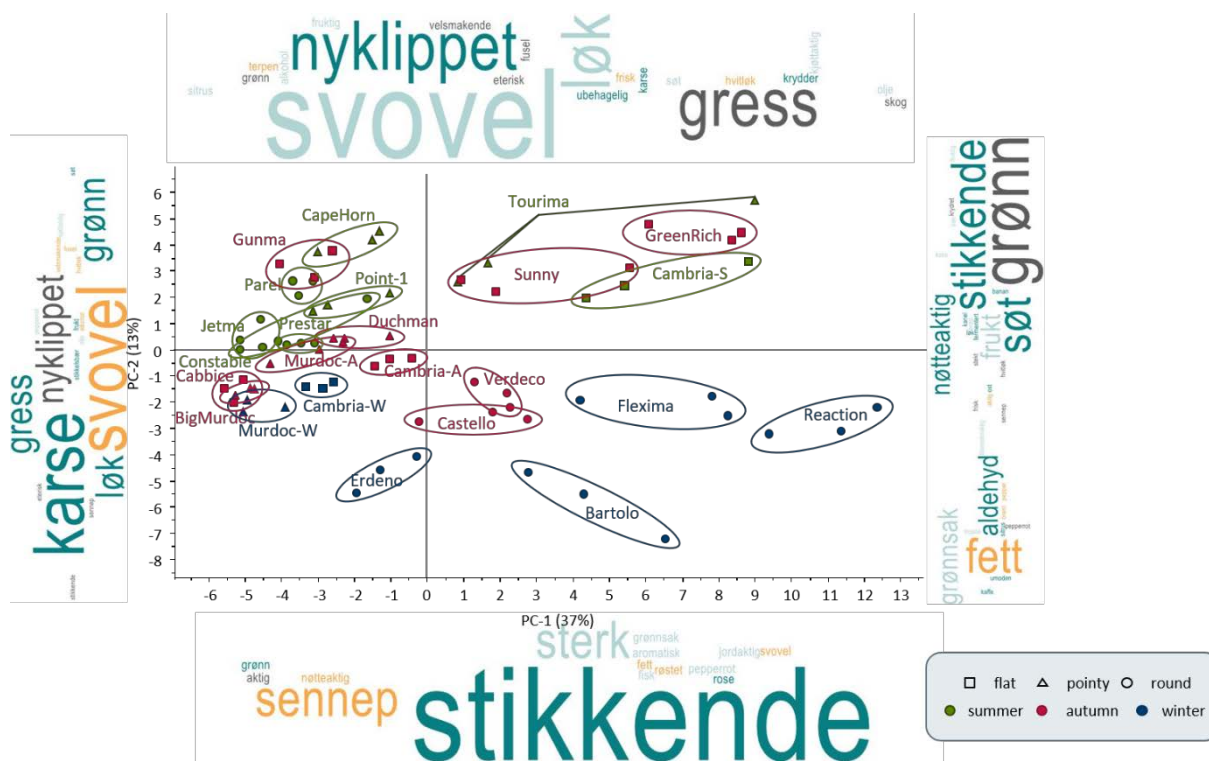
Luktbeskrivelsen for de aromastoffene som drar sortene i horisontal retning er preget av ord som «grønn, brennende, pepperrot, sterk, sennep, fruktig, eple, nøtteaktig, blomsteraktig» for røde og savoy-sortene som befinner seg på høyre side av aromakartet, mens ord som «svovel, brennende, sennep, aromatisk, terpen, løk og jord» beskriver mange av de hvite sortene som befinner seg på venstre side av aromakartet. I tillegg er det en betydelig separasjon av sortene i vertikal retning. Her skiller ord som «grønn, søt, frisk, mint, aldehyd, frukt» aromastoffene i savoy-sorter som ligger i øvre del av kartet, fra «skarp, grønn, stikkende, karse, aromatisk» som preger de røde sortene i nedre del av kartet vist i Figur 31.



Figur 31 PLS-kart over alle hodekålssorter dyrket i 2016, basert på kjemisk analyse av aromastoffer. Sorter som skiller seg ut er nevnt med sortsnavn, se Figur 32 for høyere oppløsning på hvite sorter (svart sirkel).

Blant hvite sorter av hodekål var det tre forskjellige former som var med i forsøket, spisskål, avlatet kål, og «vanlig» rund hodekål, markert med tre ulike tegn i Figur 32. Hovedskillet mellom de hvite sortene ligger i horisontal retning i kartet (Figur 32), og forklarer 37 % av forskjellene mellom sortene. Sortene som ligger på venstre side av kartet inneholder mye av aromastoffene som beskrives med ord som «svovel, grønn, søt, karse, nyklippet gress, fruktig», mens sortene på høyre side av kartet beskrives i økende grad (jo lenger de ligger fra krysspunktet) av aromastoffer som beskrives med «stikkende, pepperaktig, pepperrot, fett, aldehyd, søt, nøtteaktig».

I tillegg er det et skille i vertikal retning, selv om forskjellene ikke er like store (13 %) som i horisontal retning: alle tidligkålssorter (grønne sirkler) med unntak av Cambria befinner seg i øvre del av kartet, alle vinterkålssorter (blå sirkler) befinner seg i nedre del av kartet, og høstkål (røde sirkler) ligger hovedsakelig i øvre del av kartet med noen unntak; Verdeco, Castello, Cambria, Cabbice og Murdoc ligner mer på vinterkål enn tidligkål. Vinterkålssortene inneholder mye av aromastoffene som beskrives med «stikkende, sterk, sennep og jordaktig», mens tidligkålen har mer av aromastoffene som beskrives med «nyklippet gress, svovel, løk, frisk, sitrus og grønn».



Figur 32 PCA-kart over kun hvite sorter av hodekål dyrket i tre forskjellige sesonger, basert på kjemisk analyse av aromastoffer. Sirkler markerer de tre biologiske gjentakene i hver sort som ble analysert. Langs kanten er det ført opp ordskyer av aromastoff-beskrivelsen til de kjemiske stoffene som spenner kartet i hver sin retning. Jo oftere ordet er brukt i beskrivelsen, og jo flere aromastoffer som beskrives med samme ord, jo større er skriften.

Analyse av aromastoffer viser at alle spisskål-sortene (Point-1, CapeHorn, Dutchman, (Big)Murdoc) har noen felles kjemiske stoffer, og grupperer seg på venstre side av kartet (se fotnote¹). De flate og de runde kål-sortene kan deles i to grupper hver, der den ene gruppen ligner på spisskål i innhold av aromastoffer (flate: Cambria (høst og vinter), Cabbice og Gunma, runde: Jetma, Constable, Prestar, Parel og Erdeno), mens den andre gruppen har en aromaprofil med høyere innhold av stoffer med «stikkende og grønn» aroma (flate: Sunny, Cambria (tidlig), GreenRich; runde: Reaction, Flexima, Castello, Verdeco).

Dette øker potensialet for produkt-differensiering i markedet, da kål med forskjellig aroma gir mulighet for forskjellige bruksområder.

Det er større variasjon blant de sortene som befinner seg på høyre side av kartet (Bartolo, Reaction, Flexima, Cambria (tidlig), Sunny, GreenRich og Castello), dvs. de tre gjentakene ligger lenger fra hverandre enn på de fleste av sortene som ligger på venstre side av kartet (unntak: Constable). Dette kan gi en indikasjon på hvor homogen sorten er i aromaen sin.

4.9.2 Sorter hodekål dyrket i flere sesonger

De sortene som ble dyrket i flere sesonger, Cambria i sommer/tidlig, høst og vinter, og Murdoc i høst og vinter, beveger seg gjennom kartet (Figur 32), fra høyere innhold av aromastoffer med en grønn, stikkende lukt på sommeren til høyere innhold av aromastoffer med en mer karseaktig, svovel-preget lukt i høst- og vintersesongen.

¹ NB. Tourima tas ut av diskusjonen av aromastoffer siden den sannsynligvis ikke var ferdig utviklet da den ble høstet, og aroma av umodne vekster er tydelig forskjellig fra modne.

I Cambria er det hovedsakelig mengde aldehyder, forbindelser med en grønn, fruktig lukt, som forringes i løpet av sesongen, mens mengde av isothiocyاناتer, forbindelser som beskrives en stikkende, pepperaktig aroma, ikke forringes like mye (Figur 33). Dette gjør at balansen mellom de to stoffgruppene forskyver seg.

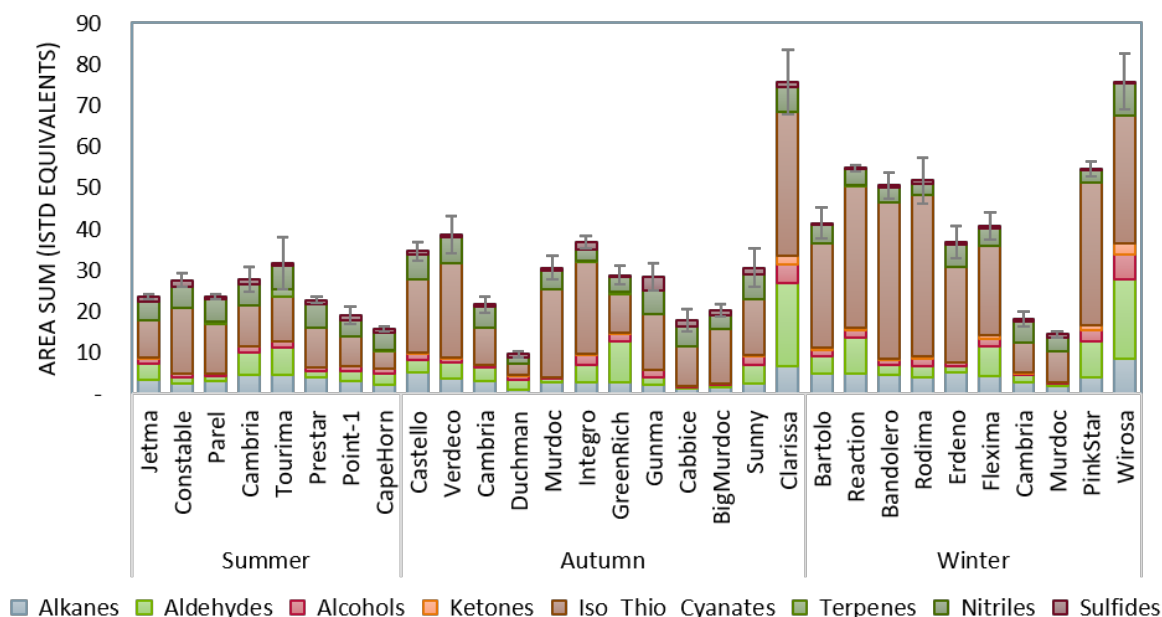
I Murdoc skjer det omvendte med samme resultat, mengden av isothiocyاناتer («stikkende») minker i løpet av sesongen, mens mengden av aldehyder («grønn») er omtrent lik. Dette resulterer i at både Cambria og Murdoc i høst- og vintersesongen grupperer seg, basert på innhold av aromastoffer, sammen med tidligkål-sortene.

For markedet kan det derfor være interessant å vurdere en høstdyrket Murdoc for ferskkonsum.

4.9.3 Sammensetningen av aromastoffer i hodekål

Sammensetningen av ulike aromastoffer etter stoffklasse for hodekål-sortene dyrket i 2016 er vist i Figur 33. Aromastoffene som er tatt med i analysen omfatter ca. 60 ulike forbindelser for hodekål.

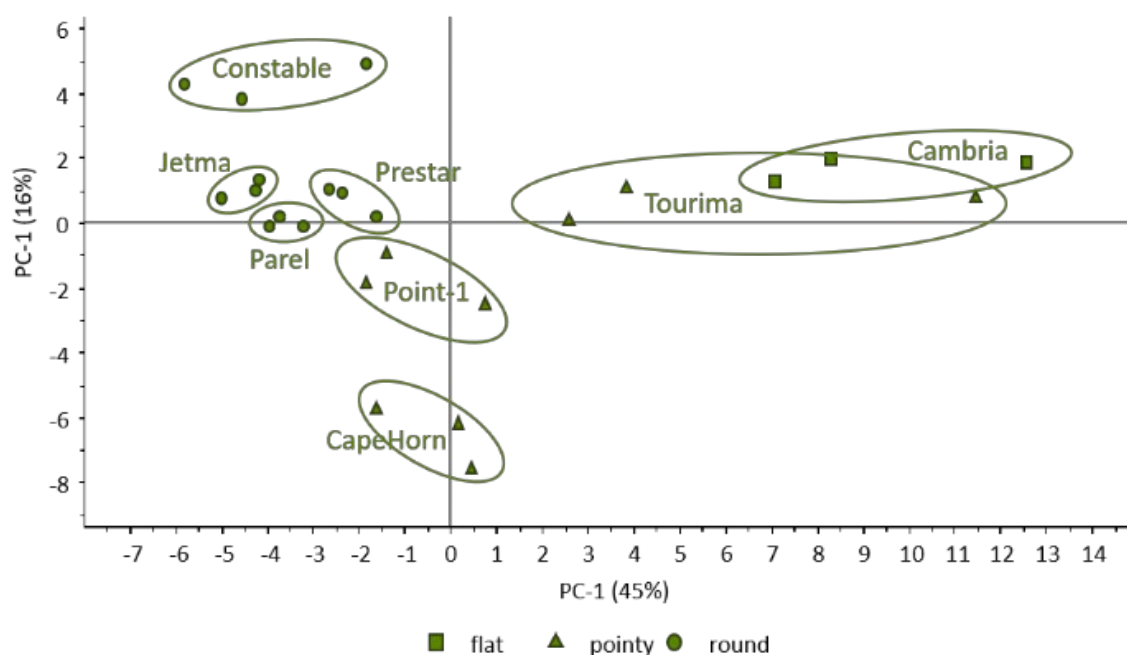
De tre sortene CapeHorn i tidligsesongen, Dutchman i høstsesongen og Murdoc i vintersesongen utmerker seg med lavest mengde av aromastoffer, mens savoy-sortene Clarissa og Wirosa har høyest mengde aromastoffer. Sortene i tidlig- og høstsegmentet har i gjennomsnitt lavere nivå av aromastoffer enn vintersortene. Det skal nevnes her at det teoretiske nedbrytningsproduktet til GLS forbindelsen glucoraphanin, sulforaphane, ikke ble funnet i noen av de flyktige analysene, mens glukosinolat-analysen har vist utgangsstoffet glucoraphanin i til dels store mengder, spesielt i rødkål. Sulforaphane antas derfor å ikke være flyktig, og fanges ikke opp av aroma-analysen.



Figur 33 Oversikt over sammensetning av aromastoffer, gruppert i stoffklasser, i hodekål-sorter dyrket i tre sesonger i 2016.

4.9.4 Tidligkål

PCA-kartet over tidligkålssorter (Figur 34) viser et tydelig skille i horisontal retning, mellom Cambria på høyre side, og hovedsorten Jetma, Parel og Prestar på venstre side.



Figur 34 Oversikt over tidligkålssortene av hodekål, basert på aromastoffer.

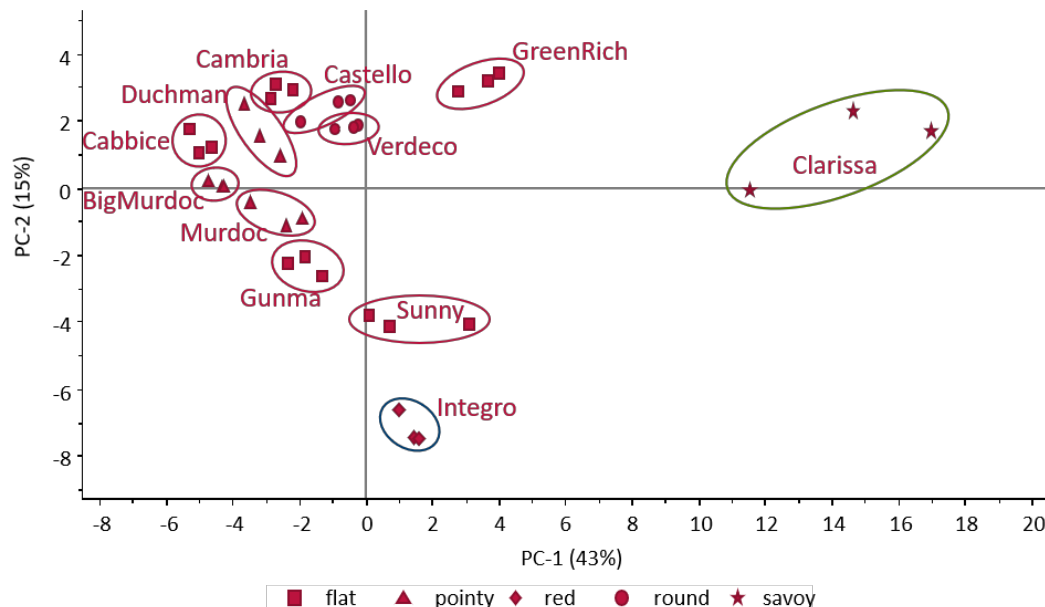
Cambria på høyre side i kartet, har mer av de aromastoffene som beskrives med ord som «stikkende, brennende og grønn», enn de andre sortene. Dette stemmer godt overens med sensorisk beskrivelse av sorten Cambria som «bitter med kraftig ettersmak, lukt av nyklippet gress». Tourima, som ligger i samme region som Cambria, men som sannsynligvis ikke var ferdig modnet ved høstetidspunkt, beskrives også med «intens, bitter smak» av sensorisk panel. Parel ble derimot i sensorisk panel bedømt til å ha mest brennende og svovelsmak av tidligsortene, noe som ikke gjenspeiler seg like tydelig i aromastoffprofilen. Men Parel har lite av de «grønne» aldehydene som kan påvirke smak og lukt av denne sorten.

I vertikal retning er Constable i toppen av kartet og CapeHorn i bunnen av kartet de to sortene som er motsatt hverandre, der Constable har mye av aromastoffer med «grønn, stikkende, svovelaktig» aroma og CapeHorn har lite av dem, men kjennetegnes av aromastoffer med florale aromaer som «rose, sitrus, mynte og krydder». Sensorisk er Constable beskrevet med «syrlig og søt smak», mens CapeHorn er beskrevet med «blomsterlukt», og Point-1 med «lukt av nyklippet gress». Generelt har CapeHorn og Point-1 minst total mengde av aromastoffer av alle tidligkålssorter, men også minst mengde av de «brennende, stikkende» aromastoffene, mens Cambria og Constable har mest. Det er verdt å merke seg at Jetma og Constable hadde relativt lavt innhold av total mengde glukosinolater (se kap. 4.8.1) som er opphav til enkelte grupper aromastoffer.

Det er også tydelig av spredningen på de biologiske gjentakene (størrelsen av sirkelene) for hver sort at sortene Cambria, Point-1, Constable og CapeHorn har større variasjon av aromastoffer innenfor sorten

enn Jetma, Parel og Prestar. Siden Tourima, som sannsynligvis ikke var ferdig modnet, har størst spredning, kan man spekulere her om de sortene med stor spredning ikke var fullt modne ennå.

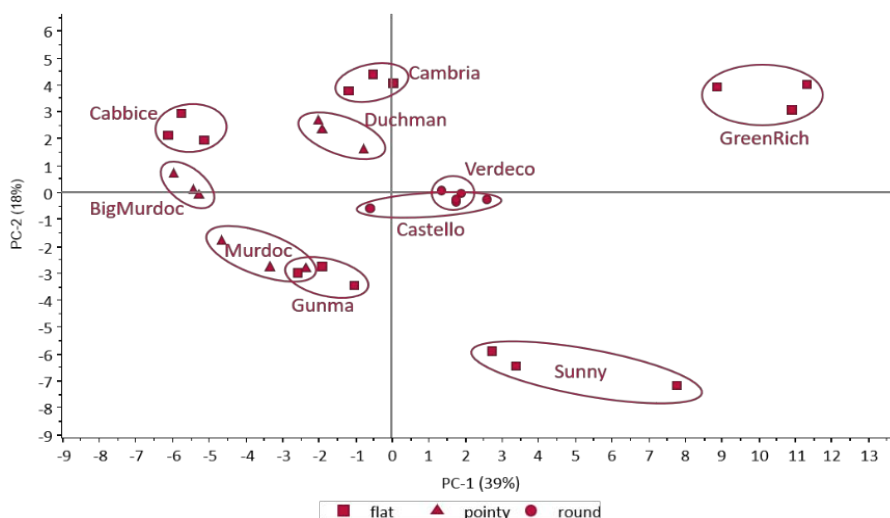
4.9.5 Høstkål



Figur 35 Oversikt over høstkålsortene av hodekål (hvit, rød og savoy), basert på aromastoffer.

PCA-kartet over høstkålsortene (Figur 35) er veldig påvirket av savoykålsorten Clarissa. Det er den som bidrar mest til spredningen i horisontal retning (hovedretning, PC-1) og sorten har mye av aromastoffer beskrevet med «grønn, brennende og stikkende». Sensorisk er Clarissa beskrevet som en smaksintens sort med mye bitterhet, gress-smak og ettersmak, og ligger høyest av alle høstsorter på grønnlukt og blomsterlukt. Samtidig er den røde sorten Integro ansvarlig for mesteparten av spredningen i vertikal retning (PC-2), og har mye av aromastoffer med «karse, fusel, aromatisk, brennende, svovel» egenskaper. Sensorisk er Integro beskrevet med «markant svovel-lukt og -smak» og har signifikant lav score på grønnlukt, og skiller seg også ut i det sensoriske PCA-kartet (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Ser man kun på hvite høstkålsorter (Figur 36), så ligger de runde sortene Castello og Verdeco i sentrum av kartet, dvs. de har en «balansert» mengde aromastoffer i forhold til sorter som ligger som ytterpunkter. Den horisontale retningen blir spent ut av GreenRich (flat) på høyre side av kartet, som har mye av aromastoffer med «grønn, brennende, stikkende» beskrivelse, og Cabbice (flat) og Murdoc (spiss) på venstre siden av kartet, som har lite av de samme aromastoffene. Sensorisk panel beskrev GreenRich som «har blomsterlukt og middels bitterhet», dvs. scorer signifikant høyt på blomsterlukt og signifikant lav på svovellukt blant høstkålsortene. Cabbice ble sensorisk beskrevet med «middels bitterhet» og scorer signifikant lav på blomsterlukt og signifikant høyt på kjellerlukt i høstsegmentet. StorMurdoc lå enda lavere på svovellukt og signifikant lav på kjellerlukt, og er beskrevet som «mild sort med lite bittersmak». Dette stemmer godt overens med det kjemiske aromakartet.



Figur 36 PCA-kart over de hvite høstkålsortene av hodekål, basert på aromastoffer.

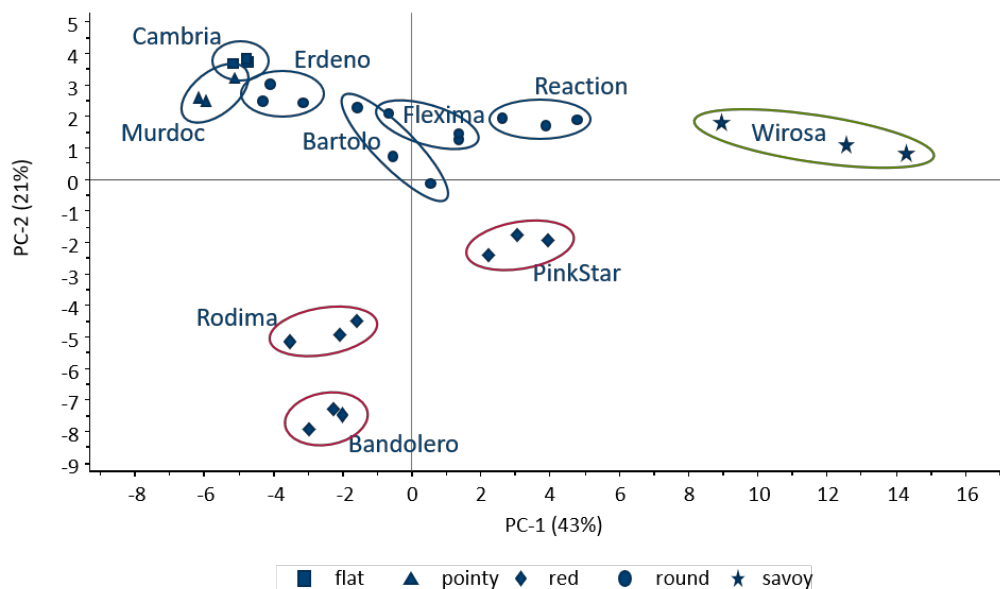
Blant høstkålsortene er det Dutchman som har minst total mengde av aromastoffer og sin plassering nesten i midten av kartet tilsier at fordelingen av de ulike aromastoffklassene er balansert (Figur 33); dvs. den har like lite isothiocyannater (stikkende, brennende) som aldehyder (grønn, fruktig), og forholdsvis like mye av alle aromastoffklassene. Sensorisk ligger Dutchman også «midt på treet» i alle luktegenskaper. Denne sorten er også lav i mengde glukosinolater (Figur 28).

I vertikal retning ligger Sunny (flat) i nedre del av kartet, og har mye av aromastoffer som beskrives med «svovelaktig, pepperrot, karse, aromatisk», men sensorisk ble Sunny beskrevet som relativt mild, samtidig som den hadde nest høyeste verdi for luktintensitet, bare slått av savoy Clarissa (Figur 15).

Cambria (flat/rund) og GreenRich (flat) ligger i øvre del av kartet. Forskjellen mellom Sunny og GreenRich ligger hovedsakelig i total mengde nitriler og isothiocyannater, som Sunny har mer av, mens GreenRich har mer aldehyder («grønn, fruktig») og terpenener («skog-, krydder-aroma»).

Alle spisskålsortene i høstsegmentet ligger på venstre side av kartet, men Murdoc har mer av de «stikkende, brennende, karse» aromastoffer enn Dutchman. I tillegg ser man en nedgang i nivået av de samme stoffene når Murdoc får lov å vokse 2 uker lenger i feltet (Murdoc > StorMurdoc), og sortens spredning (størrelsen på sirkelen) blir mindre. I høstsegmentet åpner dette for produkt differensiering? Både de runde sortene og de spisse sortene er forholdsvis like innbyrdes for aromastoffer, slik de også ble beskrevet sensorisk. Den flate sorten GreenRich skiller seg ut og har forskjellige kjemiske aromaegenskaper som bør undersøkes nærmere, og kanskje kan utnyttes for produkt differensiering. Den omtales hos frøleverandør Takii med «excellent taste».

4.9.6 Vinterkål

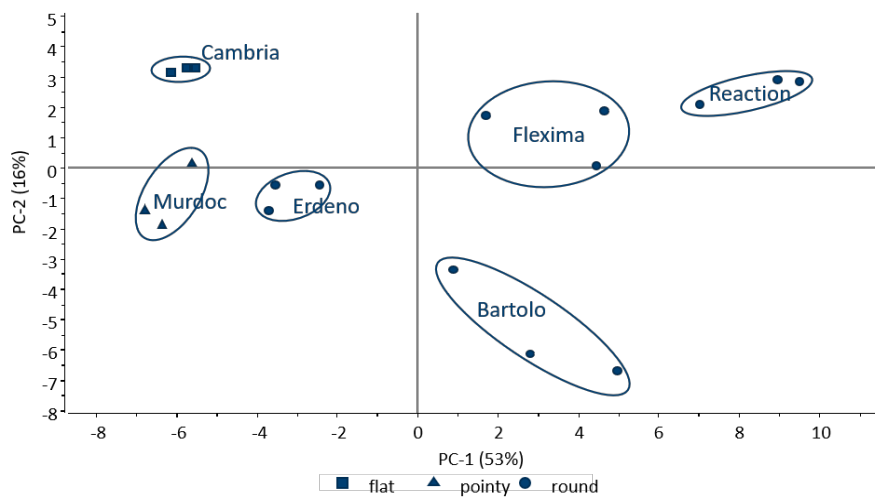


Figur 37 PCA-kart over vintersortene av hodekål (hvit, rød og savoy), basert på aromastoffer.

Vinterkålsortene viser en lignende trend som høstkålsortene (Figur 37). Aromakartet ligner også veldig på det sensoriske kartet (Figur 18). Savoykål-sorten Wirosa spenner kartet i horisontal retning, mens rødkålsortene Bandolero, Rodima og PinkStar spenner kartet i vertikal retning. Både savoykål-sorten og rødkål inneholder mye av aromastoffer som beskrives med «sterk, stikkende, grønn og fruktig», men det er forskjellige aromastoffer som har høy konsentrasjon i de to ulike kåltypene. PinkStar, den rosa, er forskjellig fra Bandolero og Rodima, og har høyt innhold av blomkarse-aroma. Det sensoriske panelet oppfattet også en svak, men ikke signifikant forskjell mellom PinkStar og de to røde sortene, med noe høyere verdi for blomsterlukt på PinkStar, men alle tre hadde høye score for brennende smak (Figur 18) som nok er med på å maskere nyanser i lukt og smaksbildet. Her kan det være muligheter for produkt differensiering i ulike bruksområder, også knyttet til tekstur og farge.

Innenfor de hvite vinterkålsortene beskriver aromakartet over 50 % av forskjellene langs hovedaksen PC-1 (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**). Her ligger Reaction, Bartolo og Flexima på høyre side av kartet, med forholdsvis høyere innhold av aromastoffer med «brennende, stikkende og grønn» aroma, mens Murdoc, Cambria og Erdeno ligger på venstre side og har mer av «svovel og karse» aromastoffer og mindre av brennende, stikkende aromastoffer. Sensorisk er disse beskrevet med «lav bitterhet» og Erdeno i tillegg med «mye grønnlukt», så her sammenfaller sensorisk og kjemisk profil av sortene.

Siden Bartolo, Flexima og Reaction er runde sorter, kan de brukes om hverandre, mens Murdoc, Erdeno og Cambria har ganske like aromaegenskaper med mindre smaksintense aromastoffer, men har forskjellig form og størrelse, og har derfor potensial til å øke produktspekteret i det sene høst-markedet utover de vanlige vinterlagrings-sortene.



Figur 38 PCA-kart over hvite vintersorter av hodekål, basert på aromastoffer.

5 Blomkål – resultater fra sortsforsøket

5.1 Feltforsøket og informasjon om sortene

Sortsforsøk i blomkål ble gjennomført i 2017, med 11 sorter (**Feil! Fant ikke referanseilden.**): 8 hvite, en gul, en lilla og en grønn (romanesco). Sortene ble valgt ut etter en grundig prosess hvor de fleste prosjektdeltakerne var involvert. Det ble lagt vekt på å ha med både velkjente sorter og ukjente sorter, og sorter med mulige andre egenskaper (f.eks har en av sortene klumprotresistens) enn de som er i vanlig bruk i Norge nå. I tillegg ble det lagt vekt på å ha med sortsmateriale fra mange ulike sortseiere (frøfirma) for å ha størst mulig spredning i genetisk bakgrunn. Et kriterium for sortsvalget var også at sortene skulle være egnet til produksjon i perioden tidlig - tidlig høst.

Forsøkene ble lagt i blomkålfelt hos IHLA Samdrift i Lier. Feltverten utførte alt daglig stell av forsøksfeltet, mens etablering og all registrering ble utført av NLR Viken. NIBIO og NLR var ansvarlig for forsøksplanen, og NIBIO var ansvarlig for tallbehandling og resultatfremstilling av vekstdata etter forsøkene. Blomkålen ble transportert med kjøletransport til Nofima.

Tabell 20 Tilleggsinformasjon for blomkålsorter dyrket i 2017. Alle sortene er F1 hybrider.

Sort	Sortseier	Farge	Plantetall pr daa	Vekst- døgn angitt	Dato			Vekst- døgn	Kommentar
					Såing	Planting	Høsting		
Freedom F1	Seminis	hvit	5000	63-68	28.mai	25.jun	26.08.	62	Hovedsort konsum
Delfino F1	Clause	hvit	5000	65-75	28.mai	25.jun	27.08.	63	Mye brukt sort til konsum og industri.
Korlanu F1	Syngenta	hvit	5000	65-72	28.mai	25.jun	27.08.	63	Konsum Norge
Liria F1	Bejo	hvit	5000	70-82	23.mai	20.jun	28.08.	69	Konsum og industri Norge, plantes 5 d tidligere enn resten.
Synergi F1	Enza Zaden	hvit	5000	65-72	28.mai	25.jun	27.08.	63	Konsum Norge
Clarina F1	Syngenta	hvit	5000	70-82	23.mai	20.jun	25.08.	66	Klumprotresistent. Planter 5 d tidligere enn resten.
Socius F1	Rijk Zwaan	hvit	5000	65-75	23.mai	20.jun	25.08.	66	Relativ ny, Konsum og industri, plantes 5 d tidligere enn resten.
Ferrara F1	Hazera	hvit	5000	65-70	28.mai	25.jun	24.08.	60	
FlameStar F1	Syngenta	gul	5000	65-70	28.mai	25.jun	30.08.	66	
Depurple F1	Syngenta	lilla	5000	65-70	28.mai	25.jun	26.08.	62	Lysere enn Grafitti, men bedre plante, lettere å dyrke.
Veronica F1	Bejo	grønn	5000	65	28.mai	25.jun	05.09.	72	Romanesco, hovedsort høst i dag.

5.2 Vekstegenskaper – blomkål

v/ Ingunn Vågen og Gerd Guren

Vekstegenskapene som presenteres er kvalitative og kvantitative data for ytre kvalitet og fysiske egenskaper ved sortene (se metodebeskrivelse kap. 6.1). Sammen med alle sensoriske og kjemiske analyser gjennomført av Nofima, bidrar de til å gi et så fullstendig bilde som mulig av hver enkelt sorts egnethet til ulike formål.

Feltvert: Ihla samdrift DA, Lier

Gjennomføring av forsøket: NLR Viken v/ Hans Håkon Helmen

Nærmeste værstasjon: Lier

Forsøksfeltet med sorter av blomkål ble lagt inne i et blomkålfelt i Lier i Buskerud (nå Viken). Siden det var litt ulik forventet veksttid mellom sortene, ble 3 av sortene sådd og plantet 5 dager tidligere enn de andre for å forsøke å få alle sortene høstklare samtidig (**Feil! Fant ikke referanseilden., Feil! Fant ikke referanseilden.**). Høstingen ble gjort fra 24. til 30. august 2017 for alle sorter unntatt romanesco-sorten Veronica, som ble høstet 5. september. Veronica ble dermed for sent moden til å inngå i den sensoriske analysen ved Nofima.

Sortene ble lagret på kjølelager hos feltvert inntil transport til Nofima. På grunn av klumprotangrep i deler av forsøksfeltet ble det bare registrert og høstet blomkålhoder på to av de tre gjentakene i forsøket.

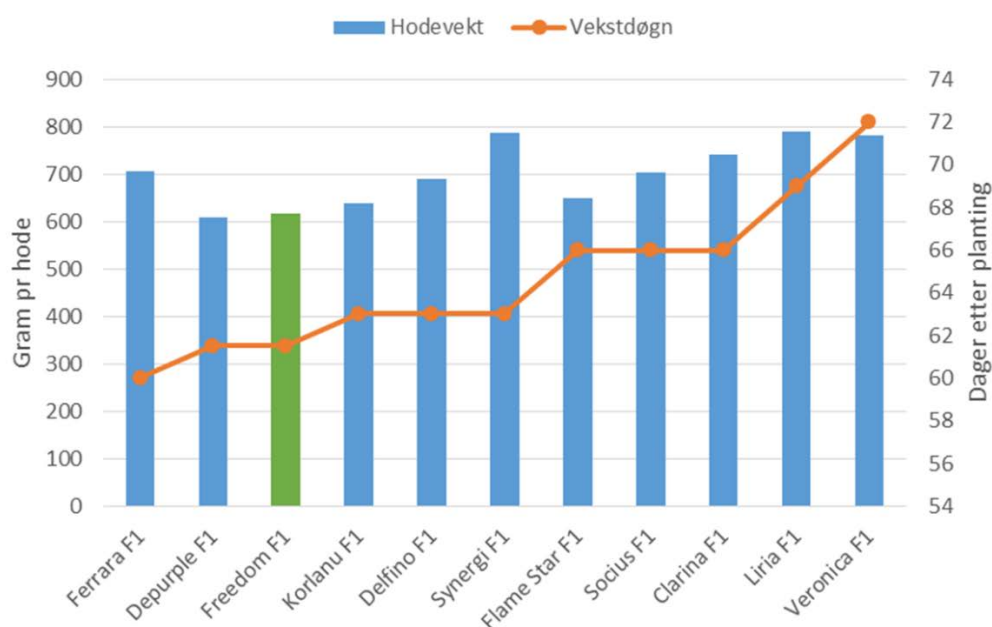
Flere av vekstegenskapene ble vurdert på en skala fra 1 til 9, hvor 9 som hovedregel er best, sterkest, mest positiv bedømming.

Tabell 21 Vekstegenskaper for blomkål i sortsforsøk 2017. Pga angrep av klumprot i deler av forsøksfeltet er tallene i tabellen basert på to av de tre gjentakene i forsøket. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ. Grupperingsinformasjon med konfidensintervall 95 % er angitt med bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre. n= 20-58

Sort		Vekstdøgn		Hodevekt		Salgbare hoder		Gjennom -voksing	Mosing	Rød- / misfarging	
Nr.	Navn	d		g		%		Ant.	Ant.	1 - 9	
1	Freedom	62	d	618	a	75	a	0	0	9.0	a
2	Delfino	63	cd	690	a	93	a	0	0	9.0	a
3	Korlanu	63	cd	638	a	92	a	0	0	9.0	a
4	Liria	69	ab	790	a	87	a	0	0	8.5	a
5	Synergi	63	cd	786	a	94	a	0	0	9.0	a
6	Clarina	66	bc	741	a	83	a	0	0	9.0	a
7	Socius	66	bc	704	a	62	a	0	0	9.0	a
8	Ferrara	60	d	708	a	80	a	0	0	9.0	a
9	FlameStar	66	bc	649	a	93	a	0	0	9.0	a
10	Depurple	62	d	609	a	94	a	0	0		
11	Veronica	72	a	782	a						
P-verdier (sorter)											
Blomkål		<.0001		0.0161		0.0715		-	-	0.4945	

Det var 12 dagers forskjell i veksttid mellom tidligste sort Ferrara, med 60 dager, og seneste sort Veronica (romanesco), med 72 dager veksttid (Figur 39). Av de hvite sortene var Liria den seneste sorten med 69 dager. Hovedsorten Freedom hadde 62 dagers veksttid (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Veksttiden som vises for sorten Clarina kan være påvirket av at feltvertens høstemannskap ved en feil kom til å høste 12 hoder fra en av forsøksrutene med Clarina to dager før første forsøkhøsting. Derfor er reell veksttid antagelig noe kortere enn de 66 vekstdøgn som tabellen viser.

Det ble høstet mange blomkålhoder av hver sort i forsøket, og **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser gjennomsnittlig vekt fra de to gjentakene som kunne brukes. Gjennomsnittlig hodevekt var fra 609 gram (Depurple) til 790 gram (Liria). Selv om variansanalysen viser at det er signifikante forskjeller på hodevekt mellom sortene, viser ikke grupperingstesten noen forskjeller. Dette kan skyldes at bare to av de tre gjentakene i forsøket kunne brukes, og at det i tre av sortene (Synergi, Socius og Ferrara) var stor forskjell på gjennomsnittsverdiene i de to gjentakene. Hovedsorten Freedom hadde de nest letteste hodene i forsøket. Hodevekter og antall vekstdøgn for sortene er også vist i Figur 39. I praksis betyr ikke hodevekt så mye ved salg til konsum, siden blomkål da selges til stykkpris. For blomkål til industri, derimot, er hodevekten viktig.



Figur 39 Gjennomsnittlig hodevekt (blå/grønne søyler) og antall vekstdøgn (orange punkt) fra planting til høsting for 11 sorter av blomkål i sortforsøk i Lier 2017. Resultatene vises sortert etter antall vekstdøgn. Hovedsorten Freedom F1 er markert med grønn farge. Antall hoder: n=20-58

Det var ingen forekomst av kvalitetsfeilene gjennomvoksing og mosing i dette forsøket. Det var også svært lite forekomst av rød-/misfarging av hodene. Andelen salgbare hoder var fra 62% for Socius til 94% for Synergi og Depurple (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Forskjellen er likevel ikke statistisk signifikant, sannsynligvis av de samme årsakene som nevnt over for hodevekt. Hovedgrunnene til at en del hoder ble klassifisert som ikke salgbare var misfarging av sol (gulning) og råte av ulike slag.

Tabell 22 Vurdering av helhet, farge, fasthet, dekking over hode og dekking under hode, i sortsforsøk blomkål 2017. For de hvite sortene vil farge si hvithet. For de fargede sortene er det hvor kraftig fargen er. Pga. angrep av klumprot i deler av forsøksfeltet er tallene i tabellen basert på to av de tre gjentakene i forsøket. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ. Antall hoder, n=28-60.

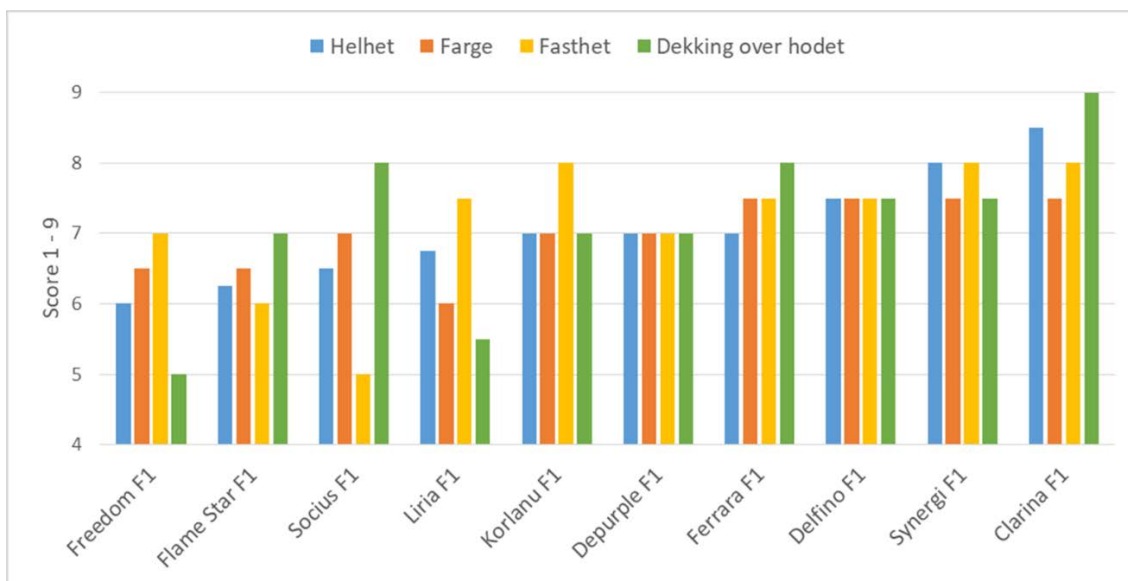
Sort		Helhet		Farge		Fasthet		Dekking over hodet		Dekking under hodet	
Nr.	Navn	1-9		1-9		1-9		1-9		1-9	
1	Freedom	6.0	b	6.5	a	7.0	ab	5.0	c	5.5	d
2	Delfino	7.5	ab	7.5	a	7.5	ab	7.5	ab	7.5	abc
3	Korlanu	7.0	ab	7.0	a	8.0	a	7.0	abc	7.0	bcd
4	Liria	6.8	ab	6.0	a	7.5	ab	5.5	bc	7.0	bcd
5	Synergi	8.0	ab	7.5	a	8.0	a	7.5	ab	8.0	ab
6	Clarina	8.5	a	7.5	a	8.0	a	9.0	a	9.0	a
7	Socius	6.5	ab	7.0	a	5.0	c	8.0	a	6.0	cd
8	Ferrara	7.0	ab	7.5	a	7.5	ab	8.0	a	7.0	bcd
9	FlameStar	6.3	b	6.5	a	6.0	bc	7.0	abc	7.5	abc
10	Depurple	7.0	ab	7.0	a	7.0	ab	7.0	abc	6.0	cd
11	Veronica										
P-verdier (sorter)											
Blomkål		0.0160		0.4327		0.0002		0.0016		0.0001	

I en helhetsvurdering av sortene i forsøket kom Clarina ut som den beste sorten, mens Freedom og FlameStar fikk lavest score (Tabell 22, Figur 40).

Sortene Korlanu, Synergi og Clarina hadde de fasteste hodene, mens Socius hadde dårligst fasthet. Det var store forskjeller i hvor godt sortene dekket både over og under blomkålhodet. Clarina var sorten med aller best dekking under hodet, fulgt av Synergi, mens Freedom hadde dårligst score (Tabell 22)

Clarina hadde også best score for dekking over hodet, sammen med Socius og Ferrara. Også her var Freedom dårligst, sammen med Liria (Tabell 22). Dekking over hodet beskytter de hvite blomkålhodene mot gulning forårsaket av soleksponering. Vi ser i Tabell 22 at sortene med best dekking over hodet også jevnt over har god score for hvitfarge. Forskjellen mellom sortene i score for farge var likevel mindre enn for dekking, og forskjellene var ikke statistisk signifikante. Det er ganske god statistisk korrelasjon mellom score for dekking over hodet og farge (71 %).

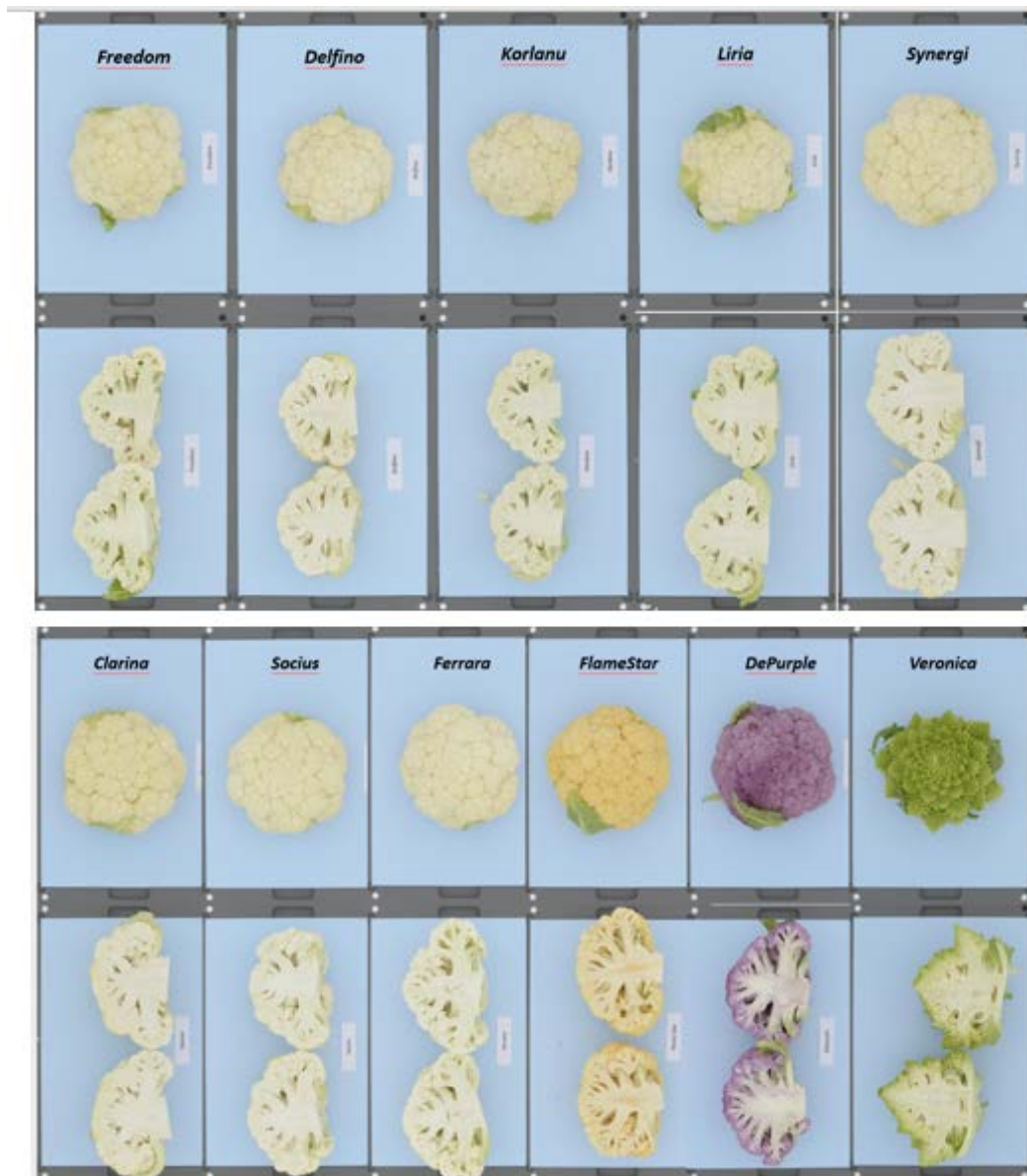
Vi ser at hovedsorten i Norge, Freedom, er en av sortene som gjør det dårligst i dette forsøket. Det betyr ikke nødvendigvis at sorten er dårlig; det er gode erfaringer med sorten i andre forsøk og i praktisk produksjon. Men under de gjeldende forhold og på det arealet hvor forsøket ble gjort, egnet Freedom seg dårligere enn mange av de andre sortene. Feltverten Ihla Samdrift bruker da heller ikke Freedom i sin produksjon. Sortene som gjør det best er Clarina og Synergi, og Delfino og Ferrara. Man kan merke seg at sorten som gjør det best, Clarina, også er den eneste klumprotresistente sorten i forsøket. Og det var noe klumprot i feltet.



Figur 40 Helhet, farge, fasthet og dekking over hodet i sortsforsøk blomkål 2017. Figuren er basert på de samme tallene som Tabell 22, men er her sortert etter scoren for helhetsvurdering. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ.

Tabell 23 Kort sammendrag av vekstegenskaper for blomkål i feltet.

Sort nr.	Sortsnavn	Type sort	Sammendrag av vekstegenskaper
1	Freedom	Hvit, konsum	62 vekstdøgn. Hovedsort. Hos denne produsenten noe dårlig helhetsvurdering. Lav score for dekking over og under hodet.
2	Delfino	Hvit, konsum/industri	63 vekstdøgn. God helhetsvurdering. Jevnt bra på farge, fasthet og dekking.
3	Korlanu	Hvit, konsum	63 vekstdøgn. Faste hoder. Ganske god farge og dekking.
4	Liria	Hvit, konsum/industri	69 vekstdøgn, senest av de hvite sortene. God hodevekt, ganske bra fasthet. Noe dårlig dekking over hodet og lavest score på farge.
5	Synergi	Hvit, konsum	63 vekstdøgn. Meget god helhetsvurdering. Faste hoder, god hodevekt. God dekking over og under hodet.
6	Clarina	Hvit, klumprotresistent	66 vekstdøgn. Best helhetsvurdering. Faste hoder. Best dekking over og under hodet.
7	Socius	Hvit, konsum/industri	66 vekstdøgn. Dårligst fasthet. God dekking over, men dårligere under hodet.
8	Ferrara	Hvit, konsum	60 vekstdøgn, tidligste sort i forsøket. God farge, fasthet og dekking over hodet.
9	FlameStar	Gul	66 vekstdøgn. Lav helhetsvurdering. Ganske god dekking over og under hodet.
10	Depurple	Lilla	62 vekstdøgn. Høy andel salgbare hoder. Lavest hodevekt. Ganske bra farge, fasthet og dekking over hodet.
11	Veronica	Romanesco	72 vekstdøgn. God hodevekt. Ble høstklar for sent til å bli med i sensoriske analyser. Ytre kvalitet ikke vurdert.



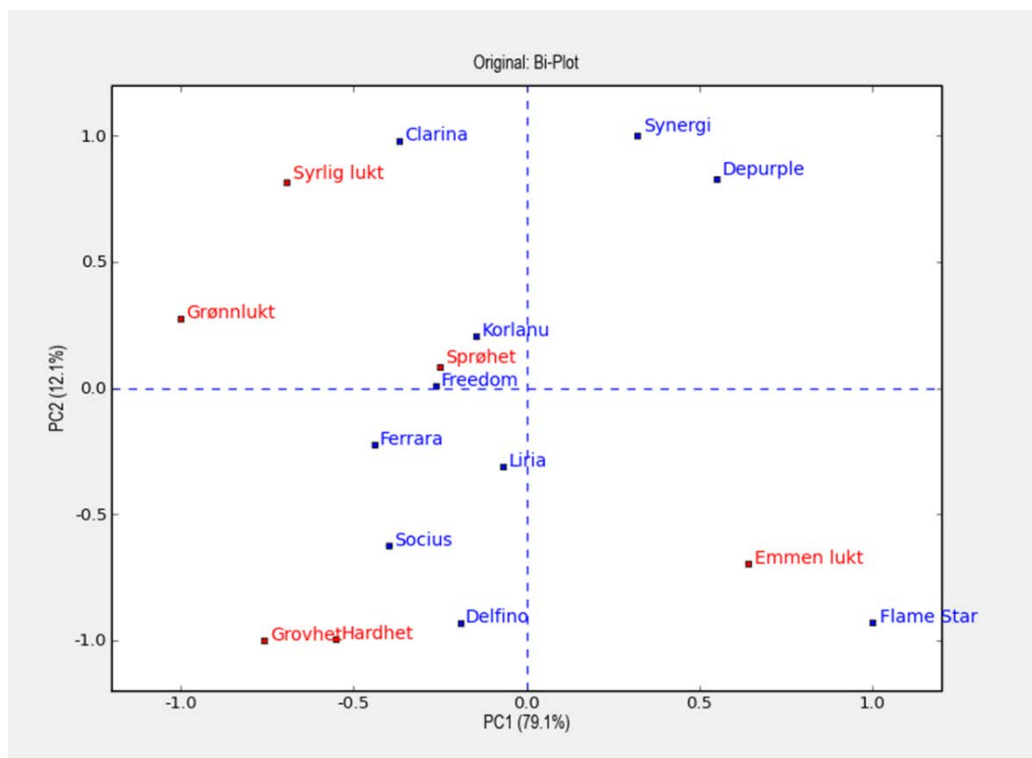
Bilde 4 Blomkålsorter. Tilfeldig utvalgt hode fra dem som ble sendt til Nofima. Se Tilleggsinformasjon for alle bilder.

5.3 Sensoriske egenskaper - blomkål

v/Kristine Svartebekk Myhrer og Paula Varela

Det ble utført beskrivende analyse med 23 ulike egenskaper for 10 sorter av blomkål (**Feil! Fant ikke referanseilden.**). Romanesco sorten Veronica var ikke med i analysen pga for sent høstmoden.

PCA-kartet over blomkålsortene (Figur 41) viser de egenskapene som forklarer den største forskjellen mellom sortene. Egenskapene grønnlukt, syrlig lukt og grovhet plasserer seg til venstre i kartet, mens emmen lukt plasserer seg til høyre i kartet. Den gule sorten *FlameStar* skiller seg ut, og er den sorten som bidrar til spredning i horisontal retning (PC1) og har mest emmen lukt og relativt lite syrlig lukt og grønnlukt.



Figur 41 PCA-kart av prøver og signifikante egenskaper for blomkålsortene. 79.1 % av variasjonen forklares langs PC1 og 12.1 % forklares langs PC2. Vær oppmerksom på at skalaer ikke bør tolkes direkte, figuren illustrerer kun forholdet mellom prøver og egenskaper.

Variansanalysen (ANOVA) for sortsforsøket i blomkål (**Feil! Fant ikke referanse kilde.**) viser at det er signifikante forskjeller mellom to eller flere av prøvene for 6 av 23 egenskaper. Generelt viser resultatene at det er små forskjeller i gjennomsnittsverdiene for de ulike egenskapene. Ingen av smaksegenskapene var signifikant forskjellige. Det er signifikante forskjeller for syrlig lukt, grønnlukt, emmenlukt, hardhet, sprøhet og grovhet. For syrlig lukt viser tabellen at *Freedom*, *Korlanu*, *Liria*, *Clarina*, *Socius* og *Ferrara* har relativt høy intensitet, mens *FlameStar* har relativt lav intensitet. *Clarina* og *Ferrara* har også relativt høy intensitet for grønnlukt, og *FlameStar* har relativt lav intensitet. *FlameStar* har i tillegg relativt høy intensitet for emmenlukt. For hardhet viser resultatene at *Freedom*, *Delfino* og *Socius* er relativt harde, men *Synergi* og *FlameStar* var noe mykere. *Delfino* og *Synergi* var noe sprøere, og *Socius* og *Ferrara* var noe grovere i teksturen.

Tabell 24 Variansanalyse (ANOVA) og Tukey's multiple sammenligningstest for blomkålsortene. Det er her benyttet signifikant forskjell på 5 % nivå ($p=0.05$) angitt ned bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Egenskaper		Freedom	Delfino	Korlanu	Liria	Synergi	Clarina	Socius	Ferrara	FlameStar	Depurple	P-verdi
LUKT	Total luktintensitet	5.68 A	5.50 A	5.67 A	5.85 A	5.80 A	5.75 A	5.65 A	5.40 A	5.25 A	5.19 A	0.172
	Syrlig lukt	4.43 A	4.01 AB	4.47 A	4.11 A	4.01 AB	4.51 A	4.34 A	4.43 A	3.13 B	3.95 AB	<0.001
	Grønnlukt	3.98 AB	3.81 ABC	3.93 AB	3.93 AB	3.66 ABC	4.33 A	4.02 AB	4.20 A	2.87 C	3.04 BC	<0.001
	Blomsterlukt	1.34 A	1.36 A	1.50 A	1.23 A	1.93 A	1.80 A	1.47 A	1.41 A	1.40 A	1.78 A	0.190
	Emmen lukt	1.44 B	2.00 AB	1.67 B	1.91 AB	2.10 AB	1.48 B	1.70 B	1.75 B	2.77 A	1.96 AB	0.002
	Svovellukt	4.62 A	4.54 A	4.49 A	4.84 A	4.26 A	4.63 A	4.70 A	4.13 A	4.52 A	4.23 A	0.257
	Kjellerlukt	1.82 A	2.28 A	1.84 A	2.02 A	2.30 A	1.62 A	2.06 A	1.97 A	2.83 A	2.08 A	0.376
SMAK	Total smaksintensitet	5.69 A	5.65 A	5.62 A	5.93 A	5.65 A	5.75 A	5.72 A	5.79 A	5.26 A	5.46 A	0.240
	Syrligsmak	4.14 A	4.13 A	4.22 A	3.76 A	4.02 A	4.58 A	4.25 A	4.01 A	3.62 A	3.67 A	0.111
	Søtsmak	4.01 A	3.79 A	4.32 A	4.35 A	4.43 A	3.94 A	3.91 A	3.76 A	3.96 A	3.81 A	0.069
	Bittersmak	3.98 A	4.13 A	3.85 A	3.83 A	4.03 A	3.75 A	3.83 A	4.06 A	3.79 A	4.44 A	0.560
	Metallsmak	3.53 A	3.54 A	3.41 A	3.37 A	3.22 A	3.44 A	3.55 A	3.28 A	3.69 A	3.32 A	0.512
	Svovelsmak	4.88 A	4.75 A	4.92 A	4.84 A	4.69 A	5.05 A	4.72 A	4.69 A	4.58 A	4.63 A	0.625
	Grønnsmak	3.88 A	3.58 A	3.87 A	3.84 A	3.43 A	4.25 A	3.68 A	3.63 A	3.35 A	3.19 A	0.198
	Emmensmak	2.01 A	1.97 A	1.96 A	2.39 A	2.38 A	1.72 A	1.82 A	2.14 A	2.39 A	2.17 A	0.544
	Brennende smak	3.86 A	4.04 A	2.89 A	3.23 A	3.12 A	3.73 A	3.29 A	3.44 A	2.94 A	3.29 A	0.392
	Kjellersmak	2.26 A	2.36 A	2.03 A	2.36 A	2.80 A	2.00 A	2.37 A	2.44 A	2.19 A	2.48 A	0.665
Ettersmak	5.23 A	5.26 A	5.18 A	5.35 A	4.85 A	5.15 A	5.31 A	5.17 A	4.90 A	5.16 A	0.478	
TEKSTUR	Hardhet	5.64 A	5.53 A	5.17 ABC	5.43 AB	4.68 C	5.25 ABC	5.57 A	5.46 AB	4.85 BC	4.71 C	<0.001
	Sprøhet	5.63 B	6.36 A	6.04 AB	5.88 AB	6.35 A	5.97 AB	6.15 AB	6.23 AB	5.65 B	5.74 AB	0.001
	Grovhet	5.16 ABC	5.32 AB	5.16 ABC	5.31 AB	4.42 C	5.11 ABC	5.52 A	5.54 A	4.50 BC	4.40 C	<0.001
	Saftighet	5.42 A	5.75 A	5.51 A	5.58 A	5.99 A	5.83 A	5.63 A	5.45 A	5.38 A	5.71 A	0.191
	Astringens	3.18 A	3.16 A	2.86 A	3.16 A	3.01 A	3.00 A	3.06 A	3.19 A	2.92 A	3.33 A	0.715

5.4 Kjemiske innholdsstoffer - blomkål

v/Gesine Schmidt og Grethe Iren Borge

I sortsforsøket for blomkål ble det målt vanninnhold, sukker (sukrose, fruktose og glukose), vitamin C, glukosinolater (10-12 ulike) og aromastoffer (metabolomics). Metodikk er beskrevet bakerst i rapporten (Kap. 6).

Verdien for hver sort er gjennomsnitt av 3 prøver som hver består av 3 hoder (ett fra hver rute i feltet), dvs 9 kålhoder. Hver prøve ble analysert med 2-3 uavhengige tekniske paralleller analyserte i randomiserte prøveoppsett.

Tabell 25 Innhold av vann, totalt vitamin C (summen av L-askorbinsyre og L-dehydroaskorbinsyre) og totalt sukker (summen av glukose, fruktose og sukrose) i blomkålsorter dyrket i 2017. Verdiene er angitt \pm standardavvik ($n = 3$). Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt i bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Sort	Vanninnhold		Vitamin C			Sukker				
	g/100 g FW		mg/100 g FW	mg/g DW		g/100 g FW	mg/g DW			
Freedom	92.1 \pm 0.3	a	65.3 \pm 2.9	a	8.3 \pm 0.3	a	2.4 \pm 0.2	a	303 \pm 16	a
Delfino	92.3 \pm 0.2	a	54.0 \pm 0.5	cd	7.0 \pm 0.2	bcde	2.5 \pm 0.1	a	325 \pm 5	a
Korlanu	92.2 \pm 0.3	a	56.9 \pm 0.9	bcd	7.3 \pm 0.2	abcd	2.5 \pm 0.1	a	325 \pm 11	a
Liria	92.0 \pm 0.1	ab	48.1 \pm 1.0	ef	6.0 \pm 0.1	e	2.5 \pm 0.2	a	311 \pm 26	a
Synergi	92.5 \pm 0.3	a	52.7 \pm 1.3	de	7.0 \pm 0.4	abcde	2.5 \pm 0.1	a	338 \pm 8	a
Clarina	92.2 \pm 0.4	a	59.0 \pm 1.7	bc	7.6 \pm 0.6	abc	2.4 \pm 0.1	a	312 \pm 10	a
Socius	92.7 \pm 0.1	a	45.1 \pm 2.0	f	6.1 \pm 0.2	de	2.5 \pm 0.1	a	335 \pm 6	a
Ferrara	92.0 \pm 0.7	ab	65.9 \pm 4.2	a	8.3 \pm 1.0	a	2.5 \pm 0.2	a	308 \pm 18	a
FlameStar	92.2 \pm 0.2	a	62.7 \pm 1.4	ab	8.0 \pm 0.3	ab	2.4 \pm 0.0	a	303 \pm 5	a
DePurple	91.1 \pm 0.2	bc	59.2 \pm 1.0	bc	6.7 \pm 0.1	cde	2.6 \pm 0.1	a	293 \pm 6	ab
Veronica*	90.7 \pm 0.2	c	60.4 \pm 1.8	ab	6.5 \pm 0.3	cde	2.3 \pm 0.1	a	250 \pm 2	b
P-verdier (sorter)										
Blomkål	< 0.001		< 0.001		< 0.001		0.472		< 0.001	

*Romanesco

5.5 Vanninnhold

Vanninnhold i blomkål dyrket i 2017 varierte med ca. 2 % mellom høyeste og laveste verdi (Tabell 25). Veronica, som er en Romanesco-sort, hadde lavest vanninnhold (90.7 %), mens Socius hadde høyest (92.7 %). Verdiene tilsvarer referanseverdiene angitt i Matvaretabellen, der fersk blomkål står oppført med ca. 92 % vanninnhold. Resultatet er statistisk signifikant ($P < 0.001$), der DePurple og Veronica har signifikant mindre vanninnhold enn alle de andre sortene.

5.6 Sukker

Sukkerinnhold i blomkål var ikke signifikant forskjellig mellom sortene, og varierte med 0.3 g/100 g FW (mellom 2.6 og 2.3 g/100 g FW) (Tabell 25). Referanseverdien ligger på 2.3-2.7 g/100 g FW, dvs. i samme område som sortene dyrket i prosjektet. Resultatene stemmer overens med sensoriske tester, der det var ingen forskjeller på søt smak. Sukkerinnholdet basert på tørrvekt skiller Romanesco-sorten Veronica signifikant ut ($P < 0.001$) fra resten av sortene og lå betydelig lavere enn de andre sorter. Veronica ble høstet en uke senere enn resten av sortene, fordi den ikke var moden til høstetidspunktet.

Dette gjorde også at sorten ikke ble med i sensoriske tester. Ut ifra dataene kan det diskuteres om Veronica var salgsmoden en uke senere.

5.7 Vitamin C

Vitamin C-innhold i blomkålen var signifikant forskjellig mellom sortene (Tabell 25).

Ferrara hadde høyest innhold (66 mg/100 g), tett fulgt av hovedsorten Freedom og den gule sorten FlameStar. Socius hadde lavest (45 mg/100 g), dvs. forskjellen mellom sortene lå på 20.8 mg/100 g FW (ca. 32 % variasjon). Referanseverdien oppgitt for vitamin C i blomkål ligger på 58 mg/100 g (Matvaretabellen). Dermed lå sorter dyrket i 2017 omtrentlig i referanseområdet, med forbehold om at dyrkingsforsøket ble utført kun i en sesong.

Også beregnet på tørrvekt var vitamin C-innholdet signifikant forskjellig; her lå Freedom og Ferrara høyest og Liria lavest. Romanesco-sorten skilte seg ikke spesielt fra blomkålsortene, den hadde et innhold på 60 mg/100 g. Dette var statistisk signifikant samme nivå som hovedsorten Freedom.

Det var ikke mulig å konkludere på en sammenheng mellom sortsutvikler og vitamin C- eller sukkerinnholdet, fordi hver sortsutvikler, med unntak av Syngenta og Bejo, var kun representert med én sort.

5.8 Glukosinolater

Det ble funnet 10 ulike glukosinolater (GLS) i de ulike blomkålsortene og 11 GLS i romanescokålen (krysning blomkål/brokkoli, eng. roman cauliflower, romanesco broccoli) i mengder som kunne kvantifiseres. Det var de samme GLS som i hodekål, utenom gluconapin, som fantes i lave mengder i hodekål. Blomkål hadde heller ikke gluconasturtiin, noe romaescokålen har.

Total mengde (sum av alle GLS) var signifikant forskjellig mellom sortene (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**) og varierte mellom 24.5 – 57.9 mg/100 g FW. Sorten med høyeste innhold var Romanesco Veronica, både basert på ferskvekt og tørrvekt. Dernest fulgte den hvite blomkålsorten Liria (som var lav på Vit.C), mens laveste innhold av GLS ble funnet i den hvite blomkålsorten Ferrara.

Blomkålsortene, utenom romanescotypen, kunne deles inn i 3 nivågrupper. De fem sortene med lavest innhold var Ferrara, Synergi, FlameStar, Freedom og Korlanu med GLS innhold på 24.5 – 29.3 mg/100 g FW. Sortene som danner en mellomgruppe varierte mellom 27.1-33.7 mg/100 FW (FlameStar, Freedom, Korlanu, DePurple, Socius, Clarina, Delfino). Blomkålsortene som hadde høyeste innhold var gruppen med Clarina, DePurple, Delfino og Liria, med GLS-innhold på 32.2-38.6 mg/100 g FW.

Tabell 26 Innhold av GLS i blomkålssorter ($\mu\text{mol/g}$ tørrvekt og $\text{mg}/100\text{ g}$ ferskvekt) dyrket i 2017. Verdiene er angitt \pm standardavvik. Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt i bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Sort nr./navn	Sum GLS			Sum GLS	
	$\mu\text{mol/g DW}$			$\text{mg}/100\text{ g FW}$	
1 Freedom	8.50 \pm 0.84	cde	28.9 \pm 2.9	cd	
2 Delfino	10.03 \pm 0.99	bc	33.7 \pm 2.6	bc	
3 Korlanu	8.68 \pm 0.59	cde	29.3 \pm 1.9	cd	
4 Liria	11.08 \pm 0.61	b	38.6 \pm 2.3	b	
5 Synergi	7.90 \pm 0.31	de	25.3 \pm 1.5	d	
6 Clarina	9.65 \pm 0.27	bcd	32.2 \pm 2.5	bc	
7 Socius	8.87 \pm 0.92	cde	28.0 \pm 3.5	cd	
8 Ferrara	7.11 \pm 0.63	e	24.5 \pm 2.0	d	
9 FlameStar	7.90 \pm 0.62	de	27.1 \pm 2.4	cd	
10 DePurple	8.74 \pm 0.29	cde	33.1 \pm 1.7	bc	
11 Veronica	13.91 \pm 0.01	a	57.9 \pm 1.3	a	
P-verdier (sorter)					
Blomkål	<0.001		<0.001		

Tabell 27 Innhold av alle individuelle GLS i blomkålssorter dyrket i 2017. Verdier basert på tørrvekt, se Tilleggsinformasjon.

Sort	GLS i blomkål										
	$\text{mg}/100\text{ g ferskvekt (FW)}$										
	GIB	PRO	SIN	GRA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
Freedom	3.6 \pm 0.4	0.4 \pm 0.1	2.9 \pm 0.6	0.2 \pm 0	2.3 \pm 0.5	1.2 \pm 0.8	0.2 \pm 0	15.8 \pm 1.8	0 \pm 0	1.5 \pm 0.3	0.7 \pm 0.2
Delfino	3.0 \pm 0.5	0.3 \pm 0	2.7 \pm 0.2	0.2 \pm 0	3.2 \pm 0.3	0.5 \pm 0.1	0.2 \pm 0	21.1 \pm 2.5	0 \pm 0	1.6 \pm 0.2	0.8 \pm 0.2
Korlanu	1.5 \pm 0.4	0.3 \pm 0.1	3.0 \pm 0.5	0.1 \pm 0	2.7 \pm 0.4	1.2 \pm 0.5	0.2 \pm 0.1	18.5 \pm 2.7	0 \pm 0	1.1 \pm 0.2	0.6 \pm 0.1
Liria	6.2 \pm 0.9	0.3 \pm 0	3.0 \pm 0.2	0.3 \pm 0	2.1 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1	0.2 \pm 0.1	22.6 \pm 2.0	0 \pm 0	1.7 \pm 0.1	1.3 \pm 0.2
Synergi	5.3 \pm 0.4	0.3 \pm 0	3.3 \pm 0.3	0.3 \pm 0	1.9 \pm 0.3	1.4 \pm 0.4	0.2 \pm 0	11 \pm 0.3	0 \pm 0	1.2 \pm 0.1	0.5 \pm 0.1
Clarina	5.5 \pm 0.8	0.4 \pm 0	4.0 \pm 0.5	0.3 \pm 0	2.5 \pm 0.5	1.3 \pm 0.6	0.2 \pm 0	16.4 \pm 1.2	0 \pm 0	0.9 \pm 0.1	0.8 \pm 0.1
Socius	2.1 \pm 0.2	0.4 \pm 0	3.8 \pm 0.3	0.1 \pm 0	2.6 \pm 0.1	1.4 \pm 0	0.2 \pm 0	15.4 \pm 2.8	0 \pm 0	1.6 \pm 0.3	0.5 \pm 0.1
Ferrara	3.2 \pm 0.6	0.3 \pm 0.1	2.5 \pm 0.3	0.2 \pm 0	2.1 \pm 0.5	1.0 \pm 0.1	0.2 \pm 0	12.8 \pm 1.0	0 \pm 0	1.4 \pm 0.1	0.9 \pm 0.1
FlameStar	2.4 \pm 0.7	0.2 \pm 0	1.9 \pm 0.3	0.2 \pm 0	1.4 \pm 0.1	2.2 \pm 0.4	0.2 \pm 0	16.3 \pm 1.0	0 \pm 0	1.4 \pm 0	0.8 \pm 0.2
Depurple	5.5 \pm 1.0	0.5 \pm 0	4.5 \pm 0.3	0.4 \pm 0.1	2.9 \pm 0.5	0.9 \pm 0.4	0.2 \pm 0.1	16.2 \pm 0.5	0 \pm 0	1.2 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1
Veronica	8.5 \pm 0.6	0 \pm 0	0 \pm 0	5.6 \pm 0.8	0.5 \pm 0	2.8 \pm 1.7	0.5 \pm 0.1	29.8 \pm 0.7	0.2 \pm 0	7.2 \pm 0.2	2.9 \pm 1.4

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GIBV=glucoiberin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

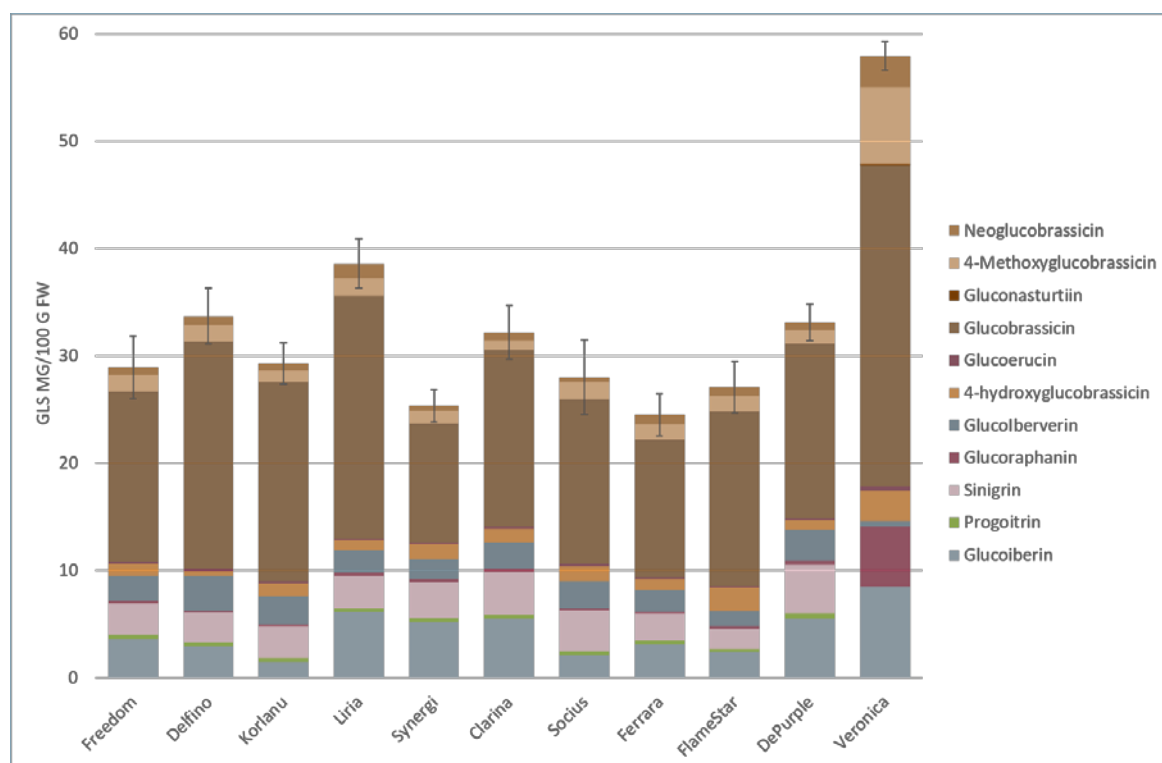
Rangering fra lavest til høyest gjennomsnittsverdi pr ferskvekt: Ferrara < Synergi < FlameStar < Socius < Freedom < Korlanu < Clarina < DePurple < Delfino < Liria < Veronica.

Per tørrvekt byttet de midterste rekkefølge, fra lavest til høyest: Ferrara < Synergi < FlameStar < Freedom < Korlanu < DePurple < Socius < Clarina < Delfino < Liria < Veronica.

Romanescokålen Veronica skilte seg fra de andre blomkålsortene også på selve GLS-profilen (

Sort nr./navn		Sum GLS		Sum GLS	
		$\mu\text{mol/g DW}$		mg/100 g FW	
1	Freedom	8.50 \pm 0.84	cde	28.9 \pm 2.9	cd
2	Delfino	10.03 \pm 0.99	bc	33.7 \pm 2.6	bc
3	Korlanu	8.68 \pm 0.59	cde	29.3 \pm 1.9	cd
4	Liria	11.08 \pm 0.61	b	38.6 \pm 2.3	b
5	Synergi	7.90 \pm 0.31	de	25.3 \pm 1.5	d
6	Clarina	9.65 \pm 0.27	bcd	32.2 \pm 2.5	bc
7	Socius	8.87 \pm 0.92	cde	28.0 \pm 3.5	cd
8	Ferrara	7.11 \pm 0.63	e	24.5 \pm 2.0	d
9	FlameStar	7.90 \pm 0.62	de	27.1 \pm 2.4	cd
10	DePurple	8.74 \pm 0.29	cde	33.1 \pm 1.7	bc
11	Veronica	13.91 \pm 0.01	a	57.9 \pm 1.3	a
P-verdier (sorter)					
Blomkål		<0.001		<0.001	

Tabell 27 og Figur 42). Denne sorten hadde mye høyere (ca. 25 x) innhold av glucoraphanin enn gjennomsnitt i blomkålsortene, som er et GLS som kan brytes ned til Sulforaphane som er spesielt mye studert i sammenheng med å ha kreftforebyggende effekt. Sorten inneholdt ikke sinigrin, forløper for smakssterke ITC-stoffer. Veronica inneholdt heller ikke progoitrin (bitterstoff). Ingen av blomkålsortene hadde målbart innhold av gluconapin eller gluconasturtiin, som også er lave i hodekål.



Figur 42 GLS i blomkålsorter og Romanesco ('Veronica'). Standardavvik er beregnet for sum GLS og angitt som error bars på toppen av hver søyle. Verdier for std avvik for hver GLS kan leses i

Sort nr./navn	Sum GLS		Sum GLS	
	$\mu\text{mol/g DW}$		mg/100 g FW	
1 Freedom	8.50 ± 0.84	cde	28.9 ± 2.9	cd
2 Delfino	10.03 ± 0.99	bc	33.7 ± 2.6	bc
3 Korlanu	8.68 ± 0.59	cde	29.3 ± 1.9	cd
4 Liria	11.08 ± 0.61	b	38.6 ± 2.3	b
5 Synergi	7.90 ± 0.31	de	25.3 ± 1.5	d
6 Clarina	9.65 ± 0.27	bcd	32.2 ± 2.5	bc
7 Socius	8.87 ± 0.92	cde	28.0 ± 3.5	cd
8 Ferrara	7.11 ± 0.63	e	24.5 ± 2.0	d
9 FlameStar	7.90 ± 0.62	de	27.1 ± 2.4	cd
10 DePurple	8.74 ± 0.29	cde	33.1 ± 1.7	bc
11 Veronica	13.91 ± 0.01	a	57.9 ± 1.3	a
P-verdier (sorter)				
Blomkål	<0.001		<0.001	

Tabell 27.

Figur 42 viser GLS innhold i blomkålsortene, og fordelingen av glukosinolater, som er relativt lik for alle sortene blomkålsortene, mens Romanesco-sorten skiller seg noe i GLS profil, med bl.a. høyere innhold av glucoraphanin, som er forløper for det antatt kreftforebyggende sulfurafan.

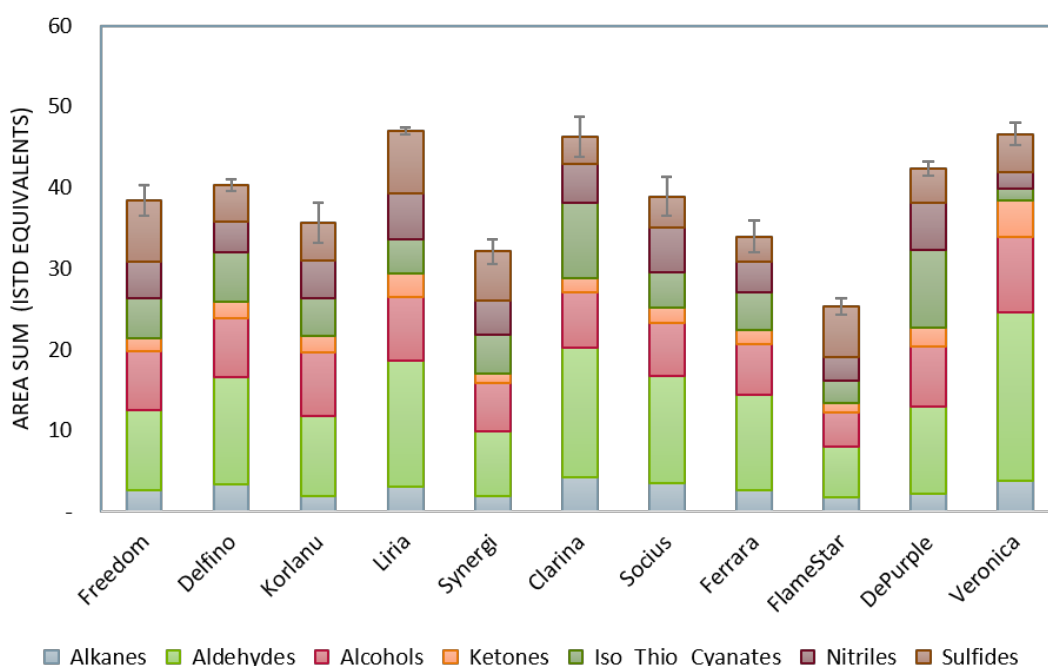
Romanesco er derfor en interessant type, alternativt til brokkoli og blomkål, men foreløpig ikke mye kjent hos forbruker.

5.9 Aromastoffer

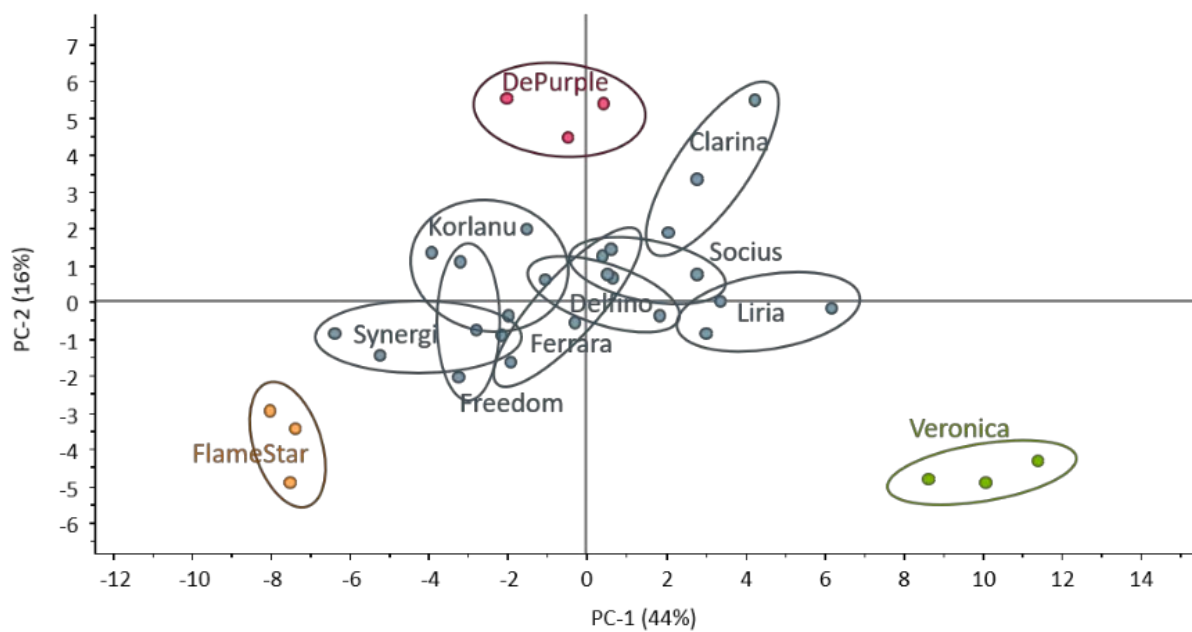
Det inngår 50 ulike flyktige forbindelser i aroma-analysen til blomkålsortene. Blomkål har veldig forskjellig aromastoff-profil sammenliknet med hodekål. Mens hodekål inneholder mellom 55 og 82 % svovel (S)- og nitrogen (N)-forbindelser, inneholder blomkål ikke mer enn 47 %, der Synergi, FlameStar og DePurple har mest (47 %) og Romanesco-sorten Veronica minst av S- og N-forbindelser (18 %), men har derimot mye høyere andel av aromastoffer med «grønt, nyslått gress, fruktig» aroma (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Generelt er det lite forskjeller mellom blomkålsortene; av de hvite sortene har Liria og Clarina mest totalt innhold av aromastoffer mens Synergi og den gule sorten FlameStar har minst.

Små forskjeller mellom sortene gjenspeiles også i PCA-kartet over sortene basert på aromastoffer (Figur 44). Det er mye overlapp mellom sortene og intet tydelig skille. Romanesco-sorten Veronica skiller seg fra vanlig blomkål ved at den har tydelig høyere konsentrasjon av aroma-stoffer med «grønn, fruktig» aroma. De fargede sortene DePurple og FlameStar skiller seg noe fra de hvite sortene, der DePurple inneholder noen stoffer med «jordaktig, aromatisk» aroma, mens FlameStar har aromastoffer med «svovelaktig» aroma.



Figur 43 Innhold av aromastoffer i blomkål sorter 2017.



Figur 44 PCA-kart over sorter av blomkål dyrket i 2017, basert på aromastoffer.

6 Bladkål – resultater fra forsøket

6.1 Feltforsøkene og informasjon om sortene

Sortsforsøk i bladkål ble gjennomført i 2017, og omfattet 12 sorter bladkål (Tabell 28), hvorav ulike typer av bladkål (grønnkål, svartkål, collards og greens). Disse ble valgt ut etter et innledende screeningforsøk med 23 sorter og typer av bladkål året før. To sorter grønnkål var med i forsøket – Reflex, som er den vanligst brukte grønnkålsorten i Norge, og sorten CN1029. Det var også med en rød grønnkål, Redbor. Svartkål er en mørkere bladkåltype, med opprette, smale savoybuklete blad, og i dette forsøket prøvde vi svartkålsortene TZ2019 (Raven) og Cavolo Nero 'Black Magic'. I tillegg var tre andre bladkålsorter med, den hvit-grønn-variegerte Kal017, den rødvariegerte Kal018 og sorten Pentland Brig, som er av sortene som brukes av feltverten. Alle disse er sorter som egner seg for plukkehøsting av blader over tid. I forsøket var det også med to sorter greens og en sort collards, som egner seg for engangshøsting av hele planten. Greens, eller spring greens, er et kjent og kjært produkt i Storbritannia, og plantene selges hele eller ferdig strimlet i poser. Vi prøvde greens-sortene Summer Green og SV7027. Collards er store bladrike planter, og er foreslått brukt til f.eks juice. Vi prøvde collards-sorten HiCrop. Den siste sorten i forsøket var en Pak Choy (Joy Choy). Oversikt over alle sorter og typer, med plantetetthet i feltet, så- og plantedato, samt høstedataer, står i Tabell 28.



Bilde 5 Markdag i bladkålfeltet 24. august 2017. Foto: Eva Cecilie Gihle, NLR.

Tabell 28 Oversikt over sorter i sortsforsøk med bladkål 2017, plantetall pr dekar, og datoer for såing, planting og første og siste høstedata.

Sort nr./navn	Frølev.	Type	Plantetall	Sådato	Plantedato	Start høsting	Slutt høsting
1 Reflex	Bejo	Grønnkål	4000	11.05.	13.06.	15.08.	16.10.
2 CN1029	CN Seeds	Grønnkål	4000	11.05.	13.06.	15.08.	16.10.
3 Redbor	Bejo	Rød grønnkål	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
4 TZ2019 (Raven)	Tozer	Svartkål	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
5 Cavolo Nero 'Black Magic'	CN Seeds	Svartkål	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
6 KAL017 (TZ9332)	Tozer	Kale/bladkål, hvit/grønn	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
7 KAL018 (TZ0277)	Tozer	Kale/bladkål, rødzilla stilk	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
8 SummerGreen	Seminis	Greens	8500	22.06.	13.07.	13.09.	13.09.
9 SV7027	Seminis	Greens	8500	15.06.	06.07.	13.09.	13.09.
10 HiCrop F1	Takii	Collards	4000	11.05	13.06.	15.08.	15.08.
11 Pentland Brig	Tozer	Kale/bladkål	4000	11.05	13.06.	15.08.	16.10.
12 Joy Choy F1	-	Pak Choy	6000	15.06.	06.07.	10.08.	10.08.

* Joy Choy gikk tidlig i stakk, derfor ikke med i sensoriske og kjemiske analyser.

6.2 Vekstegenskaper - bladkål

v/Ingunn Vågen og Gerd Guren

Vekstegenskapene som presenteres er kvalitative og kvantitative data for ytre kvalitet og fysiske egenskaper ved sortene (se metodebeskrivelse kap. 6.1). Sammen med alle sensoriske og kjemiske analyser gjennomført av Nofima, bidrar de til å gi et så fullstendig bilde som mulig av hver enkelt sorts egnethet til ulike formål.

Feltvert: Per Odd Gjestvang, Skreia

Gjennomføring av forsøket: NLR Innlandet v/ Eva Cecilie Gihle og Hanne Homb

Nærmeste værstasjon: Apelsvoll

Forgrøde: Hvete

Av de 12 bladkålssortene som var med i forsøket, ble 8 av dem høstet tre ganger, med en måneds mellomrom fra midten av august. De øvrige 4 sortene ble høstet bare en gang, og da ble hele plantemassen høstet. En oversikt over produktivitet og avlingskomponenter for alle sortene står i Tabell 29. Der står også plantehøyde for alle sortene. De fleste lå innenfor en høyde på 30-40 cm, bortsett fra HiCrop og Pentland Brig som var over 50 cm høye, og Redbor som var aller høyest med over 60 cm.

Tabell 29 Vekstegenskaper for sorter av bladkål i sortsforsøk i 2017.

Sort nr./navn	Avling pr m ² kg	Avling, blad pr plante	Bladvekt g	Høstet vekt pr plante g	Antall blad pr m ² m ²	Plantehøyde cm
1 Reflex	3.01	31.6	23.8	752	126.4	37.6
2 CN1029	3.93	32.0	31.5	981	128.1	29.7
3 Redbor	2.35	30.8	19.4	588	123.1	61.3
4 TZ2019 (Raven)	2.10	32.4	16.2	525	129.6	34.9
5 Cavolo Nero 'Black Magic'	2.83	32.6	21.8	707	130.4	41.2
6 KAL017 (TZ 9332)	3.90	37.1	26.4	976	148.3	36.2
7 KAL018 (TZ 0277)	2.39	55.7	11.3	598	222.9	36.9
8 SummerGreen	3.01	-	-	354	-	32.2
9 SV7027	3.29	-	-	388	-	37.9
10 HiCrop F1	2.68	-	-	671	-	52.0
11 PentlandBrig	4.26	29.1	36.7	1065	116.3	54.3
12 Joy Choy F1*	3.59	-	-	598	-	32.1

* Joy Choy gikk tidlig i stakk, derfor ikke med i sensoriske og kjemiske analyser.

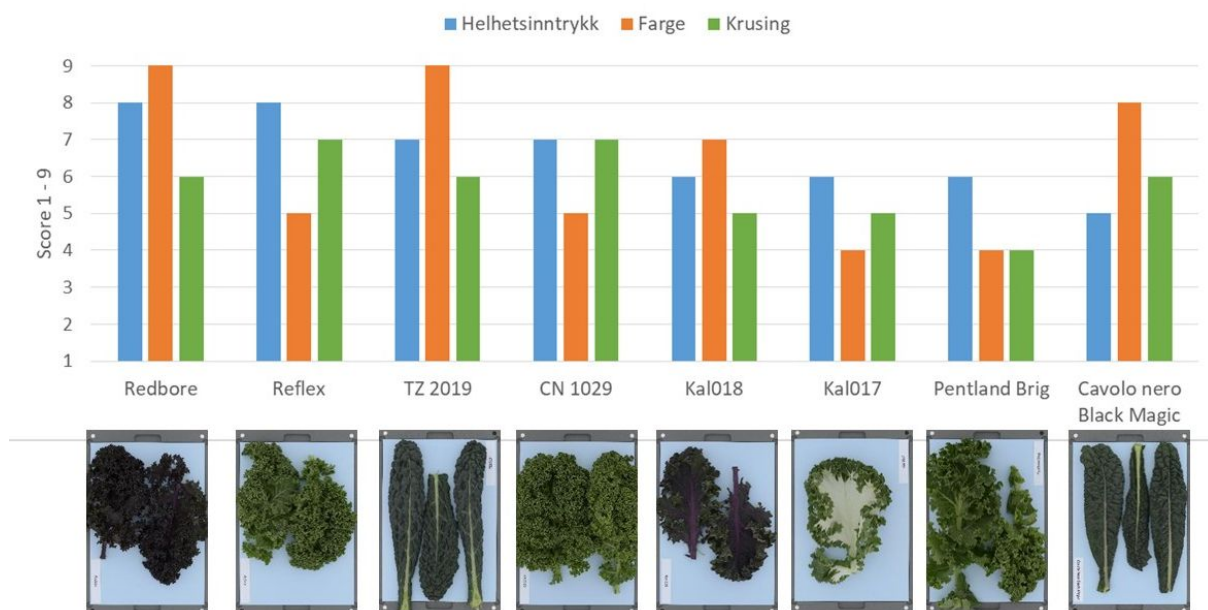
6.2.1 Grønnskål og lignende typer med flere høstinger

Det visuelle inntrykket er viktig når forbrukerne skal kjøpe bladkål, slik som farge, bladform, struktur, krusing og friskhet. I forsøket ble det bl.a. gjort vurderinger av helhetsinntrykk, farge og krusing, som vist i Figur 45. Under sortsnavnene står også bilde av enkeltblader av sorten. I Tabell 30 står de tilsvarende verdiene for alle sortene i forsøket. Her er i tillegg de registrerte verdiene for fargejevnhet tatt med. Av de «vanlige» grønnskålsortene har Reflex og CN1029 lik score for farge og krusing, men Reflex scorer litt bedre på helhetsinntrykk. Den røde grønnskålsorten Redbor har veldig mørk farge, høy score for helhetsinntrykk, og litt mindre krusing enn Reflex. De to svartkålsortene TZ 2019 (Raven) og Cavolo Nero Black Magic hadde lik vurdering for krusing, men TZ 2019 hadde høyere score for både farge og helhetsinntrykk enn Cavolo Nero Black Magic. De tre siste bladkålsortene i denne gruppen, Kal018, Kal017 og Pentland Brig, fikk lik vurdering på helhetsinntrykk, noe over middels, og hadde mindre krusing enn de andre sortene med flergangshøsting. Pentland Brig hadde de alle minst krusete bladene. Scoren for farge var ganske god for Kal018, som er dyp rødilla/grønn, men lav for både Kal017 og Pentland Brig.

Tabell 30 Helhetsinntrykk, grønnfarge intensitet og mørkhet, rødfarge, fargejevnhet og krusing av blad i sorter av bladkål i sortsforsøk i 2017. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ. Grønn-/ rødfarge: 9=veldig mørk grønn/kraftig rød; fargejevnhet: 9=helt ensfarget, 1=stor variasjon; krusing (savoyaktig): 9= mye krusing.

Sort		Helhetsinntrykk	Grønnfarge intensitet	Rødfarge	Fargejevnhet	Krusing
		1-9	1-9	1-9	1-9	1-9
1	Reflex	8	5		8	7
2	CN1029	7	5		7	7
3	Redbor	8		9	8	6
4	TZ2019 (Raven)	7	9		7	6
5	Cavolo Nero Black Magic	5	8		7	6
6	KAL017 (TZ 9332)	6	4		4	5
7	KAL018 (TZ 0277)	6		7	6	5
8	SummerGreen	6	6		8	1
9	SV7027	3	6		8	1
10	HiCrop F1	6	6		8	3
11	PentlandBrig	6	4		7	4
12	Joy Choy F1*	7	5		8	1

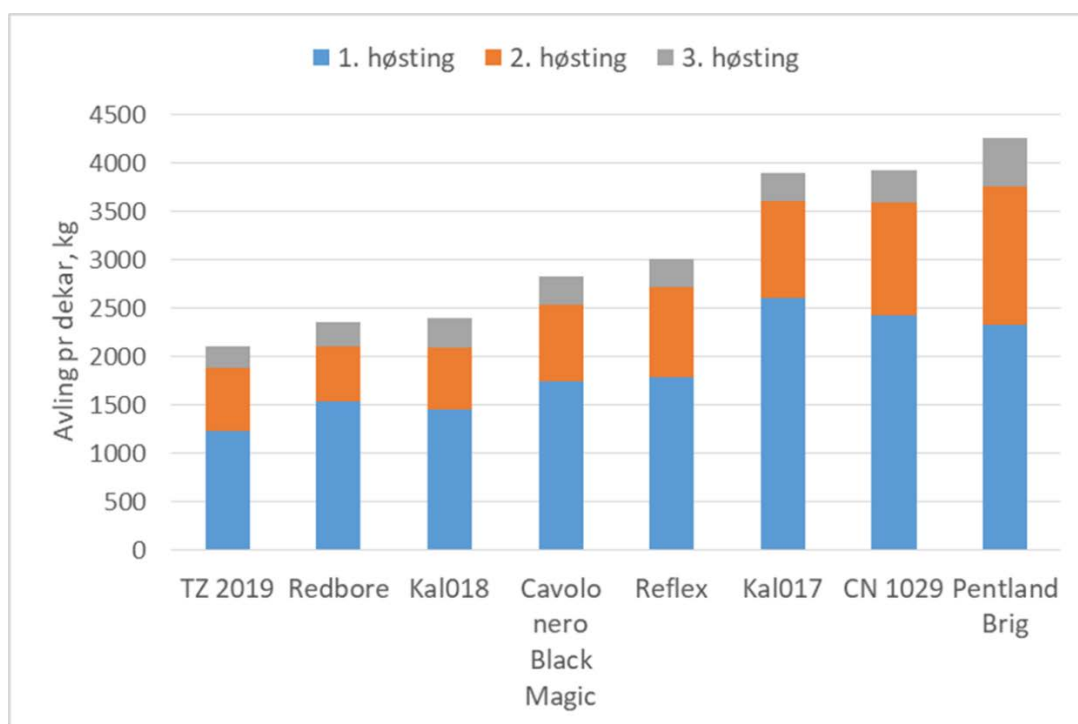
* Joy Choy gikk tidlig i stokk, derfor ikke med i sensoriske og kjemiske analyser.



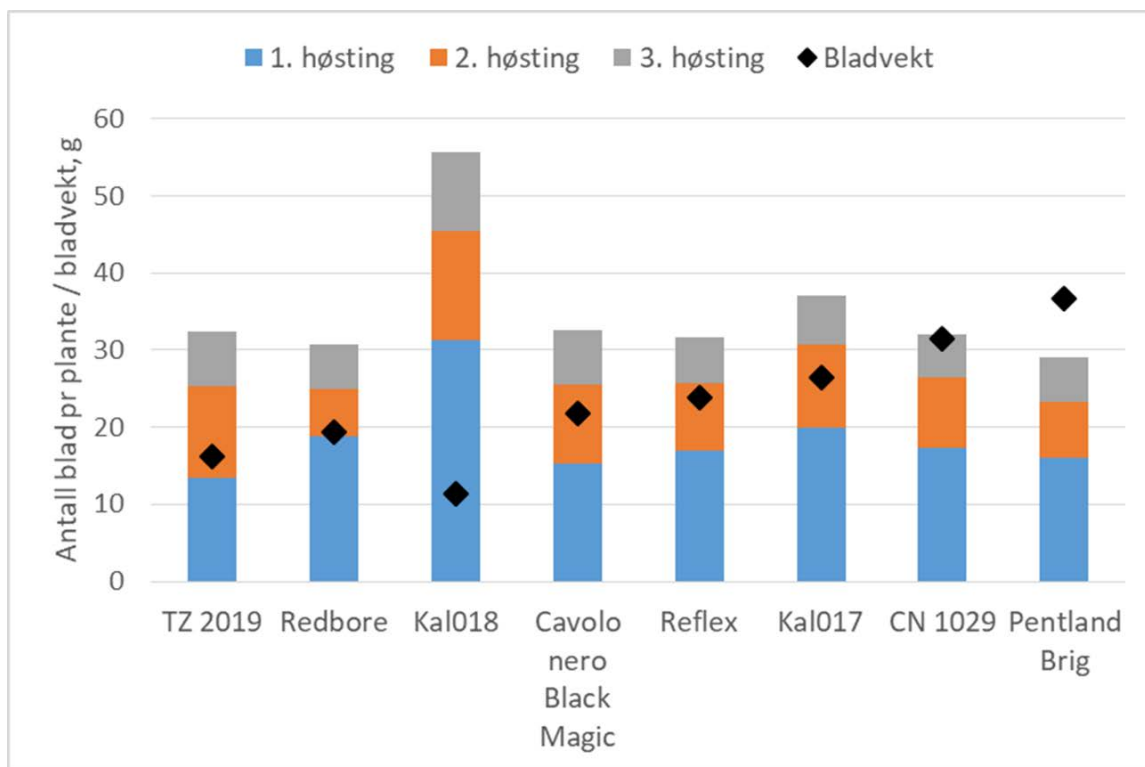
Figur 45 Helhetsinntrykk, farge (intensitet, rød/grønn) og krusing av blad i sorter av bladkål i sortsforsøk i 2017. Resultatrekkefølgen vises sortert etter score for helhetsinntrykk. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ. Grønn-/ rødfarge: 9= veldig mørk grønn/kraftig rød; krusing (savoyaktig): 9= mye krusing.

Disse bladkålssortene ble høstet tre ganger, med en måneds mellomrom, med start i midten av august. Felles for alle sortene var at den første høstingen utgjorde over 50% av den totale avlingen, og at avlingen i den tredje og siste høstingen var lav. Dette kunne nok blitt jevnere med litt tidligere høstestart. Det var store forskjeller i avling. Sorten med høyest avling var Pentland Brig, med dobbelt

avlingsmengde av sorten med lavest avling, TZ 2019 (Raven) (Figur 46). Grønnskålsorten CN 1029 har klart høyere avling enn hovedsorten Reflex. Når man ser på avlingskomponenter, ser man at det er høstet like mange blad pr plante, men at hvert blad av CN 1029 veier mer enn bladene hos Reflex (Figur 47). Den røde grønnskålsorten Redbor har mye lavere avling enn Reflex og CN 1029, men også her skyldes dette lavere bladvekt, mens antallet høstede blad er nokså likt (Figur 46, Figur 47). Av de to svartkålsortene har Cavolo Nero Black Magic høyest avling (Figur 46). Antall høstede blad pr plante er likt for begge sorter, men bladene hos TZ 2019 (Raven) veier mindre (Figur 47). For de siste tre bladkålsortene skiller Pentland Brig og Kal017 seg ut med de høyeste avlingene i forsøket, mens Kal018 er blant de laveste (Figur 46). Derimot har Kal018 høyest antall høstede blader pr plante av alle sortene i forsøket, og de aller letteste bladene (Figur 47). Bladene hos Pentland Brig er de tyngste av alle.



Figur 46 Avling (kg pr dekar) i tre høstinger av bladkål av typen grønnskål og lignende i sortsforsøk 2017. Høstetidene var 15.08, 13.09 og 16.10. Blad fra høsting nr. 2 ble sendt til Nofima for videre analyser.



Figur 47 Antall blad høstet pr plante (søyler) i tre høstinger av bladkål av typen grønnkål og lignende i sortsforsøk 2017. I tillegg er gjennomsnittlig vekt av enkeltblad markert med en svart markør for hver sort. Høstetidene var 15.08, 13.09 og 16.10. Blad fra høsting nr. 2 ble sendt til Nofima for videre analyser. Produktet av antall blad og vekt pr blad utgjør avlingen.

6.2.2 Greens og andre typer med engangshøsting

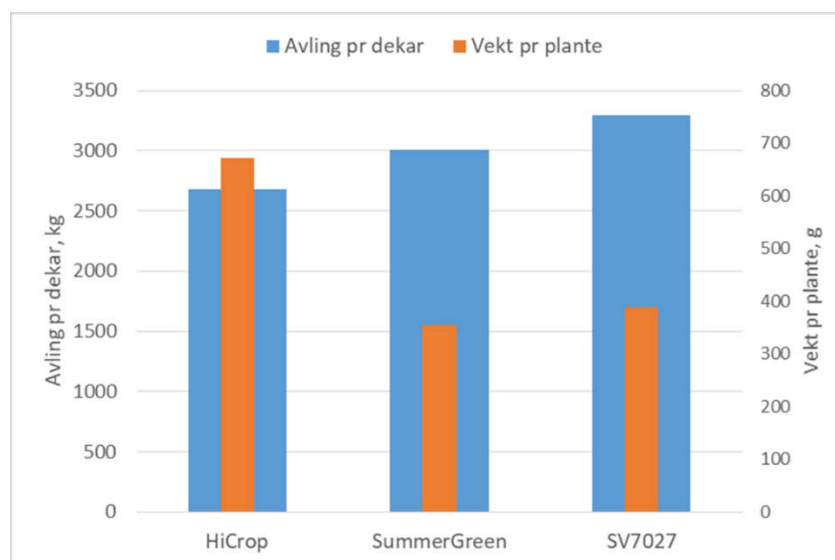


Figur 48 Helhetsinntrykk, farge og høyde i collards og greens i sortsforsøk i 2017. Ved 1-9-vurdering defineres 9 som best/mest positiv vurdering, og 1 som dårligst/mest negativ. Farge: 9= veldig mørk grønn. På bildet til venstre holder Gerd Guren collards-sorten HiCrop. Foto: Ingunn Vågen. Foto av greens: Eva Cecilie Gihle, NLR.

Collards-sorten HiCrop har store, omfangsrike og tunge planter, og var derfor plantet med samme avstand som sortene av grønnkål-type. Avlingsnivået var på ca. 2.7 tonn pr dekar (Figur 49), med litt over middels score for farge og helhetsinntrykk (Figur 48, Tabell 30). Sorten har spesielt tykke saftige bladstilker.

De to greens-sortene i forsøket, Summer Green og SV7027, er begge fra Seminis. Summer Green var oppgitt til å trenge kortere veksttid enn SV7027, og ble derfor sådd og plantet en uke senere. SV7027 hadde noe høyere avling og tyngre planter enn Summer Green (Figur 49), men hadde mye lavere score for helhetsinntrykk (Figur 48, Tabell 30). En mulig grunn til den lave scoren er at forskjellen i veksttid til de to sortene under de gjeldende forholdene var mer enn en uke, slik at SV7027 ble høstet tidligere enn optimalt. Dette kan i så fall også antyde at sortens avlingspotensial er høyere.

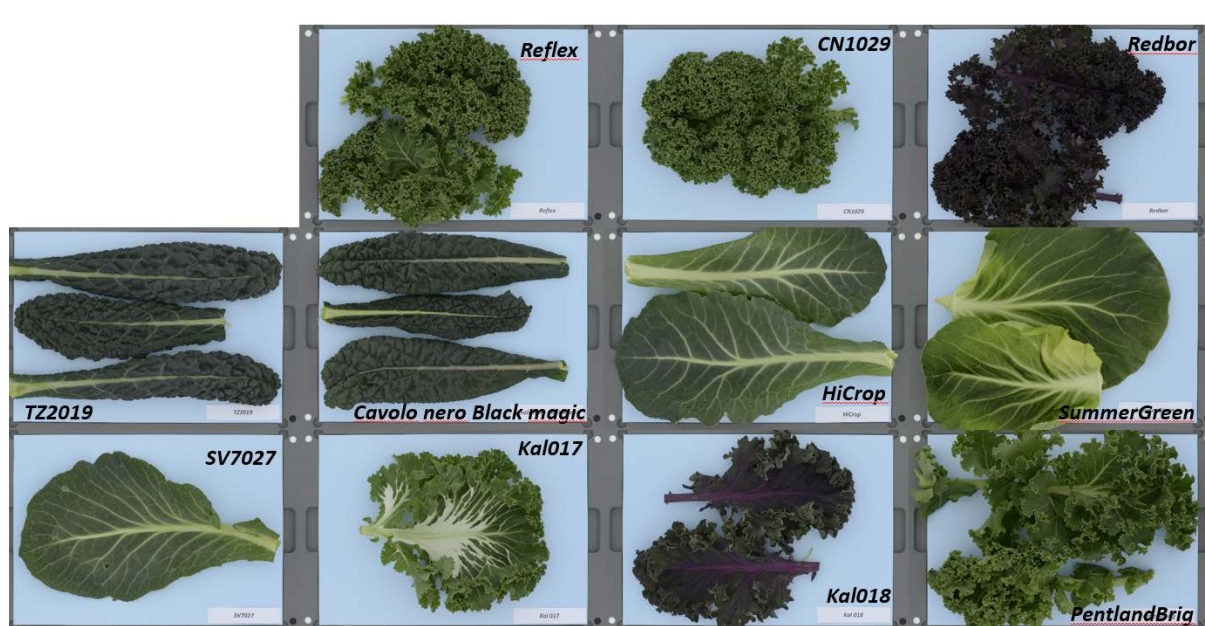
Det var også en sort av Pak Choy med i forsøket, Joy Choy. Denne måtte høstes allerede 10. august, og kunne derfor ikke tas med til analyser hos Nofima. Sorten hadde helt glatte blader, middels sterk farge og god helhetsvurdering (Tabell 30). Sorten ble plantet tettere enn grønnkåltypene, men mindre tett enn greens-sortene (Tabell 28). Gjennomsnittlig plantevekt var ca. 600 g, og avlingsnivået noe over 3500 kg pr dekar.



Figur 49 Avling og vekt. Avling (kg pr dekar, blå søyler) og gjennomsnittlig vekt av enkeltplanter (gram pr plante, orange søyler) av collards og greens i sortsforsøk 2017.

Tabell 31 Kort sammendrag av vekstegenskaper for bladkålssortene.

Sort nr./navn	Type sort	Sammendrag av vekstegenskaper
1 Reflex	Grønnkål	Hovedsort grønnkål. Middels kraftig grønn, ganske mye krusing. Bra helhetsvurdering.
2 CN1029	Grønnkål	Lik farge og krusing som Reflex, men høyere avling (pga større blad). Lavere plante enn Reflex.
3 Redbor	Rød grønnkål	Veldig kraftig/mørk rød, lavere avling enn Reflex. God helhetsvurdering. Høy plante
4 TZ2019 (Raven)	Svartkål	Veldig kraftig/mørk farge, bra helhetsvurdering. Lavere avling enn Cavolo Nero Black Magic pga lavere bladvekt.
5 Cavolo Nero Black Magic	Svartkål	God farge, lik krusing som TZ2019, men middels helhetsvurdering. Høyere plante enn TZ 2019.
6 KAL017 (TZ 9332)	Kale/bladkål	Grønn og hvit, ganske lys farge. Middels krusete blad. God avling, ganske tunge blad.
7 KAL018 (TZ 0277)	Kale/bladkål	Ganske kraftig rødilla/grønn farge. Middels krusete blad. Mange, lette blad, men likevel ganske lav avling.
8 SummerGreen	Greens	Grønn, litt lavere og tidligere enn SV7027. Ganske god helhetsvurdering.
9 SV7027	Greens	Grønn, antagelig over en uke senere enn Summer Green. Høyere planter og plantevekt enn Summer Green. Dårlig helhetsvurdering kan skyldes for tidlig høsting.
10 HiCrop F1	Collards	Høy kraftig plante; tykke, saftige bladstilker; lett krusete blad.
11 PentlandBrig	Kale/bladkål	Kraftig plante med ganske blek grønn farge og lite krusete blad. Høy avling og høy vekt av enkeltblad. Høy plante.
12 Joy Choy F1*	Pak Choy	Middels kraftig grønnfarge, glatte blad og god helhetsvurdering.



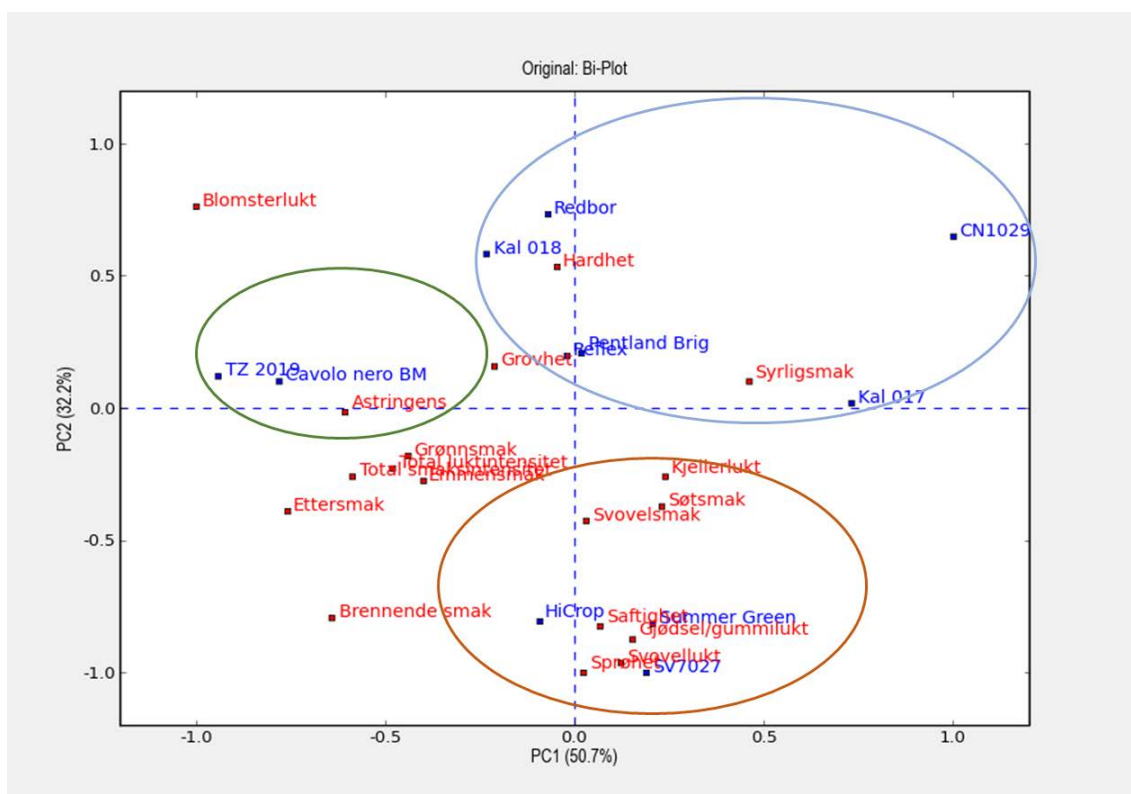
Bilde 6 Bladkålssorter. Tilfeldig utvalgt bladprøve fra sortene som ble sendt til Nofima. Foto: Nofima

6.3 Sensoriske egenskaper – bladkål

v/Kristine Svartebekk Myhrer og Paula Varela

PCA-kartet for bladkålsortene (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**) viser de sensoriske egenskapene i den beskrivende analysen som skilte sortene signifikant fra hverandre, og hvordan disse fordeler seg i forhold til sortene. Egenskapene som forklarer den største forskjellen mellom prøvene er blomsterlukt, ettersmak og brennende smak, som er plassert til venstre i kartet, og syrlig smak, kjellerlukt, søtsmak, gjødsel/gummilukt og svovellukt som er plassert til høyre i kartet.

Det dannes tre klynger i kartet, markert med ulike farger i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**. Klynge 1 (grønn sirkel) er svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero BM, med relativt mye av de kraftige lukt- og smaksegenskapene som bitter, astringens og brennende smak, men også mye grønn/blomster lukt og smak. Klynge 2 (rød sirkel) er greens sortene SV7027, SummerGreen og HiCrop (collard), som er relativt saftige og sprøe, og med mye svovelsmak, brennende smak, men også mye søtsmak. Den tredje klyngen (blå sirkel) består av de grønne og røde grønnkålsortene Reflex, CN1029, Redbor, KAL018, KAL017 og Pentland Brig, og disse sortene var relativt milde og syrlige sorter med lite sprøhet og saftighet. I sistnevnte gruppe var det stor spredning mellom noen av sortene, som vist i PCA-kartet der grønnkålen CN1025 lå langt til høyre, mens Reflex og Pentland Brig lå relativt midt i kartet.



Figur 50 PCA-kart (PCA plot) av prøver og signifikante egenskaper for bladkålsortene. 50.7 % av variasjonen forklares langs PC1 og 32.2 % forklares langs PC2. Vær oppmerksom på at skalaer ikke bør tolkes direkte, figuren illustrerer kun forholdet mellom prøver og egenskaper.

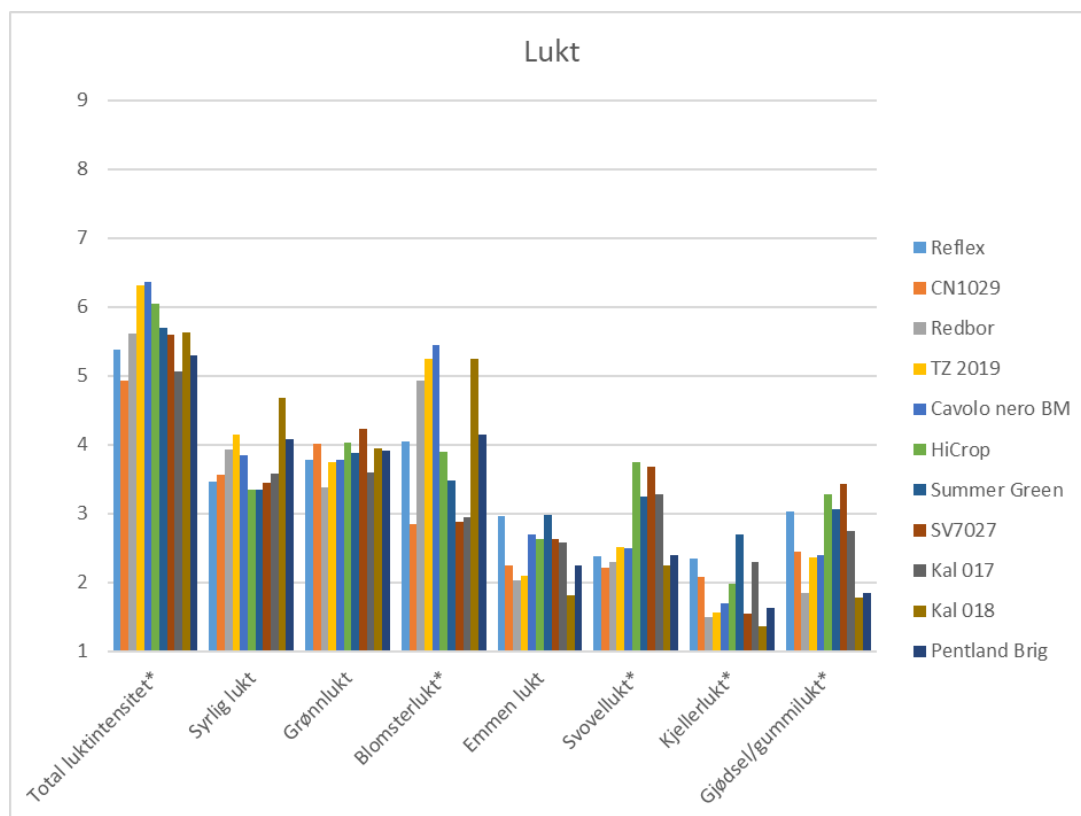
I den sensoriske analysen for bladkålsortene viser resultatene signifikante forskjeller mellom to eller flere av prøvene for 18 av 23 egenskaper (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). Det er signifikante forskjeller for total luktintensitet, blomsterlukt, svovellukt, kjellerlukt, gjødsel/gummilukt, totalsmakintensitet, syrligsmak, søtsmak, bittersmak, grønnsmak, emmensmak, brennendesmak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens.

Svartkålsortene Cavolo Nero og TZ2019 er lukt- og smaksintense sorter, sistnevnte noe mer smaksintens enn Cavolo Nero. Cavolo Nero har i tillegg relativt høy intensitet for egenskapen blomsterlukt. Søtsmaken er relativt høy for HiCrop, mens svartkålsorten TZ2019 har relativt høy intensitet for bittersmak og ettersmak. Den brennende smaken er relativt høy for svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero, og for HiCrop (collard) og SV7027 (greens). SummerGreen hadde noe lavere intensitet av bittersmak, men forskjellen kom ikke signifikant ut i statistisk analyse (**Feil! Fant ikke referanseilden.**). Grønnkålsorten CN1029, som spenner ut smakskartet, hadde lavest verdi av alle 11 sorter for brennende smak og bitter smak, og høyest verdi for syrlig smak, og har en noe høyere gjennomsnittsverdi fra dommerne på søt smak enn hovedsorten Reflex.

Tabell 32 Variansanalyse (ANOVA) og Tukey's multiple sammenligningstest for bladkålsortene. Det er her benyttet signifikant forskjell på 5% nivå ($p=0.05$) angitt ned bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

	Egenskaper	Reflex	CN1029	Redbor	TZ2019	Cavolo Nero	HiCrop	Summer Green	SV7027	KAL017	KAL018	Pentland Brig	P-verdi
LUKT	Total luktintensitet	5.38 BC	4.93 C	5.62 ABC	6.31 A	6.37 A	6.04 AB	5.70 ABC	5.60 ABC	5.06 C	5.63 ABC	5.19 BC	<0.001
	Syrlig lukt	3.46 A	3.56 A	3.92 A	4.15 A	3.85 A	3.35 A	3.34 A	3.44 A	3.57 A	4.67 A	4.07 A	0.091
	Grønnlukt	3.77 A	4.01 A	3.38 A	3.75 A	3.77 A	4.02 A	3.87 A	4.22 A	3.59 A	3.95 A	3.91 A	0.302
	Blomsterlukt	4.05 ABC	2.84 C	4.93 AB	5.25 AB	5.45 A	3.89 ABC	3.48 BC	2.87 C	2.95 C	5.25 AB	4.14 ABC	<0.001
	Emmen lukt	2.96 A	2.24 A	2.02 A	2.09 A	2.70 A	2.63 A	2.98 A	2.63 A	2.58 A	1.81 A	2.25 A	0.201
	Svovellukt	2.37 BCD	2.21 D	2.29 BCD	2.51 BCD	2.50 BCD	3.75 A	3.24 ABC	3.68 A	3.27 AB	2.25 CD	2.39 BCD	<0.001
	Kjellerlukt	2.35 AB	2.07 AB	1.49 AB	1.56 AB	1.69 AB	1.98 AB	2.70 A	1.54 AB	2.29 AB	1.36 B	1.62 AB	0.015
	Gjødsel/gummilukt	3.03 AB	2.44 AB	1.85 AB	2.36 AB	2.40 AB	3.27 AB	3.06 AB	3.42 A	2.75 AB	1.77 B	1.85 AB	0.004
SMAK	Total smaksintensitet	6.08 BCD	4.93 E	5.62 CDE	6.96 A	6.61 AB	6.16 BC	5.83 CD	6.11 BCD	5.40 DE	6.00 BCD	6.09 BCD	<0.001
	Syrligsmak	3.32 AB	4.16 A	3.70 A	2.46 B	3.02 AB	3.41 AB	3.74 A	3.74 A	3.90 A	4.05 A	3.56 AB	<0.001
	Søtsmak	3.09 BCD	3.30 ABCD	3.24 ABCD	2.86 D	2.87 CD	3.82 A	3.57 ABCD	3.58 ABC	3.61 AB	2.98 BCD	3.31 ABCD	<0.001
	Bittersmak	6.61 ABC	4.68 D	5.65 CD	7.37 A	6.98 AB	6.58 ABC	6.31 BC	6.05 BC	5.05 D	6.45 ABC	6.43 ABC	<0.001
	Svovelsmak	3.72 A	3.57 A	3.69 A	3.59 A	3.90 A	4.26 A	4.08 A	4.28 A	3.95 A	3.64 A	3.70 A	0.005
	Grønnsmak	5.88 ABC	5.29 BC	5.65 ABC	6.53 A	6.43 AB	5.77 ABC	6.14 AB	5.84 ABC	4.93 C	5.55 ABC	6.35 AB	<0.001
	Emmensmak	2.69 AB	1.93 B	2.17 AB	3.40 A	3.26 AB	2.86 AB	2.59 AB	2.40 AB	2.51 AB	2.23 AB	1.86 B	0.007
	Brennende smak	3.81 ABC	2.66 C	3.90 ABC	4.94 A	4.65 A	5.06 A	4.37 AB	4.81 A	3.25 BC	4.09 AB	4.05 AB	<0.001
	Kjellersmak	1.90 A	1.65 A	1.85 A	2.03 A	2.27 A	1.89 A	2.26 A	1.70 A	1.80 A	1.91 A	1.85 A	0.744
Ettersmak	6.28 ABC	4.62 E	5.77 CD	7.16 A	6.93 AB	6.35 ABC	6.15 BCD	6.35 ABC	5.28 DE	6.36 ABC	6.02 BCD	<0.001	
TEKSTUR	Hardhet	5.87 AB	6.00 AB	6.18 A	6.10 A	5.65 ABC	5.72 ABC	4.90 C	5.18 BC	5.90 AB	5.80 AB	5.64 ABC	<0.001
	Sprøhet	3.86 C	3.70 C	3.59 C	4.10 BC	4.19 BC	4.82 AB	5.32 A	5.20 A	4.21 BC	3.84 C	4.43 ABC	<0.001
	Grovhet	5.73 ABC	5.20 BC	5.78 ABC	6.20 A	5.85 ABC	5.80 ABC	5.08 C	5.29 BC	6.04 AB	5.63 ABC	5.36 BC	<0.001
	Saftighet	4.16 D	4.10 D	4.18 D	4.14 D	4.37 D	5.29 ABC	5.50 A	5.38 AB	4.48 D	4.63 CD	4.75 BCD	<0.001
	Astringens	4.72 A	3.35 C	4.67 A	5.22 A	5.12 A	4.32 AB	4.29 ABC	4.50 AB	3.68 BC	4.65 A	4.46 AB	<0.001

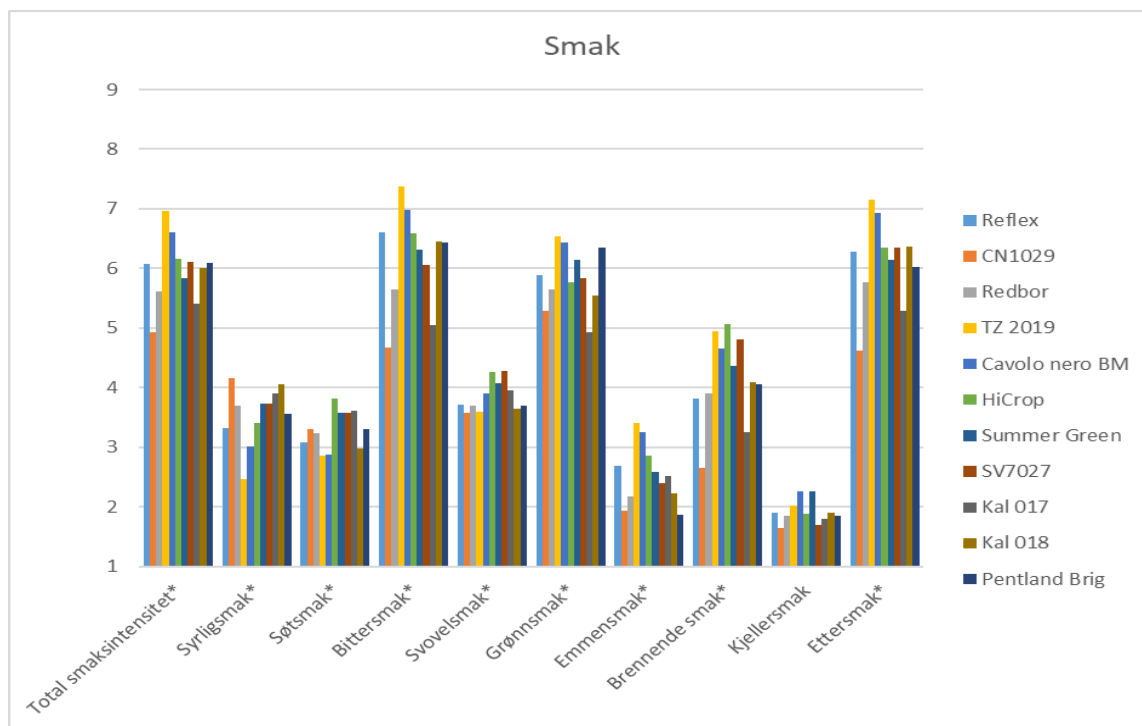
Gjennomsnittsverdiene for lukteegenskapene (Figur 51) viser signifikante forskjell mellom to eller flere sorter for egenskapene total luktintensitet, blomsterlukt, emmenlukt, svovellukt, kjellerlukt og gjødsel/gummilukt. Svartkålsortene Cavolo Nero og TZ2019 har relativt høy intensitet av total luktintensitet, og Cavolo Nero har også relativt høy intensitet for blomsterlukt, tett etterfulgt av den andre svartkålsorten TZ2019 og Kal018. HiCrop og SV7027 har den høyeste intensiteten for svovellukt i forhold til de andre sortene i testen. Kjellerlukten er høyest for SummerGreen og gjødsel/gummilukt er mest fremtredende for SV7027.



Figur 51 Gjennomsnittsverdier for lukteegenskapene for bladkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

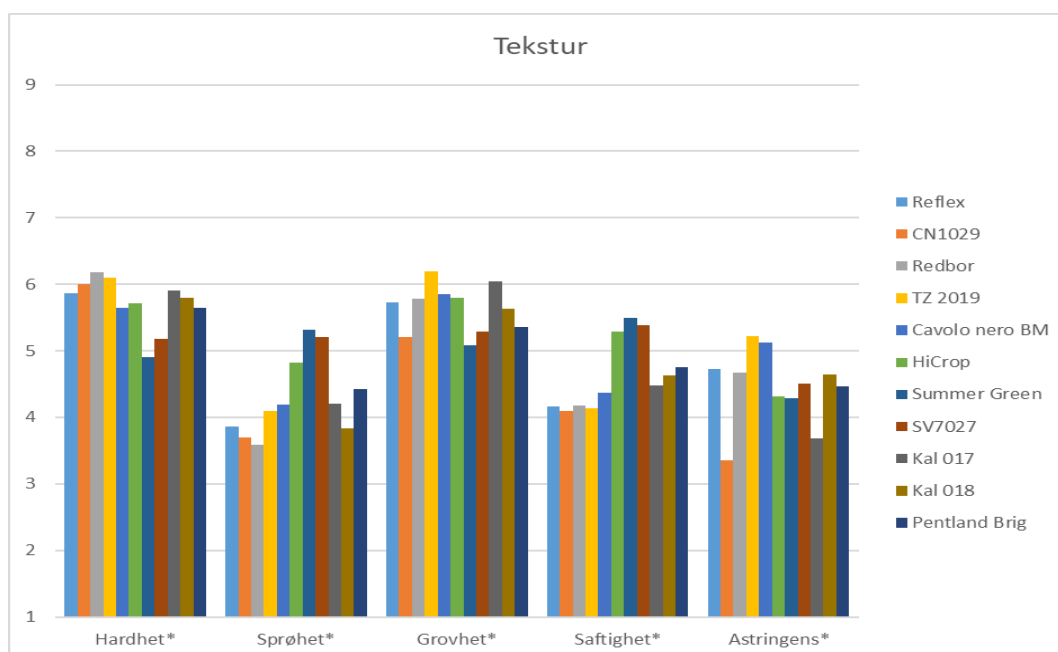
Gjennomsnittsverdiene for smaksegenskapene (Figur 52) viser signifikante forskjeller for egenskapene total smaksintensitet, syrlig smak, søt smak, bitter smak, grønn smak, emmensmak, brennende smak og kjellersmak.

Svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero har begge relativt høy total smaksintensitet. Syrlig smak er relativt høy for CN1029, Redbor, SummerGreen, SV7027, KAL017 og KAL018, mens søt smaken er høyest for collards HiCrop. Svartkål TZ2019 har høyest intensitet for bitter smak, grønn smak, emmen smak og ettersmak, og lavest syrlig smak, av de testede sortene. TZ2019, Cavolo Nero, HiCrop og SV7027 har relativt høy intensitet for brennende smak.



Figur 52 Gjennomsnittsverdier for smaksegenskapene for bladkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

Gjennomsnittsverdiene for teksturegenskapene er vist i Figur 53, og alle egenskapene er signifikant forskjellige mellom to eller flere av sortene. Den røde grønnkålen Redbor har høyest intensitet for hardhet og SummerGreen har relativt lav intensitet. De to greens sortene SummerGreen og SV7027 har høyest intensitet for sprøhet, svartkål TZ2019 for grovhet, og SummerGreen for saftighet. Reflex, Redbor, TZ2019, Cavolo Nero og KAL018 har relativt høy intensitet for astringens, mens CN1029 har relativt lav intensitet.



Figur 53 Gjennomsnittsverdier for teksturegenskapene for bladkålsortene. Gjennomsnittsverdiene er basert på 10 dommere og to sensoriske gjentak for hver av sortene. * Signifikant $p < 0.05$

6.4 Kjemiske innholdsstoffer - bladkål

v/Gesine Schmidt og Grethe Iren Borge

I sortsforsøket for bladkål ble det målt vanninnhold, sukker (sukrose, fruktose og glukose), vitamin C, glukosinolater (10-12 ulike) og aromastoffer (metabolomics). Metodikk er beskrevet i Kap. 6.

Verdien for hver sort er gjennomsnitt av 3 prøver som hver består av blader fra 3 planter (fra hver rute i feltet), dvs. 9 planter. Hver prøve ble analysert med 2-3 uavhengige tekniske paralleller analyserte i randomiserte prøveoppsett.

Tabell 33 Innhold av vann, totalt vitamin C (summen av L-askorbinsyre og L-dehydroaskorbinsyre) og totalt sukker (summen av glukose, fruktose og sukrose) i bladkålsorter dyrket i 2017. Verdiene er angitt \pm standardavvik ($n = 3$). Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt i bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Sort	Vanninnhold		Vitamin C			Sukker				
	g/100 g FW		mg/100 g FW	mg/g DW		g/100 g FW	mg/g DW			
1 Reflex	83.4 \pm 0.1	fg	133 \pm 6	abc	8.0 \pm 0.3	bc	2.5 \pm 0.1	bcd	149 \pm 7	b
2 CN1029	84.4 \pm 0.4	ef	138 \pm 14	ab	8.9 \pm 0.8	ab	1.9 \pm 0.2	cde	121 \pm 8	bc
3 Redbor	84.6 \pm 0.2	ef	125 \pm 6	abc	8.1 \pm 0.3	bc	1.5 \pm 0.1	e	98 \pm 7	c
4 TZ2019	82.5 \pm 0.4	g	156 \pm 12	a	8.9 \pm 0.5	ab	2.4 \pm 0.4	bcd	135 \pm 20	bc
5 Cavolo Nero	83.2 \pm 1.0	fg	162 \pm 26	a	9.6 \pm 1.1	ab	2.4 \pm 0.6	bcd	143 \pm 31	bc
6 HiCrop	86.1 \pm 0.1	cd	129 \pm 8	abc	9.3 \pm 0.6	ab	3.0 \pm 0.3	ab	213 \pm 18	a
7 SummerGreen	89.1 \pm 0.2	a	94 \pm 4	c	8.7 \pm 0.4	b	2.7 \pm 0.2	abc	250 \pm 11	a
8 SV7027	87.9 \pm 0.5	ab	105 \pm 4	bc	8.7 \pm 0.1	b	3.0 \pm 0.1	ab	249 \pm 3	a
9 KAL017	86.8 \pm 0.6	bc	143 \pm 11	ab	10.8 \pm 0.8	a	1.8 \pm 0.4	de	135 \pm 24	bc
10 KAL018	85.4 \pm 0.3	cde	95 \pm 3	c	6.5 \pm 0.1	c	1.5 \pm 0.1	e	101 \pm 3	c
11 PentlandBrig	84.9 \pm 0.7	de	138 \pm 27	ab	9.1 \pm 1.3	ab	3.4 \pm 0.2	a	227 \pm 15	a
P-verdier (sorter)										
Bladkål	< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001		< 0.001	

6.5 Vanninnhold

Bladkål dyrket i 2017 hadde statistisk signifikant forskjellig vanninnhold og varierte mellom 82.5 – 89.1 % ($P < 0.001$) som vist i Tabell 33. Svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero hadde lavest vanninnhold og Greens-sorten SummerGreen hadde høyest. Forskjellen mellom lavest og høyest lå på 6.6 %. Verdiene tilsvarer referanseverdien i Matvaretabellen, der rå grønnkål er oppgitt med 85 % vanninnhold.

6.6 Sukker

Sukkerinnholdet i bladkålsortene varierte med mer enn en faktor 2 mellom de sortene mest lavest og de med høyest innhold (Tabell 33). Variasjonen var statistisk signifikant. Sorten PentlandBrig hadde høyest sukkerinnhold med 3.4 g/100 g FW, etterfulgt av collards og greens sortene HiCrop, SummerGreen og SV7027. Dette kan åpne for diskusjon om PentlandBrig bør regnes som en greens heller enn en kale. Svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero lå begge på 2.4 g/100 g FW, mens alle grønnkålsortene, med unntak av hovedsorten Reflex (2.5 g/100 g FW), lå under 2 g/100 g FW i sukkerinnhold. De to røde grønnkålsortene Redbor og KAL018 hadde lavest sukkerinnhold. Sukkerinnholdet basert på tørrvekt fulgte samme trend, PentlandBrig sammen med collards og greens lå høyest i sukkermengde, og de røde grønnkålsortene lå lavest.

6.7 Vitamin C

Fersk bladkål er forholdsvis rik på vitamin C. Verdiene er vist i Tabell 33, og lå, avhengig av sort, med en faktor 2 høyere enn i blomkål og en faktor 2 til 3 høyere enn hodekål. Men ser man på vitamin C verdiene regnet i forhold til tørrvekt, så lå blomkål og bladkål nesten likt, mens hodekål lå ca. 20 % under bladkål. Dette betyr at årsaken til det høye vitamin C innholdet i bladkål ligger hovedsakelig i dets lave vanninnhold, mens det foreligger en fortyningseffekt hos blomkål og hodekål.

Blant bladkålsortene var det Cavolo Nero BM som hadde høyest vitamin C innhold (162 mg/100 g FW), og SummerGreen og KAL018 som hadde lavest, med respektive 94 og 95 mg/100 g FW. Basert på tørrvekt var det også KAL018 som hadde lavest vitamin C innhold, mens det var KAL017 som hadde høyest. Alle vitamin C verdier ligger betraktelig høyere i vårt forsøk enn referanseverdier fra svenske Livsmedelsverket 2016 (54-74 mg/100 g FW). Matvaretabellen.no oppgir rå grønnkål (120 mg/100 g).

Statistisk er det en sammenheng mellom totalt vitamin C- og sukkerinnhold og sortsutvikler, men sortene hadde såpass forskjellig vekstform (kale/collards/greens), at det er for få datapunkter per form til å trekke en valid konklusjon. For eksempel stammer begge greens sortene fra samme utvikler, som ikke hadde noen annen ikke-greens sort i forsøket, og det er umulig å si om høyt sukkerinnhold skyldes sortutvikleren eller vekst-typen greens. Hvis sammenhengen er av interesse, bør det settes opp et større forsøk med et, for sortsutviklerne, mer representativt utvalg av sorter, og de bør dyrkes i gjentak.

6.8 Glukosinolater

Glukosinolater (GLS) måles i frysetørkede prøver, og innholdet oppgis ofte i litteraturen basert på tørrvekt. I denne rapporten er også innholdet omregnet, basert på vanninnholdet målt i prøvene, til mg per 100 gram ferskvekt (FW). Innholdet av GLS varierte mer mellom de biologiske samleprøvene av bladkål enn hodekål og blomkål, noe som kan forklares med at kan være variasjon mellom blader på planten. Relativ standardavvik (%RSD) mellom tekniske analyseparalleller var mindre enn 5 %, som viste god repeterbarhet for den kjemiske analysen, dvs homogene prøver fra hver plante.

Tabell 34 Innhold av GLS i bladkålsorter ($\mu\text{mol/g}$ tørrvekt og $\text{mg}/100$ g ferskvekt) dyrket i 2017. Verdiene er angitt \pm standardavvik ($n = 3$ sampleprøver). Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall i 95 % er angitt i bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

Sort	Type	Sum GLS	
		$\mu\text{mol/g DW}$	$\text{mg}/100 \text{ g FW}$
1 Reflex	kale	14.2 ± 2.2	bcd 98 \pm 15 b
2 CN1029	kale	11.5 ± 2.9	bcd 75 \pm 20 bc
3 Redbor	kale	5.0 ± 1.0	d 33 \pm 7.2 c
4 TZ2019	black kale	13.4 ± 1.5	bcd 105 \pm 14 b
5 Cavolo Nero	black kale	14.1 ± 4.0	bcd 106 \pm 35 b
6 HiCrop	collards	29.3 ± 3.3	a 171 \pm 18 a
7 SummerGreen	greens	18.2 ± 6.0	bc 83 \pm 26 bc
8 SV7027	greens	18.9 ± 5.3	b 95 \pm 29 b
9 KAL017	kale	12.5 ± 4.6	bcd 69 \pm 23 bc
10 KAL018	kale	8.0 ± 2.0	cd 48 \pm 13 bc
11 PentlandBrig	kale	16.6 ± 0.8	bc 104 \pm 10 b
P-verdier (sorter)			
Bladkål		< 0.001	< 0.001

Det ble funnet 11 ulike glukosinolater (GLS) i de ulike bladkålsortene. Det var de samme som i hodekål, utenom glucoerucin, som fantes i lave mengder i noen sorter hodekål og blomkål. Total mengde GLS (sum alle 11 glukosinolater) var signifikant forskjellig mellom sortene og verdiene lå mellom 33 og 171 mg/100 g FW (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**). Høyeste innhold hadde HiCrop (collard), mens lavest innhold hadde den røde grønnkålsorten Redbor. Rangert fra lavest til høyest pr ferskvekt: Redbor > KAL018 > KAL017 > CN1029 > SummerGreen > SV7027 > Reflex > PentlandBrig > TZ2019 > Cavolo Nero > HiCrop. Rangering pr tørrvekt var den samme som for ferskvekt.

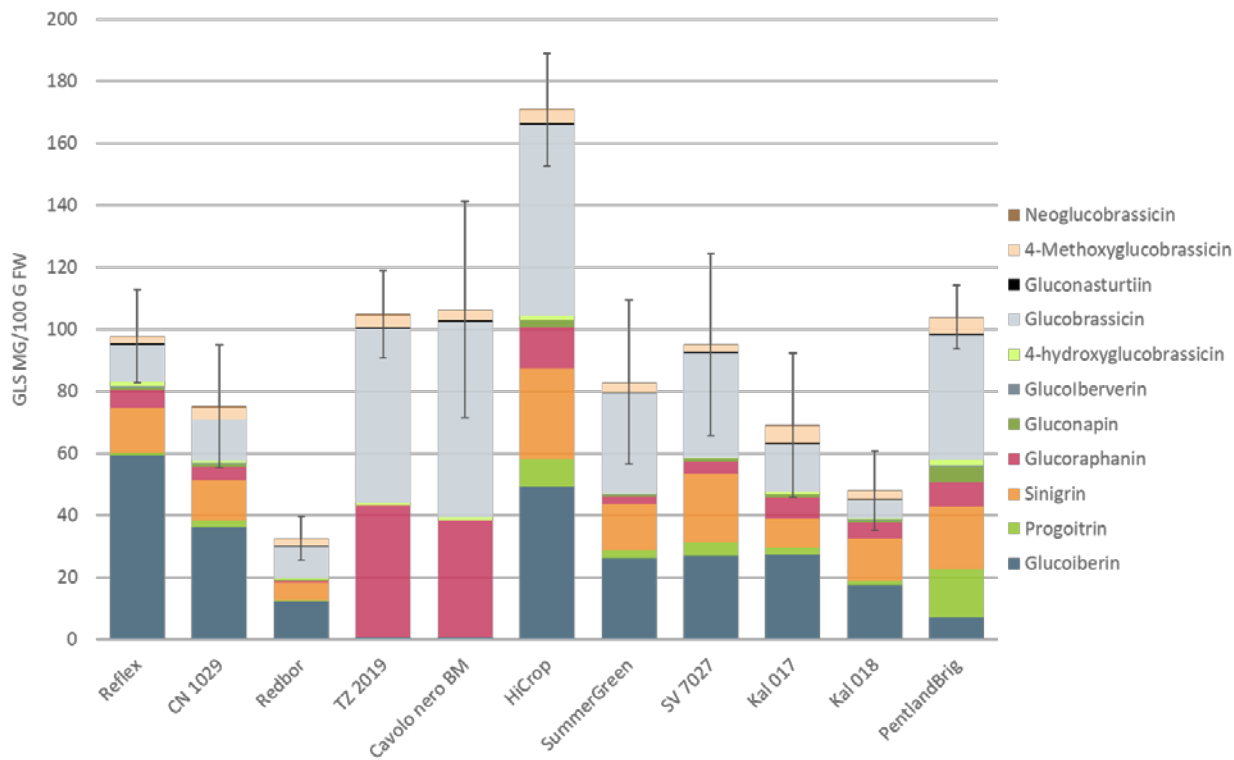
Ved sammenlikning av innholdet GLS i de fire gruppene kale (grønnkålsortene), black kale (svartkål), collard og greens var det statistisk forskjell (Tabell 35 A). Men det var kun dyrket en enkelt sort collard, så man kan ikke trekke noen generelle konklusjoner om gruppen collards ut fra dette forsøket. Statistisk sammenlikning uten collards viste at svartkål hadde signifikant høyere GLS-innhold enn grønnkål (Tabell 35 B).

Tabell 35 Gjennomsnittsverdi for innhold av total GLS pr 100 g ferskvekt i (A) alle 4 typer bladkål og (B) typer bladkål uten Collards (kun 1 sort). Variansanalyse (ANOVA) og statistisk, sesongvis grupperingsinformasjon etter Tukey's multiple sammenligningstest med konfidensintervall 95 % er angitt i bokstaver: gjennomsnittsverdier med samme bokstav er ikke signifikant forskjellig fra hverandre.

A)	Sum GLS	Antall	B)	Sum GLS	Antall
Type	mg/100 g FW	prøver	Type	mg/100 g FW	prøver
collards (1 sort)	171 ± 18	a 3			
black kale (2 sorter)	106 ± 24	b 6	black kale	106 ± 24	a 6
greens (2 sorter)	89 ± 26	b 6	greens	89 ± 26	ab 6
kale (6 sorter)	71 ± 29	b 18	kale	71 ± 29	b 18

Figur 54 viser innholdet av de ulike GLS, og man ser fra fargekodene at GLS profilen for de to svartkålene er forskjellig fra grønnkål (kale) og bladkålsortene (black kale). Svartkålen har spesielt høyt innhold av glucoraphanin, som danner det krefthemmende sulforaphane. Begge sortene har også høy andel av helsepositivt glucobrassicin. Og svartkålen har ikke noe av det «helsenegative» og bitre progoitrin. Sinigrin og glucoiberin ble heller ikke funnet i svartkålsortene, som er forløpere for smaksintense ITC-aromastoffer (se Aromastoffer). Denne særegne profilen til svartkål finner vi igjen i aromaprofilen, der de grupperer seg sammen (Figur 56).

PentlandBrig (kale) skiller seg også ut med høyt innhold av progoitrin og lavt innhold av glucoiberin sammenliknet med andre kale-sorter, noe som underbygger at den ikke er en «typisk» grønnkålsort. Fra GLS-profilen kan det se ut som PentlandBrig har mer til felles med collards HiCrop.



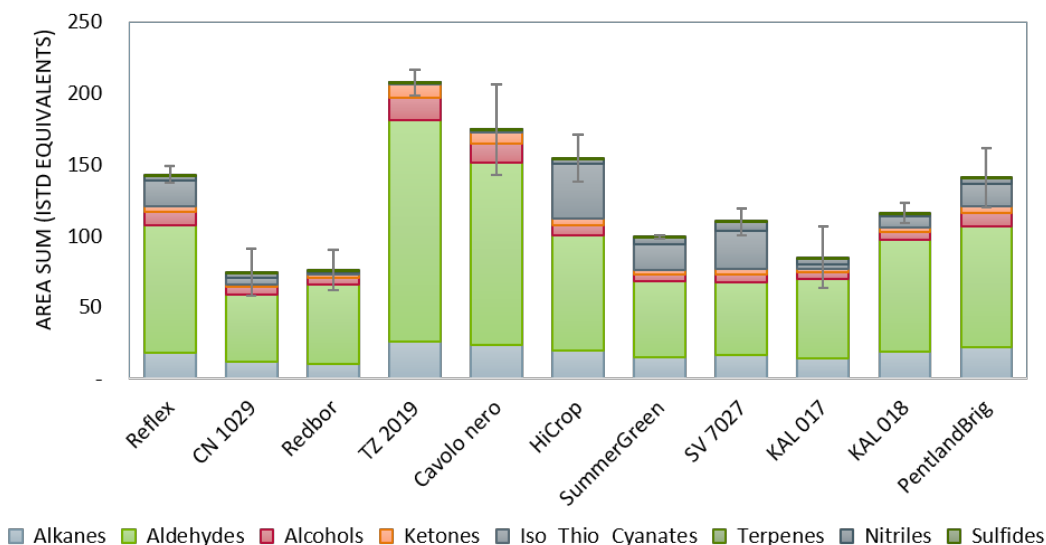
Figur 54 Innhold av ulike GLS i bladkålsorter. Standardavvik er angitt på søylediagrammet for Sum GLS. Fargekodene angir 11 ulike typer glukosinolater identifisert og målt i bladkålforsøket.

Tabell 36 Innhold av alle individuelle glukosinolater i bladkålssorter dyrket i 2017. Tabell med verdier per tørrvekt se Tilleggs.

		GLUKOSINOLATER											
		mg/100 g FW											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
1	Reflex	59.3 ± 10.1	0.9 ± 0.1	14.6 ± 1.6	5.6 ± 1.4	0.7 ± 0	0.4 ± 0.2	1.5 ± 0.4	0 ± 0	11.9 ± 1.1	0.5 ± 0.1	2.1 ± 0.1	0.4 ± 0.1
2	CN1029	36.2 ± 14.1	2.1 ± 0.2	12.9 ± 4.0	4.5 ± 1.4	0.8 ± 0.3	0.2 ± 0.3	0.9 ± 0.6	0 ± 0	13.3 ± 1.1	0 ± 0	3.7 ± 0.1	0.5 ± 0
3	Redbor	12.4 ± 3.3	0.3 ± 0.1	5.6 ± 1.6	0.7 ± 0.2	0.2 ± 0	0 ± 0	0.4 ± 0.3	0 ± 0	10.4 ± 3	0.2 ± 0.1	2.2 ± 0.3	0.1 ± 0
4	TZ2019	0.8 ± 0.2	0 ± 0	0 ± 0	42.2 ± 8.1	0 ± 0	0 ± 0	1.1 ± 0.7	0 ± 0	56.2 ± 4.9	0.4 ± 0.1	3.7 ± 0.5	0.5 ± 0.1
5	Cavolo Nero	0.8 ± 1.2	0 ± 0	0 ± 0	37.5 ± 12	0.03 ± 0.1	0 ± 0	1.0 ± 0.6	0 ± 0	63 ± 26.3	0.3 ± 0	3.3 ± 0.8	0.4 ± 0.1
6	HiCrop	49.1 ± 10.1	9.1 ± 0.9	29.0 ± 6.0	13.4 ± 0.4	2.1 ± 0.6	0.1 ± 0.2	1.7 ± 0.8	0 ± 0	61.4 ± 0.7	0.5 ± 0.2	4.2 ± 0.3	0.1 ± 0
7	SummerGreen	26.1 ± 7.2	2.8 ± 0.9	14.7 ± 4.5	2.4 ± 0.7	0.7 ± 0.3	0.02 ± 0	0.3 ± 0.2	0 ± 0	32.4 ± 12.2	0.2 ± 0.1	3.1 ± 0.9	0.3 ± 0
8	SV7027	27.0 ± 9.6	4.2 ± 1.3	22.3 ± 8.2	3.8 ± 1.3	1.2 ± 0.6	0 ± 0	0.3 ± 0.1	0 ± 0	33.7 ± 7.8	0.5 ± 0.2	2.1 ± 0.4	0.2 ± 0.1
9	KAL017	27.4 ± 14.3	2.3 ± 0.6	9.3 ± 2.2	6.8 ± 1.4	0.9 ± 0.5	0.1 ± 0.1	0.9 ± 0.3	0 ± 0	15.3 ± 5.3	0.5 ± 0.1	5.0 ± 1.1	0.6 ± 0.2
10	KAL018	17.5 ± 8.2	1.3 ± 0.4	13.9 ± 4.4	4.8 ± 1.2	1.0 ± 0.4	0.1 ± 0.1	0.5 ± 0.3	0 ± 0	5.7 ± 1.4	0.3 ± 0.1	2.7 ± 0.4	0.3 ± 0
11	PentlandBrig	7.0 ± 4.5	15.5 ± 5.1	20.4 ± 1.4	7.8 ± 5.4	5.3 ± 3.2	0.1 ± 0.1	1.8 ± 0.5	0 ± 0	40.3 ± 8.4	0.6 ± 0.2	5.1 ± 0.8	0.2 ± 0

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GNA=gluconapin; GIBV=glucoiberin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

6.9 Aromastoffer



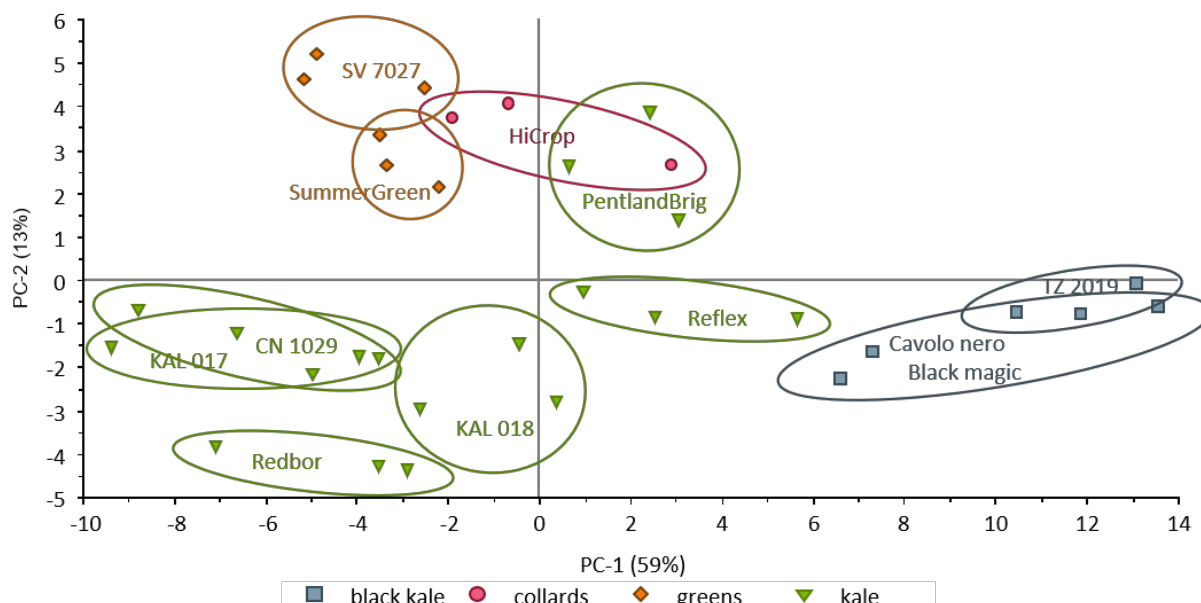
Figur 55 Relative mengder og typer aromastoffer i bladkålsorter dyrket i 2017.

Total mengde av aromastoffer i bladkål ligger forholdsvis høyt; mens blomkålsortene ligger på 30-50 «Intern Standard area equivalents» (ISTD equivalents), og hvitkål, rødkål og savoykål ligger på hhv. 10-40, 40-60 og på 80 ISTD equivalents, så ligger bladkål på 75-220 ISTD equivalents (Figur 55). Antall aromastoffer i bladkålsorter er omtrent lik som i hodekål, det inngår 62 ulike forbindelser i analysen.

Høyest innhold av aromastoffer har svartkålsortene TZ2019 og Cavolo Nero Black Magic. Lavest innhold har de grønne grønnkålsortene CN1029 og KAL017, og den røde grønnkålsorten Redbor. CN1029 skilte seg også ut i sensorisk bedømmelse med lavest verdi for brennende og bitter smak samt høyest verdi for syrlig smak.

Mest iøynefallende er det lave innholdet av svovel- og nitrogenholdige aromastoffer i Redbor, TZ2019 og Cavolo Nero, der mellom 93 % og 97 % av alle aromastoffer er ikke-svovel- og ikke-nitrogenholdige. Dette kan forklares med innhold av glukosinolater og deres sammensetning i de tre sortene: Redbor, TZ2019 og Cavolo Nero inneholder glukosinolater som tilhører klassen indol-GLS (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**); disse danner ikke-stabile nedbrytingsprodukter som pga. sin ustabilitet ikke bidrar som aromastoffer. Glucoraphanin, som også forekommer i de tre sortene, og som er en aromatisk GLS, danner sulforaphane som hovednedbrytingsprodukt, men sulforaphane er beskrevet som ikke-flyktig og bidrar derfor heller ikke til aromaen. De resterende glukosinolatene som finnes i svartkål er i lave konsentrasjoner, og fører derfor til lav mengde aromastoffer. I Redbor finnes det, i tillegg til de GLS nevnt over, sinigrin og glucoiberin, men deres nedbrytingsprodukter allyl isothiocyanate og 3-methylsulfanylpropyl isothiocyanate, er fraværende i Redbor. Her ligger det en interessant biokjemisk mekanisme til bunn som bør undersøkes videre.

Selv om det er lite av svovel- og nitrogenholdige aromastoffer i Redbor, TZ2019 og Cavolo Nero, inneholder de likevel aromastoffer med «stikkende, brennende» aroma, som f.eks. 1-penten-3-one og 1-penten-3-ol, som er forholdsvis høyt konsentrert i disse tre sortene. Disse aromastoffene stammer ikke fra glukosinolater, men oppstår fra lipider gjennom oksidasjon ⁶⁵.



Figur 56 «Aromakart» bladkålsorter. PCA-kart over bladkålsorter, basert på analyse av aromastoffer.

De forskjellige bladkåltypene danner, basert på analyse av aromastoffer, egne grupperinger på PCA-kartet (Figur 56). I horisontal retning er det grønn grønnkål og svartkål som spenner ut kartet, mens det er rød grønnkål mot collards og greens som spenner kartet ut i vertikal retning. Svartkål skiller seg, som nevnt, fra de andre bladkåltypene i at den inneholder veldig lite av svovel- og nitrogenholdige aromastoffer. Hovedsorten Reflex befinner seg nærmest i midten av aromakartet. KAL017 og CN1029, inneholder forholdsvis lite av de aromastoffene med «grønn, fruktig» aroma, men er veldig overlappende. Greens- og Collards-sortene SV7027, SummerGreen og HiCrop grupperer seg i toppen av kartet og har mest av aromastoffer med «brennende, stikkende» aroma. SummerGreen og SV7027 har hovedsakelig lik mengde aromastoffer og avviker fra hverandre kun i innhold av «stikkende, brennende» og «svovelaktige, karse» aromastoffer, som SV7027 har litt mer av. Dette samstemmer også med sensorisk PCA-kart, der SV7027 er korrelert med mye svovellukt.

6.10 Helserelatert kvalitet på tvers av typer og sorter kål – noen betraktninger

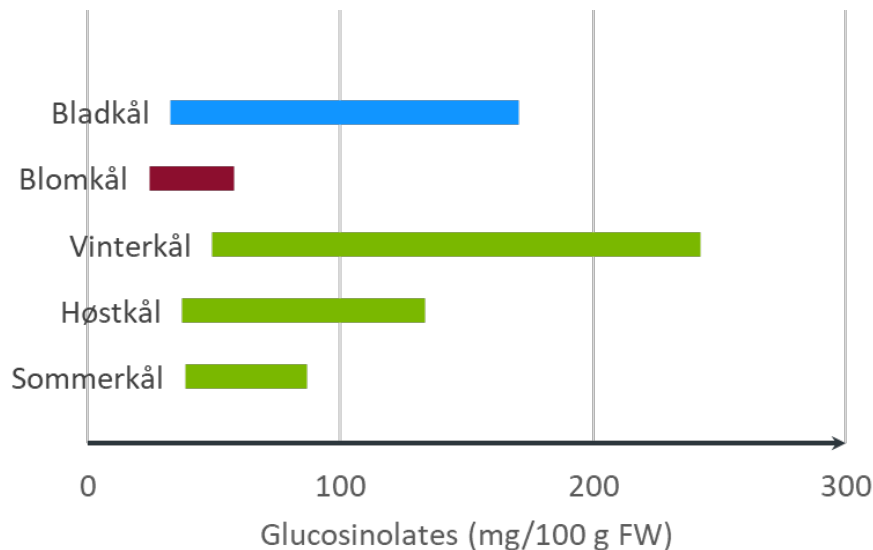
Hvordan varierer innholdet av glukosinolater og vitamin C, de to stoffgruppene vi har valgt ut som «helsemarkører» for sortene?

For glukosinolater var det tydelig forskjell mellom sortene innen de ulike typene kål, og forskjellen var 10 x mellom høyeste og laveste nivå, hhv. i Wirosa savoykål (242 mg/100 g fw) og Ferrara blomkål (24.5 mg/100 g fw).

Figur 57 viser at det er et stort spenn i innholdet mellom sorter.

Det var signifikant forskjell på innhold av GLS (total) mellom savoy, rød hodekål (både høst og vinter), vinterkål (hvite), høstkål (hvite), tidligkål, blomkål og bladkål. Som nevnt hadde savoykål, høyeste gjennomsnitt (188 mg/100 g), men kun to sorter var med i sortsforsøket. Rødkål hadde høyere nivå (139 mg/100 g) enn de hvite vinterkålsortene (93 mg/100 g) og bladkålsortene (90 mg/100 g). Høstkål og tidligkålsortene lå på et gjennomsnittsnivå rundt 60 mg/100 g, og lavest var blomkålsortene på ca. 33 mg/100 g.

Det er verdt å merke seg at (industri)sorten Cabbice (hvitkål), som kan egne seg til råkost med sin søthet og sprø tekstur, hadde lavest innhold av både vitamin C (36 mg/100 g FW) og total GLS (37 mg/100 g FW). I dette tilfellet gir mild og søt smak det laveste helsemessige innholdet av de stoffer som så langt er analysert. Men dette er resultat fra kun ett år og ett dyrkingsforsøk, men gir informasjon i forhold til sammenlikning med andre sorter dette året.



Figur 57 Innhold av glukosinolater i alle sorter innen de ulike typer kål analysert i prosjektet KålSmak.

Det er interessant å se på enkelte av GLS knyttet til positive helseeffekter, spesielt glucoraphanin som er forløper for sulforaphane. Som man ser i Figur 29 for mengde glucoraphanin i alle sorter hodekål, så skiller fire sorter hodekål og to sorter bladkål seg ut med høye nivåer glucoraphanin; Bandolero, Rodima, PinkStar, Integro og de to svartkålsortene Cavolo Nero og TZ2019. Samtidig har de to svartkålsortene ikke innhold av «uønsket» progoitrin, og det er bare svartkålsortene og Romanesco Veronica som ikke har progoitrin. De to svartkålsortene har også høyeste innhold av vitamin C av samtlige sorter undersøkt (156-162 mg/100 g) i prosjektet. Kombinert med en aromaprofil og sensoriske egenskaper kan dette være sorter som bør fremmes mer i det norske markedet for økt etterspørsel. Det kan være av interesse å kartlegge andre sorter svartkål og romanesco kål, som i liten grad er dyrket for norsk konsummarked. Det er også interessant å kartlegge helsemessig kvalitet fra flere dyrkingsfelt og år, da vi ikke bør konkludere om sortens helsemessige kvalitet basert på bare ett dyrkingsår og fra ett dyrkingsområde.

7 Metodebeskrivelser

Metodebeskrivelser gjelder for både rapport 1 (sortsforsøkene) og rapport 2 (gjødslings- og tørkestressforsøkene).

7.1 Vekstegenskaper

v/Ingunn Vågen og Gerd Guren

7.1.1 Hodekål

Sortsforsøkene i hodekål ble utført etter standard oppsett utarbeidet av Norsk Landbruksrådgiving. De lå plassert i henholdsvis tidligkål-, høst- eller vinterkålfelt hos produsenter i Gartnerhallen. Jordarbeiding, gjødsling, vanning og tiltak innen plantevern ble utført av feltverten. Oppalet av sortene skjedde sammen med feltverten sine planter. Sortene ble sådd for hånd i tilsvarende brett som produsenten brukte, og plantet for hånd i samme dyrkingssystem som resten av åkeren. Planteavstanden varierte om sorten skulle høstes til konsum eller industri. Hvis plantene dannet flere hoder; ble de ikke pinsert.

Alle sortsfelt hadde 3 gjentak, og det ble plantet minst 39 planter pr. rute i tidlig – og høstkål, og minst 30 planter i vinterkål. Tidlig- og høstkålfeltet hadde flere planter pr. rute fordi det ble registrert sprekking ved utsatt høsting ukentlig i 21 dager for 10 planter pr. rute i disse sortene. 24 hoder (ikke endehoder) pr. rute i alle felt ble registrert, høstet og vurdert. 12 hoder av disse 24 ble sendt til Nofima for sensoriske og kjemiske analyser.

I høst- og vinterkålfeltene ble planting utført til 3 ulike tider fordi man måtte planlegge for at alle sortene skulle bli høsteferdige til samme tid for felles transport til Nofima og sensorisk bedømmelse av alle sorter samtidig.

Høsting av en rute ble gjennomført når minst 80 % av hodene var høsteferdige. Før høsting ble jamnhet, friskhet, plantehøyde og plantevekst på de 24 plantene som skulle høstes registrert. Disse egenskapene ble vurdert i en skala for 1-9 etter følgende retningslinjer:

Jamnhet	Friskhet	Plantehøyde	Plantevekst
1: mest ujamn	1=nye sjukdomstegn, bladrand, solbrenthet	1=korte planter, hodene sitter lavt. Hvis planta er kort, og hodet sitter tett ned til bakken, kan hodene være tunge å skjære	1=bladfattig, kompakte planter
9: mest jamn	9=uten sjukdomstegn, bladrand, solbrenthet	9=høy plante hvor hodet sitter høyt Hvis hodene sitter høyt, er de lettere å skjære.	9=storkvokst plante med mange store blad Ei storkvokst plante med store blad dekker bedre mot ugras.

Deretter ble antall utgatte planter, flerhodede og hoder som ikke var salgbare pga sprekke, for løse eller annet, talt og eliminert ut. Hodene ble så veid enkeltvis. Etter veiing ble 5 hoder pr. rute registrert for høyde på hodet og indre stengel i cm og vurdert for dekking, hodeform, indre tetthet pr. hode. Ytre og indre farge ble vurdert samlet for alle 5 hoder. Egenskapene ble vurdert etter følgende retningslinjer:

Dekking av hodet	Hodeform	Tetthet	Utvendig farge	Innvendig farge
Antall blad som dekker toppen av hodet. Hvis det kun er et blad, er dekkningen veldig god. Hvis det er flere enn 3-4 blad, er dekkningen dårlig.	1-3: flatrund 4-6: rund 7-9: høyrund (egg) Hvis formen er ballong, settes på en B.	9: Tett 1: Svært løs	9 = mørk grønn eller mørk rød 1= blek og matt lys grønn eller lys rød	9= gul eller grønn (evt rød) innvendig farge med god mørk grønn pusserand 1=Blek og matt hvit farge, evt lys rød

7.1.2 Blomkål

Sortsforsøket i blomkål ble utført etter standard oppsett utarbeidet av Norsk Landbruksrådgiving. Jordarbeiding, gjødsling, vanning og tiltak innen plantevern ble utført av feltverten. Oppalet av sortene skjedde hos feltvert. Sortene ble sådd for hånd i tilsvarende Brett som produsenten brukte, og plantet for hånd i samme dyrkingssystem som resten av åkeren. Feltet hadde 3 gjentak, og det ble plantet 48 planter pr. rute.

Høstingen ble utført etter hvert som hodene nådde ønsket størrelse til konsum; dvs. 12-14 cm i diameter («12 i kassa»). Ved hovedhøsting av hver sort ble antall hoder med kvalitetsfeil som gjennomvokste blad og mosing registrert. I tillegg ble følgende kvalitetsegenskaper vurdert: rød- og misfarging av hodene, dekkning over og under hodet, fasthet og farge på blomkålhodene samt helhetsinntrykk, alle i en skala fra 1-9 hvor 9 = best.

18 blomkålhoder (ikke endehoder) pr. rute i gjentak 1 og 2 ble sendt til Nofima for videre testing. Dessverre ble gjentak 3 angrepet av klumprot.

7.1.2 Bladkål, Pak Choi og Greens

Året før sortsfeltet ble dyrket, ble det gjennomført et screeningfelt med 23 sorter. Hensikten var å finne de best egnede sorter for forsøket i 2017. Bladkålsortene, pak choi og greens ble sådd for hånd og alet opp hos feltvert. Fordi de ulike sortene hadde ulik veksttid, ble det sådd og plantet til 3 ulike tidspunkt; målet var felles høsting av alle sorter fordi sensorisk panel ved Nofima må bedømme sortene fra sesongen samtidig.

Feltet hadde 3 gjentak og plantetallet pr. rute varierte fra 40 til 85 planter pr. rute avhengig av art. Forsøksfeltet ble plantet for hånd, og jordarbeiding, gjødsling, vanning og tiltak innen plantevern ble utført av feltverten. Av bladkålsortene ble de samme 5 planter pr. rute plukkehøstet 3 ganger gjennom sesongen. Ved hver høsting ble det høstet alle store nok blad som passet i emballasjen for omsetning, og antall blader og samlet vekt ble notert. Ved siste høsting ble plantehøyden på hver av de 5 plantene registrert. Ved 2. eller 3. gangs høsting ble bladkålsortene vurdert for følgende egenskaper:

Helhets-inntrykk 1-9	Grønnfarge 1-9	Rødfarge 1-9	Jevnhet farge på produkt 1-9	Krusing av blad (savoyaktig) 1-9
9=best	9=veldig mørk grønn 1=veldig lys grønn	9=kraftig rød 1=ikke rødt	9=helt ensfarget 1=stor variasjon	9=nye savoyaktig

Greens- og pak choisortene ble vurdert etter samme skala for de samme egenskapene ved første høsting. Av greens ble det høstet 15 planter pr. rute, kriteriet på at de var høsteklare var en vekt på 250 g pr. plante og at planta hadde 11 blad som var ca. 30 cm høye. Av pak choi ble det også høstet 15 planter pr. rute når de var ca. 25-30 cm høye, hadde oppnådd ønsket form med kjøttfulle nedre bladstengler. Eventuell stokkløping ble notert, og det ble målt plantehøyde på 5 planter pr. rute.

Det ble tatt ut 2 jordprøver før planting og 2 etter høsting, en standardprøve for tørking og en for analyse av N-min (frossen).

7.2 Sensorisk beskrivende analyse

v/Kristine Svartebekk Myhrer og Paula Varela

I alle de sensoriske analysene ble det utført en beskrivende analyse (BA) i henhold til Quality Descriptive Analysis ISO 13299:2016 og Generic Descriptive Analysis som beskrevet av Lawless and Heymann (2010). En detaljert metodebeskrivelse finnes i punkt 1.2 Det sensoriske laboratoriet (dommerpanelet, lokaler og datautstyr).

Alle de beskrivende analysene ble utført ved hjelp av et trent sensorisk panel bestående av 10 dommere ansatt på Nofima AS på Ås. Dommerne er valgt ut blant annet på grunnlag av sine lukt- og smaksevner som tilfredsstillende krav i ISO 8586:2012 «General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors». Panelet blir trent, testet og kontrollert regelmessig slik at deres resultater holder høy kvalitet. De fleste sensoriske dommerne har lang erfaring, noen helt opp til 34 år.

Analysene ble utført i et sensorisk laboratorium som er bygget og innredet i samsvar med krav i ISO 8589:2007 «General guidance for the design of test rooms». Hver av dommerne har en separat bås i bedømmelsesrommet, som er tilrettelagt for konsentrasjon under analysen. Preparering av prøver blir utført på kjøkkenet, et rom ved siden av bedømmelsesrommet. Testrommet er kontrollert for lukt med god ventilasjon og for forstyrrende lyder. Farge og lyssetning av lokalet er kontrollert, og rommet er innredet i henhold til god hygienisk standard. Det finnes mulighet for å bedømme i rødt lys slik at prøvenes farge maskeres, men dette ble ikke benyttet i kålforsøkene.

Sensorisk laboratorium bruker EyeQuestion Software (Logic8 BV, Nederland) for å registrere data fra beskrivende tester. Hver dommer har egen PC og registrerer sine bedømmelser fortløpende. PanelCheck (V1.4.2) blir brukt ved gjennomgang av resultatene fra forforsøket sammen med dommerne.

Dataanalyse

Variansanalyse (ANOVA) tester ved hjelp av F-tester om det er signifikante forskjeller mellom gruppene for hver av de sensoriske egenskapene. I denne rapporten er signifikant forskjell rapportert på 5% -nivå ($p < 0.05$). For de egenskapene hvor F-testen viser signifikans utføres i tillegg Tukey's multiple sammenligningstest for å avgjøre hvilke prøver som er forskjellige. Hvis differansen mellom to middelværdier er større enn den kritiske verdien testen beregner, betyr det at disse to gruppene er signifikant forskjellige. Resultatene er oppsummert ved hjelp av middelværdier og p-verdier. Middelværdiene er et gjennomsnitt av dommere og to gjentak.

Multivariate statistiske metoder oppsummerer komplekse datamatriser i todimensjonale plott ved å benytte seg av korrelasjoner mellom variablene (Næs, T. et al., 2010. Statistics for sensory and consumer science: Wiley Online Library). Metoden benyttes for fremstilling av komplekse datasett. Principal Component Analysis (PCA) brukes til alle typer data for å få en oversikt over datamaterialet. Metoden er basert på å finne de mest interessante dimensjonene eller retningene for variablene, også kalt prinsipalkomponenter. Resultatene er presentert ved bruk av bi-plot, der egenskaper og prøver vises i samme figur.

Dataprogrammene som ble benyttet var:

- EyeQuestion (Logic8 BV, Utrecht, Nederland)

- EyeOpenR (Logic8 BV, Utrecht, Nederland)
- Excel 365 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)
- PanelCheck V.1.4.2, (Nofima AS, Ås, Norge)

Prøvemateriale

Før hovedforsøkene startet ble det sensoriske panelet kalibrert gjennom et forforsøk, hvor de ble trent i bruk av de valgte egenskapene og intensiteten av disse. I kalibreringen av det sensoriske panelet ble to prøver benyttet. Hovedsakelig de to prøvene som var forventet å være mest forskjellige. Resultatene ble gjennomgått ved hjelp av Profile plot i PanelCheck.

7.2.1 Sortsforsøkene

Hodekål

Det ytterste bladet ble fjernet fra kålen. Hvis det neste bladet var svært skadet, ble det også fjernet. Hodekålen ble delt i fire biter $\frac{1}{4}$ (vertikalt). To motstående $\frac{1}{4}$ ble benyttet til sensorisk analyse. Nedre del av stilk og grove blader ble kuttet av. $\frac{1}{4}$ ble delt i 3 båter og snittet i foodprosessoren (Kitchen aid) med den underste snittflaten ned. Snittet på innstilling 4 på skjærebladet, ved hastighet 1. De ytterste, løse, grønne bladene ble lagt oppå hverandre og snittet for seg for å få strimler og ikke skiver før de ble blandet godt inn med resten av prøven.

- Tre kålhoder ble snittet og blandet godt for hvert gjentak.
- Kålen ble kuttet 2 timer før hver serveringssesjon.
- Ca. 10 g kål pr dommer lagt i skåler med lokk, merket med tilfeldig tresifret kode
- Romtemperert, 18 grader +/-2grader ved servering
- For den sensoriske bedømmelsen baserer vi prøvene og resultatene på en blanding av seks kålhoder fra tre ulike felt (tre hoder til hvert sensorisk gjentak)
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve.

Tidligkål

Siden det kun var åtte sorter som ble bedømt for tidligkålen, valgte vi her å kjøre testen med tre gjentak istedenfor 2. Gjentakene ble dermed de samme som ble benyttet i feltene. Tre hoder ble snittet og blandet godt for hvert gjentak (3 hoder fra hhv 100-, 200- og 300-serien). Totalt er 9 hoder benyttet i bedømmelsen av hver sort. Her er det i teorien mulig å gå inn å se om det er forskjeller mellom felt-gjentakene, men i resultatene vi har presentert er gjentakene slått sammen for hver sort.

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen:

- Grønnlukt, blomsterlukt, kjemikalielukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak, svovelsmak, emmen smak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens.
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

Høstkål og vinterkål

Ett hode fra hhv. 100-, 200- og 300-serien ble snittet og blandet godt for hvert gjentak

Testen ble utført i to gjentak. Totalt er 6 hoder benyttet i bedømmelsen. I resultatene vi har presentert er gjentakene slått sammen for hver sort.

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av høstkål:

- Intensitet lukt, grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt, kjemikalielukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og Astringens.
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av vinterkål:

- Intensitet lukt, grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt, kjemikalielukt, kjellerlukt, råttent vann lukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, råttent vann smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og Astringens.
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

Blomkål

Det ytterste bladet ble fjernet fra blomkålen, i tillegg ble stammen skåret ut. Blomkålen ble delt opp i buketter, så «naturlig» som mulig, med færrest mulig snitt med kniv.

- Blomkålen ble tatt ut fra kjøll 2 timer før servering (4-6 grader i kålen)
- 1 time før servering, ble blomkålen delt opp og lagt i skåler med lokk, merket med tilfeldig tresifret kode (ca. 12 grader i kålen)
- 2 buketter pr dommer, fra to ulike hoder
- Romtemperert 18 grader +/-2 grader ved servering
- Dommerne delte buketten i to, og luktet på ferskt snitt
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til smaksbedømmelse
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til teksturbedømmelse
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av blomkål:

- Intensitet lukt, syrlig lukt, grønnlukt, blomsterlukt, emmenlukt, svovellukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bittersmak, metallsmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, kjellersmak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens.
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

Bladkål

Ytre bladet ble fjernet, hvis det var nødvendig. Bladets stilk ble kuttet bort, og ca. 4 cm av bunnen pga. sand. Minimum 4 blad fra hver plante (3 planter totalt) ble benyttet som prøvemateriale for hver sort.

- Bladene ble tatt ut fra kjøll 2 timer før servering (4-6 grader i kålen)
- 1 time før servering, ble bladkålen snittet i ca. 1 cm brede strimler og blandet godt sammen
- Det ble sørget for at både ytre og indre blader var representert i prøvene.
- Ca. 10 gram av snittede blader ble servert i plastbeger merket med en tilfeldig tresifret kode, dekket med metallokk.
- Romtemperert 18 grader +/-2grader ved servering
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av bladkål:

- Intensitet lukt, syrlig lukt, grønnlukt, blomsterlukt, emmenlukt, svovellukt, kjellerlukt, gjødsel/gummilukt, intensitet smak, syrlig smak, søtsmak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, kjellersmak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens.
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

7.2.2 Gjødslingsforsøk

Hodekål

Det ytterste bladet ble fjernet fra kålen. Hvis det neste bladet var svært skadet, ble det også fjernet. Hodekålen ble delt i fire biter $\frac{1}{4}$ (vertikalt). To motstående $\frac{1}{4}$ ble benyttet til bedømmelsen. Nedre del av stilk og grove blader ble kuttet av. $\frac{1}{4}$ ble delt i 3 båter og snittet i foodprosessoren (Kitchen aid) med den den underste snittflaten ned. Snittet på innstilling 4 på skjærebladet, ved hastighet 1. De ytterste, løse, grønne bladene ble lagt oppå hverandre og snittet for seg for å få strimler og ikke skiver. Alt ble blandet godt sammen.

- Kålen ble kuttet 2 timer før hver serveringssesjon.
- Ca. 10 g kål pr dommer lagt i skåler med lokk, merket med tilfeldig tresifret kode
- Romtemperert, 18 grader +/-2grader ved servering
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve.

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av hodekål:

- Intensitet lukt, syrlig lukt, grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt, kjemikalieklukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søtsmak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

Blomkål

Det ytterste bladet ble fjernet fra blomkålen, i tillegg ble stammen skåret ut. Blomkålen ble delt opp i buketter, så «naturlig» som mulig. Færrest mulig snitt med kniv.

- Blomkålen ble tatt ut fra kjøll 2 timer før servering (4-6 grader i kålen)
- 1 time før servering, ble blomkålen delt opp og lagt i skåler med lokk, merket med tilfeldig tresifret kode (ca. 12 grader i kålen)
- 2 buketter pr dommer, fra to ulike hoder
- Romtemperert 18 grader +/-2grader ved servering
- Dommerne delte bukkettene i to, og luktet på ferskt snitt
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til smaksbedømmelse
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til teksturbedømmelse
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av blomkål:

- Intensitet lukt, syrlig lukt, grønnlukt, blomsterlukt, svovellukt, kjemikalielukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søtsmak, bittersmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

7.2.3 Tørkestressforsøk på blomkål

Det ytterste bladet ble fjernet fra blomkålen, i tillegg ble stammen skåret ut. Blomkålen ble delt opp i buketter, så «naturlig» som mulig. Færrest mulig snitt med kniv.

- Blomkålen ble tatt ut fra kjøll 2 timer før servering (4-6 grader i kålen)
- 1 time før servering, ble blomkålen delt opp og lagt i skåler med lokk, merket med tilfeldig tresifret kode (ca. 12 grader i kålen)
- 2 buketter pr dommer, fra to ulike hoder
- Romtemperert 18 grader +/-2grader ved servering
- Dommerne delte bukkettene i to, og luktet på ferskt snitt
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til smaksbedømmelse
- ¼ (jevnt store) fra hver bukett til teksturbedømmelse
- Dommerne rensset munnen med vann og smaksnøytrale kjeks mellom hver prøve

Sensoriske egenskaper i bedømmelsen av blomkål:

- Intensitet lukt, syrlig lukt, grønnlukt, emmenlukt, svovellukt, kjellerlukt, intensitet smak, syrlig smak, søt smak, bitter smak, metallsmak, svovelsmak, grønnsmak, emmen smak, brennende smak, ettersmak, hardhet, sprøhet, grovhet, saftighet og astringens
- Ustrukturert skala 1-9, 1= ingen intensitet, 9 = tydelig intensitet.

7.3 Kjemiske analyser

v/Gesine Schmidt og Grethe Iren Borge

7.3.1 Prøvemottak ved Nofima

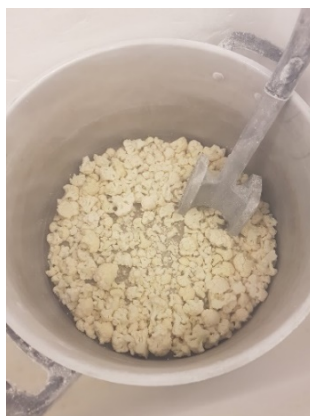
Sortsforsøket: Hodekål ble mottatt med kjøletransport på Nofima 3 ganger i løpet av 2016: 20.juni (tidligkål), 5. september (høstkål) og 30. september (vinterkål). Kålen ble transportert med kjøletransport, og oppbevart på kjølerom (2-4 °C) i kasser under plast. Blomkål ble mottatt med kjøletransport 29. august 2017 og 31. august 2017 (var ikke nok høstklare hoder til første levering). Bladkål ble mottatt med kjøletransport 12. september 2017.

Gjødslings-og tørkestressforsøket: Hodekål ble mottatt med kjøletransport 23. oktober 2017 og 22. oktober 2018. Blomkål fra gjødslingsforsøket ble mottatt med kjøletransport 21. august 2017 og 13. og 17. august 2018 (ikke nok modne hoder til samme høstedata). Blomkål fra tørkestressforsøket ble mottatt med kjøletransport 14. august 2018 og 10. oktober 2018.

7.3.2 Preparering av prøver

Prøver fra den ferske kålen til kjemiske analyser ble tatt ut og frosset ned i flytende nitrogen samme dag og påfølgende dag. Hodekål og blomkål ble delt langs stilken, stilken fjernet, to motstående «kakestykker» på til sammen ca. 300 g ble skåret av hodet i stilk-retning og delt opp i mindre biter. De bitene ble så hurtig nedfrost ved å droppe dem i flytende nitrogen (-196 °C) i en stor aluminiumkjele med lokk stående i tykk isoporboks med lokk. Av bladkål ble det brukt blad fra forskjellige posisjoner langs stilken (forskjellig størrelse). Bladene ble brettet langs bladaksen, aksene ble skåret ut og hele bladet droppet i flytende nitrogen. De største stilkene (ikke-spiselig deler) ble fjernet fra prøven. Når alt var frosset, etter noen få minutter, ble de sprø kålbitene eller bladene slått/knust manuelt i mindre biter med en nedkjølt hammer i aluminium, fortsatt i flytende nitrogen (

). Bitene ble nøye blandet for å sikre at uttaket var homogent, og så fylt vha trakt i nedkjølte PE-flasker med skrulokk (2 bokser per prøve), og merket med prøve-ID, før oppbevaring ved -80 °C. Deretter ble utstyret rensset for neste prøve.



Bilder over og nedenfor: Utstyr til prøvepreparering av kål. Kål sjokkfryses i flytende nitrogen, bankes til mindre biter og overføres til bokser med skrulokk.



Oppmaling av fersk, fryst prøvemateriale. Grovhakkede biter av kålen, lagret i bokser ved $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, ble malt til et fint pulver uten at noe av materialet ble utsatt for tining. Flasker med kålbiter, en stålskål, stålskje og ståltrakt sto på flytende nitrogen ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) i isoporboks, en blenderbeholder (Waring) i aluminium (bilde) ble holdt på -20 grader inntil bruk. Kålbiter (ca. $\frac{1}{4}$ av innholdet i flasken) ble raskt helt over i blenderen, malt i 10 sek og pulveret helt over i den nitrogenkalde stålskålen. Prosedyren ble gjentatt til alle biter i flasken var malt opp. Deretter ble pulveret i stålskålen bladet med en nitrogenkald skje, så helt tilbake i flasken vha. trakten og lagret ved $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Etter at alle tre prøver av en sort eller behandling var malt opp, ble blenderen og alt av utstyr rensset med en tørr klut og lagt tilbake til fryser eller flytende nitrogen for å forhindre oppvarming.

Frysetørring og oppmaling av tørket materiale. Plastbokser med fryst materiale fra $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ fryser ble holdt på flytende nitrogen i isoporbokser. Tomme beger (100 ml) merket med prøved ID og veieredskap ble satt i flytende nitrogen for nedkjøling. Taravekt og vekt av fryst prøve ble gjort raskt for å unngå tining av oppmalt prøve. Veide inn 35-40 g fryst materiale. Holdt alle prøver på flytende nitrogen inntil frysetørring. Byttet ut lokk med folie m/8 hull. Prøvene satt raskt inn og frysetørker startet (vakuum satt på). Frysetørket i mørke i 78 timer. Prøvene ble veid rett etter frysetørring (prøver oppbevart i eksikator) for beregning av tørrstoffinnhold. Tørre prøver ble oppbevart i plastbeger ved $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ inntil videre oppmaling.



Tørre prøver ble malt til fint pulver i en Retsch Cyclone Mill (bilde) med filterstørrelse på 1 mm. Hastighet medium (innstilling 12). Prøven ble malt direkte over i plastposer med ziplock. Disse posene med finmalt prøve ble rullet sammen og oppbevart i plastrør med skrukork i -80 grader inntil analyse.

7.3.3 Kontrollprøver

QC-prøver (quality control) bestod av en tilstrekkelig stor blanding av forskjellige hoder av hodekål eller blomkål, som ble behandlet på lik linje med prøvene. Hodekål-QC-prøven («Kattegat») ble kun brukt til hodekål analyser, mens blomkål-QC-prøven («Urban») ble brukt som kvalitetskontroll for blomkål- og bladkålanalyser. QC-prøvene ble tatt med under all opparbeiding, og analysert med jevnlig mellomrom som om de var «vanlige» prøver. Innholdet av Vitamin C, sukker, glukosinolater og aromastoffer ble overvåket i QC prøven gjennom hele prosjektperioden, både for å kunne spore avvik i prøveopparbeidingen, analysen, eller kontrollere holdbarheten til prøvene.

7.3.4 Analyse av Vitamin C

Vitamin C ble analysert etter standard metode versjon 3_2017-12 (Analyse av Askorbinsyre i grønnsaker, Nofima). Hver prøve ble analysert randomisert og i duplikat, og etter hver ca. 10. analyse ble det kjørt en QC prøve for å følge med på eventuell nedbryting.

Fryst, oppmalt pulver ble veid inn i plastrør ($3\text{ g} \pm 0.01\text{ g}$) under atmosfære av flytende nitrogen ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), og lagret i $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ fram til analyse. Fryst pulver ble tilsatt metafosforsyre og homogenisert i ultratorrax i 20 s. Blandingen ble filtrert og supernatanten ble delt i to porsjoner, TAA (total ascorbic acid) og AA (ascorbic acid). TAA-prøven ble tilsatt Trizma-TCEP, for å redusere dehydroaskorbinsyre til askorbinsyre, latt stå i mørke for å inkubere, og til slutt tilsatt OPA-EDTA for å stabilisere askorbinsyren. AA porsjonen ble tilsatt Trizma-OPA-EDTA. Deretter ble både TAA og AA prøven analysert vha. HPLC

med DAD detektor (264 nm). Prøvene ble eluert i en gradient bestående av 100 % fosfatbuffer ved pH 4.7 mot 100 % MeOH, på en Chromolith® Performance RP-18e (100 x 4.6 mm) kolonne. Innhold av dehydroaskorbinsyre (DHAA) ble bestemt som differanse mellom TAA og AA (subtraktiv metode). Vitamin C innhold ble kvantifisert vha. en 5-punkts standardkurve. Databehandlingen foregikk i OpenLab CDS Chemstation Edition Rev. C.01.07[27] Agilent Techn. 2001-2014©.

Alle målingene av QC-prøvene lå innenfor kontrollgrensene, $\bar{X} \pm 3\sigma$ (dvs. gjennomsnitt \pm 3 ganger standardavvik). I hodekål var det en liten nedgang av Vitamin C ilt. analyseperioden, som strekte seg over 2.5 år (Nov.2016 – Apr.2019). Det er forventet at Vitamin C brytes ned til en viss grad, også på fryselagring, men det er synlig her at nedbrytingen ikke var stor, selv om prøvematerialet var malt opp til fint pulver og derfor mer tilgjengelig for nedbryting.

7.3.5 Analyse av sukker

Sukker ble analysert etter metode versjon 1 (Kål_sukker_100mM, Nofima). Hver prøve ble analysert randomisert og i duplikat, og etter hver ca. 10. analyse ble det kjørt en QC prøve for å følge med på eventuell nedbryting eller slitasje på detektoren. Alle QC prøver lå innenfor kontrollgrensene.

I korthet ble 200 ± 12.5 mg frysetørket prøve veid inn, tilsatt internstandard trehalose (Sigma, CAS 6138-23-4) og ekstrahert i 10 mL 60% MeOH. Etter ekstraksjonstid på 30 min ble prøven sentrifugert, dekantert, fortynnet 1:100 og filtrert. Ekstraktet ble så analysert vha. HPLC med Pulsed Amperometric Detection (PAD-detektor, Thermo Scientific) og CarboPac PA1 ionebytte kolonne (Thermo Scientific). Mobilfasen bestod av en isokratisk kjøring med 100 mM NaOH etterfulgt av vask med NaOH/Na-acetatbuffer (100 mM/500 mM) før kolonnen ble rekondisjonert for neste kjøring. Fruktose, glukose og sukrose ble kvantifisert vha. en 7-punkts standardrekke for hvert sukker. Databehandlingen ble gjennomført i Chromeleon v. 7.

7.3.6 Analyse av glukosinolater (GLS)

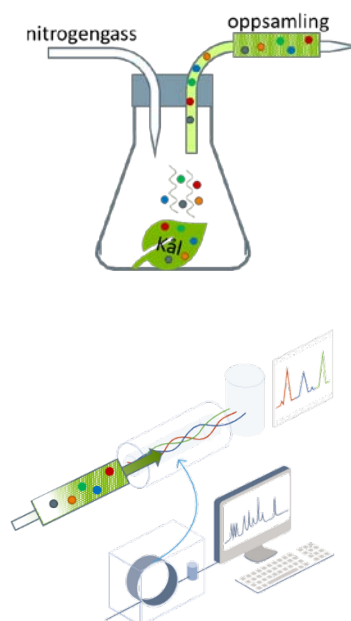
Frysetørket og oppmalt pulver ble veid inn nøyaktig (200 ± 0.5 mg) i plastrør (15 ml) med skrukork. Benyttet utstyr for å fjerne statisk elektrisitet. Prøvene ble oppbevart innveid ved -80 °C inntil analyse av GLS.

Analysen ble utført som beskrevet i standard metode versjon 4 (Analysis of desulfated glucosinolates by HPLC-DAD, 11.08.2017, Nofima). Kort oppsummert ble prøver ekstrahert med 4.5 ml forvarmet 70 % metanol (75 °C), inkubert i 75 °C vannbad, sentrifugert og re-ekstrahert med 3.0 ml iskald 70 % metanol, inkubert på is og sentrifugert. 0.1 ml av 1 mg/ml glucotropaeolin (CAS Number 5115-71-9) ble tilsatt som intern standard. Supernatanter ble slått sammen og ekstraktet gikk videre til desulfatering. Det er en omfattende prosedyre, men i korthet ble 1 ml prøve utsatt for rensed sulfatase enzym (Sulphatase, Type H-1, S9626, Sigma Aldrich), inkludert på et kolonnemateriale (DEAE Sephadex A25) minimum 11 timer (over natt). Desulfatert prøve ble eluert ut av kolonnematerialet og analyseres på HPLC-UV ved 227 nm med kolonne Waters spherisorb®5µm ODS2 4.6 x 250mm. Mobil fase var vann/acetoneitril. 30 µl prøve ble injisert og eluert med et gradientprogram med flow 1.5 ml/min. Analyser av kromatogram ble gjort i OpenLab CDS Chemstation Edition Rev. C.01.07[27] Agilent Techn. 2001-2014©. Alle kromatogram ble manuelt gjennomgått og reintegret ved behov. Det er enkelte forbindelser i kromatogram som ikke er GLS, og de aktuelle glukosinolater ble identifisert vha. UV-spekter, retensjonstider og karakterisering vha. massespektrometri for standarder.

Alle analyseserier inneholdt kontrollprøver (min. 6 prøver) som inneholdt en blanding av enten hodekål, blomkål eller bladkål.

7.3.7 Analyse av aromastoffer (GC-MS metabolomics)

Av hver prøve ble 2.5 ± 0.1 g fersk, fryst prøve veid inn under atmosfære av flytende nitrogen (-196 °C) for å forhindre smelting. Prøvene ble oppbevart på -80 °C før analyse. For oppsamling av flyktige aromastoffer ble prøven tømt i en Erlenmeyer kolbe, tilsatt intern standard etyl heptanoate (Sigma, CAS 106-30-9), lukket øyeblikkelig med et Drechsel flaskehode og plassert i et vannbad på 37 °C for å simulere kroppstemperaturen. Hodet ble så tilkoblet en strøm av nitrogengass i ene enden, og en kartusj med adsorpsjonsmateriale (Tenax GR 60/80) i andre enden og ekstrahert vha. gassen i 10 min. Deretter ble kartusjen tørket med en luftstrøm i ytterlige 10 min. Kartusjen ble så overført til analyseinstrumentet, GC-MS, og desorbent i 7 min ved 280 °C. Prøven ble analysert på en J&W DB-WAXeter GC kolonne (Agilent, 30 m, 0.25 mm ID, 0.5 μ m film). Kromatografiske topper for hvert aromastoff ble identifisert vha. databaseprogrammet NIST v. 14, og sammenligning med 25 rene analysestandarder. Etter integrasjon av rundt 90 av de største toppene i kromatogrammet av hver prøve fulgte databehandlingen en metabolomics workflow med alignment, standardisering og normalisering. Data ble analysert i Unscrambler 11 (Camo Software).



7.3.8 Analyse av nitrogen, svovel og karbon (Elementanalyse)

Analysen foregikk på en Vario EL cube elementaranalysator. Av hver prøve ble 5 ± 0.3 mg frysetørket materiale veid inn i små tinnbåter, båten brettet sammen til en liten, tett pakke og plassert i en automatisk prøvetaker. Pakken ble droppet i et forbrenningsrør (1150 °C) der oksygen ble fjernet, og deretter forbrent under innvirkning av forskjellige forbrenningsgasser og ved forskjellige temperaturer. Mengde karbon, svovel og nitrogen ble analysert på en TCD detektor (thermal conductivity detector) og kvantifisert vha. ekstern standard sulfanilamid (Sigma, CAS 63-74-1). Prøver ble analysert randomisert og i duplikat.

Verdiene for nitrogen, svovel og karbon målt på QC-prøven «Kattegat» (minst 3 målinger per analysedag) lå innenfor godkjent kontrollområde. Noe drift i verdiene er instrument-relatert og forventet.

Metodikk ble optimalisert og testet for de ulike prøvetypene. Nofima har detaljerte metodebeskrivelser for alle analyser.

8 Referanser

1. Bell, L.; Oloyede, O. O.; Lignou, S.; Wagstaff, C.; Methven, L., Taste and Flavor Perceptions of Glucosinolates, Isothiocyanates, and Related Compounds. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1700990.
2. Wieczorek, M. N.; Walczak, M.; Skrzypczak-Zielinska, M.; Jelen, H. H., Bitter taste of Brassica vegetables: The role of genetic factors, receptors, isothiocyanates, glucosinolates, and flavor context. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2018, 58 (18), 3130-3140.
3. Radovich, T. J. K.; Kleinhenz, M. D.; Sanchez-Vela, A.; Scheerens, J. C.; Schult, B. In *FRESH CABBAGE SENSORY QUALITY: COMPONENTS AND THE IMPACT OF PRODUCTION FACTORS*, XXVI International Horticultural Congress, Toronto, Canada Prange, R. K., Ed. *ISHS Acta Horticulturae*: Toronto, Canada 2003; pp 787-795.
4. Jones, G.; Sanders, O. G., A Sensory Profile of Turnip Greens as Affected by Variety and Maturity. *J Food Sci* 2006, 67, 3126-3129.
5. Radovich, T.; Kleinhenz, M.; Streeter, J., Irrigation Timing Relative to Head Development Influences Yield Components, Sugar Levels, and Glucosinolate Concentrations in Cabbage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. American Society for Horticultural Science 2005, 130.
6. Groenbaek, M.; Jensen, S.; Neugart, S.; Schreiner, M.; Kidmose, U.; Kristensen, H. L., Nitrogen split dose fertilization, plant age and frost effects on phytochemical content and sensory properties of curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*). *Food Chem* 2016, 197 (Pt A), 530-8.
7. Poelman, A. A. M.; Delahunty, C. M.; de Graaf, C., Cooking time but not cooking method affects children's acceptance of Brassica vegetables. *Food Qual Pref* 2013, 28 (2), 441-448.
8. Iborra-Bernad, C.; Tárrega, A.; García-Segovia, P.; Martínez-Monzó, J., Advantages of sous-vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT - Food Sci Techn* 2014, 56 (2), 451-460.
9. Borowski, J.; Narwojsz, A.; Borowska, E.; Majewska, K., The Effect of Thermal Processing on Sensory Properties, Texture Attributes and Pectic Changes in Broccoli. *Czech J Food Sci* 2015, 33, 254-260.
10. Murray, J. M.; Delahunty, C.; Baxter, I. A., Descriptive sensory analysis: Past, present and future. *Food Research International* 2001, 34, 461-471.
11. Meilgaard, M. C.; Carr, B. T.; Civille, G. V., *Sensory evaluation techniques*. CRC press. 2006.
12. Lawless, H. T.; Heymann, H., *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media: 2010.
13. Civille, G. V.; Lawless, H. T., THE IMPORTANCE OF LANGUAGE IN DESCRIBING PERCEPTIONS. *Journal of Sensory Studies* 1986, 1 (3-4), 203-215.
14. Nilsson, T., Influence of the time of harvest on keepability and carbohydrate composition during long-term storage of winter white cabbage. *Journal of Horticultural Science* 1993, 68 (1), 71-78.
15. Eppendorfer, W. H.; Eggum, B. O., Dietary fibre, sugar, starch and amino acid content of kale, ryegrass and seed of rape and field beans as influenced by S- and N-fertilization. *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)* 1992, 42 (4), 359-371.
16. Hagen, S. F.; Borge, G. I. A.; Solhaug, K. A.; Bengtsson, G. B., Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). *Postharvest Biology and Technology* 2009, 51 (1), 36-42.
17. *Nordic Nutrition Recommendations 2012*. Nordic Council of Ministers: 2014. ISBN 978-92-893-2670-4
18. Dominguez-Perles, R.; Mena, P.; Garcia-Viguera, C.; Moreno, D. A., Brassica Foods as a Dietary Source of Vitamin C: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2014, 54 (8), 1076-1091.

19. Lee, S. K.; Kader, A. A., Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 2000, 20 (3), 207-220.
20. Aires, A.; Fernandes, C.; Carvalho, R.; Bennett, R. N.; Saavedra, M. J.; Rosa, E. A., Seasonal effects on bioactive compounds and antioxidant capacity of six economically important brassica vegetables. *Molecules* 2011, 16 (8), 6816-32.
21. Park, S.; Valan Arasu, M.; Lee, M. K.; Chun, J. H.; Seo, J. M.; Lee, S. W.; Al-Dhabi, N. A.; Kim, S. J., Quantification of glucosinolates, anthocyanins, free amino acids, and vitamin C in inbred lines of cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Food Chem* 2014, 145, 77-85.
22. Mølmann, J. A. B.; Steindal, A. L. H.; Bengtsson, G. B.; Seljåsen, R.; Lea, P.; Skaret, J.; Johansen, T. J., Effects of temperature and photoperiod on sensory quality and contents of glucosinolates, flavonols and vitamin C in broccoli florets. *Food Chem* 2015, 172, 47-55.
23. Kosson, R.; Felczynski, K.; Szwejdja-Grzybowska, J.; Grzegorzewska, M.; Tuccio, L.; Agati, G.; Kaniszewski, S., Nutritive value of marketable heads and outer leaves of white head cabbage cultivated at different nitrogen rates. *Acta Agr Scand B-S P* 2017, 67 (6), 524-533.
24. Vallejo, F.; Garcia-Viguera, C.; Tomas-Barberan, F. A., Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) health-promoting compounds with inflorescence development. *J Agr Food Chem* 2003, 51 (13), 3776-3782.
25. Öhrvik, V.; Engman, J.; Grönholm, R.; Staffas, A.; Sandler, H. S.; von Malmborg, A. Grönsaker, svamp och frukt - analys av näringsämnen. Livsmedelsverket 2016.
26. Pearson, M., et al. Grönsaker och rotfrukter - analys av näringsämnen. 2013.
27. Sikorska-Zimny, K.; Beneduce, L., The glucosinolates and their bioactive derivatives in Brassica: a review on classification, biosynthesis and content in plant tissues, fate during and after processing, effect on the human organism and interaction with the gut microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2020, 1-28.
28. Essoh, A. P.; Monteiro, F.; Pena, A. R.; Pais, M. S.; Moura, M.; Romeiras, M. M., Exploring glucosinolates diversity in Brassicaceae: a genomic and chemical assessment for deciphering abiotic stress tolerance. *Plant Physiol Biochem* 2020, 150, 151-161.
29. Rybarczyk-Plonska, A.; Hagen, S. F.; Borge, G. I. A.; Bengtsson, G. B.; Hansen, M. K.; Wold, A.-B., Glucosinolates in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) as affected by postharvest temperature and radiation treatments. *Postharvest Biology and Technology* 2016, 116, 16-25.
30. Volden, J.; Bengtsson, G. B.; Wicklund, T., Glucosinolates, L-ascorbic acid, total phenols, anthocyanins, antioxidant capacities and colour in cauliflower (*Brassica oleracea* L. ssp *botrytis*); effects of long-term freezer storage. *Food Chem* 2009, 112 (4), 967-976.
31. Agerbirk, N.; Olsen, C. E., Glucosinolate structures in evolution. *Phytochemistry* 2012, 77, 16-45.
32. Ahuja, I.; Rohloff, J.; Bones, A. M., Defence mechanisms of Brassicaceae: implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. *Agron Sustain Dev* 2010, 30 (2), 311-348.
33. Felker, P.; Bunch, R.; Leung, A. M., Concentrations of thiocyanate and goitrin in human plasma, their precursor concentrations in brassica vegetables, and associated potential risk for hypothyroidism. *Nutrition Reviews* 2016, 74 (4), 248-258.
34. Burrows, G. E.; Tyrl, R. J., *Toxic Plants of North America*. Wiley: 2012.
35. Morand, C.; Tomas-Barberan, F. A., Interindividual Variability in Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion of Food Phytochemicals Should Be Reported. *J Agr Food Chem* 2019, 67 (14), 3843-3844.
36. Manach, C.; Milenkovic, D.; Van de Wiele, T.; Rodriguez-Mateos, A.; de Roos, B.; Garcia-Conesa, M. T.; Landberg, R.; Gibney, E. R.; Heinonen, M.; Tomaa-Barberan, F.; Morand, C., Addressing the inter-individual variation in response to consumption of plant food bioactives: Towards a better understanding of their role in healthy aging and cardiometabolic risk reduction. *Mol Nutr Food Res* 2017, 61 (6).

37. Razis, A. F. A.; Noor, N. M., Cruciferous Vegetables: Dietary Phytochemicals for Cancer Prevention. *Asian Pac J Cancer P* 2013, 14 (3), 1565-1570.
38. Livingstone, T. L.; Beasy, G.; Mills, R. D.; Plumb, J.; Needs, P. W.; Mithen, R.; Traka, M. H., Plant Bioactives and the Prevention of Prostate Cancer: Evidence from Human Studies. *Nutrients* 2019, 11 (9).
39. Zhang, Z.; Bergan, R.; Shannon, J.; Slatore, C. G.; Bobe, G.; Takata, Y., The Role of Cruciferous Vegetables and Isothiocyanates for Lung Cancer Prevention: Current Status, Challenges, and Future Research Directions. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1700936.
40. Abbaoui, B.; Lucas, C. R.; Riedl, K. M.; Clinton, S. K.; Mortazavi, A., Cruciferous Vegetables, Isothiocyanates, and Bladder Cancer Prevention. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1800079.
41. Soundararajan, P.; Kim, J. S., Anti-Carcinogenic Glucosinolates in Cruciferous Vegetables and Their Antagonistic Effects on Prevention of Cancers. *Molecules* 2018, 23 (11).
42. Palliyaguru, D. L.; Yuan, J. M.; Kensler, T. W.; Fahey, J. W., Isothiocyanates: Translating the Power of Plants to People. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1700965.
43. Narbad, A.; Rossiter, J. T., Gut Glucosinolate Metabolism and Isothiocyanate Production. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1700991.
44. Baenas, N.; Marhuenda, J.; Garcia-Viguera, C.; Zafrilla, P.; Moreno, D. A., Influence of Cooking Methods on Glucosinolates and Isothiocyanates Content in Novel Cruciferous Foods. *Foods* 2019, 8 (7).
45. Mithen, R.; Ho, E., Isothiocyanates for Human Health. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1870079.
46. Hanschen, F. S.; Schreiner, M., Isothiocyanates, Nitriles, and Epithionitriles from Glucosinolates Are Affected by Genotype and Developmental Stage in *Brassica oleracea* Varieties. *Frontiers in Plant Science* 2017, 8, 1095.
47. Hanschen, F. S.; Kaufmann, M.; Kupke, F.; Hackl, T.; Kroh, L. W.; Rohn, S.; Schreiner, M., Brassica vegetables as sources of epithionitriles: Novel secondary products formed during cooking. *Food Chem* 2018, 245, 564-569.
48. Zhang, Y. S., Allyl isothiocyanate as a cancer chemopreventive phytochemical. *Mol Nutr Food Res* 2010, 54 (1), 127-135.
49. Chen, H. E.; Tsai, T. F.; Lin, Y. C.; Chou, K. Y.; Hwang, T. I. S.; Lin, J. F., Allyl isothiocyanate, a constituent of cruciferous vegetables, induces autophagic death in human prostate cancer cells. *Int J Urol* 2010, 17, A165-A165.
50. Wagner, A. E.; Terschluesen, A. M.; Rimbach, G., Health promoting effects of brassica-derived phytochemicals: from chemopreventive and anti-inflammatory activities to epigenetic regulation. *Oxid Med Cell Longev* 2013, 2013, 964539.
51. Agerbirk, N.; De Vos, M.; Kim, J. H.; Jander, G., Indole glucosinolate breakdown and its biological effects. *Phytochemistry Reviews* 2008, 8 (1), 101-120.
52. Weng, J. R.; Tsai, C. H.; Kulp, S. K.; Chen, C. S., Indole-3-carbinol as a chemopreventive and anti-cancer agent. *Cancer Lett* 2008, 262 (2), 153-63.
53. Katz, E.; Nisani, S.; Chamovitz, D. A., Indole-3-carbinol: a plant hormone combatting cancer. *F1000Res* 2018, 7.
54. Pichersky, E.; Noel, J. P.; Dudareva, N., Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity. *Science* 2006, 311 (5762), 808-11.
55. Schwab, W.; Davidovich-Rikanati, R.; Lewinsohn, E., Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *Plant J* 2008, 54 (4), 712-32.
56. BATTERY, R. G.; GUADAGNI, D. G.; LING, L. C.; SEIFERT, R. M.; LIPTON, W., Additional volatile components of cabbage, broccoli, and cauliflower. *J Agr Food Chem* 1976, 24 (4), 829-832.
57. Kyung, K. H., Antimicrobial Activity of Volatile Sulfur Compounds in Foods. In *Volatile Sulfur Compounds in Food*, American Chemical Society: 2011; Vol. 1068, pp 323-338.

58. Sivapalan, T.; Melchini, A.; Saha, S.; Needs, P. W.; Traka, M. H.; Tapp, H.; Dainty, J. R.; Mithen, R. F., Bioavailability of Glucoraphanin and Sulforaphane from High-Glucoraphanin Broccoli. *Mol Nutr Food Res* 2018, 62 (18), e1700911.
59. van Gemert, L. J., *Odour Thresholds - Compilation of odour threshold values in air, water and other media (Edition 2011)*. 2 ed.; Oliemans Punter & Partners BV.: 2011.
60. Gross-Isseroff, R.; Lancet, D., Concentration-dependent changes of perceived odor quality. *Chemical Senses* 1988, 13 (2), 191-204.
61. Laing, D. G.; Legha, P. K.; Jinks, A. L.; Hutchinson, I., Relationship between molecular structure, concentration and odor qualities of oxygenated aliphatic molecules. *Chem Senses* 2003, 28 (1), 57-69.
62. Keith, E. S.; Powers, J. J., Determination of Flavor Threshold Levels and Sub-Threshold, Additive, and Concentration Effects. *J Food Sci* 1968, 33 (2), 213-218.
63. Guadagni, D. G.; Buttery, R. G.; Okano, S.; Burr, H. K., Additive Effect of Sub-Threshold Concentrations of Some Organic Compounds Associated with Food Aromas. *Nature* 1963, 200, 1288-9.
64. Matvaretabellen. www.matvaretabellen.no, Ed. 2019.
65. Bottcher, S.; Steinhauser, U.; Drusch, S., Off-flavour masking of secondary lipid oxidation products by pea dextrin. *Food Chem* 2015, 169, 492-8.

9 Tilleggsinformasjon (Supplement)

9.1 Innhold av individuelle glukosinolater

Tabellene gir informasjon om innholdet både per ferskvekt og tørrvekt for individuelle glukosinolater.

Tabell 37 Innhold av individuelle glukosinolater (GLS) i hodekål. Alle sorter i alle tre sesonger. Individuelle GLS oppgitt som μmol per gram tørrvekt ($\mu\text{mol/g DW}$).

		Glukosinolater i hodekål ($\mu\text{mol/g DW}$)											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
T1	Jetma	4.70 ± 0.46	0.52 ± 0.02	5.04 ± 0.09	0.16 ± 0.07	0.09 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.03 ± 0	0 ± 0	1.60 ± 0.17	0.08 ± 0	0.44 ± 0.02	0.09 ± 0.02
T2	Constable	4.35 ± 0.19	0.65 ± 0.04	5.69 ± 0.24	0.18 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.21 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0 ± 0	1.31 ± 0.28	0.18 ± 0.02	0.43 ± 0.11	0.12 ± 0.03
T3	Parel	7.52 ± 0.25	0.62 ± 0.01	7.23 ± 0.12	0.23 ± 0	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0 ± 0	4.35 ± 0.13	0.14 ± 0.01	0.97 ± 0.04	0.1 ± 0
T4	Cambria	10.23 ± 0.46	0.53 ± 0.05	7.92 ± 0.42	0.25 ± 0.02	0.11 ± 0	0.11 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0 ± 0	5.57 ± 0.52	0 ± 0	0.9 ± 0.06	0.13 ± 0.02
T5	Tourima	6.29 ± 0.86	0.84 ± 0.15	6.89 ± 0.82	0.24 ± 0.07	0.14 ± 0.03	0.22 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0 ± 0	4.29 ± 0.12	0.12 ± 0.01	0.31 ± 0.03	0.11 ± 0.02
T6	Prestar	8.74 ± 0.76	0.71 ± 0.05	7.92 ± 0.33	0.32 ± 0.05	0.14 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0 ± 0	2.47 ± 0.16	0.14 ± 0.01	0.44 ± 0.06	0.07 ± 0.01
T7	Point-1	5.92 ± 0.79	1.04 ± 0.12	5.14 ± 0.8	0.47 ± 0.06	0.21 ± 0.04	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0 ± 0	2.88 ± 0.3	0.13 ± 0.02	0.61 ± 0.03	0.11 ± 0.04
T8	CapeHorn	7.90 ± 0.57	0.70 ± 0.08	3.27 ± 0.28	0.97 ± 0.11	0.12 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0 ± 0	5.33 ± 0.34	0.19 ± 0.02	0.96 ± 0.03	0.1 ± 0.03
H1	Castello	3.48 ± 1.17	0.82 ± 0.03	10.44 ± 1.4	0.22 ± 0.11	0.53 ± 0.04	0.22 ± 0.06	0.05 ± 0.01	0 ± 0	4.06 ± 0.35	0 ± 0	0.89 ± 0.04	0.06 ± 0
H2	Verdeco	7.88 ± 0.73	0.81 ± 0.11	8.16 ± 1.18	0.6 ± 0.04	0.40 ± 0.06	0.21 ± 0.04	0.06 ± 0.01	0 ± 0	3.34 ± 0.51	0.07 ± 0.01	0.66 ± 0.03	0.05 ± 0
H3	Cambria	8.52 ± 0.45	0.43 ± 0.03	6.72 ± 0.40	0.24 ± 0.02	0.14 ± 0	0.19 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0 ± 0	3.53 ± 0.48	0 ± 0	1.24 ± 0.03	0.04 ± 0
H4	Dutchman	3.74 ± 0.21	0.37 ± 0.16	0.88 ± 0.04	0.82 ± 0.56	0.13 ± 0.08	0.17 ± 0.03	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.03	4.94 ± 0.63	0 ± 0	0.65 ± 0.06	0.07 ± 0.01
H5	Murdoc	9.19 ± 0.84	1.08 ± 0.13	7.48 ± 0.67	1.02 ± 0.26	0.45 ± 0.06	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.03	0 ± 0	5.69 ± 0.96	0.17 ± 0.02	1.24 ± 0.03	0.05 ± 0.01
H6	Integro	3.76 ± 0.23	2.96 ± 0.37	3.42 ± 0.16	6.04 ± 0.75	2.30 ± 0.16	0.11 ± 0.01	0.20 ± 0.06	0.22 ± 0.02	2.24 ± 0.22	0.12 ± 0.03	0.51 ± 0.04	0.01 ± 0
H7	GreenRich	7.44 ± 1.19	0.24 ± 0.02	3.04 ± 0.34	0.29 ± 0.06	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0 ± 0	4.85 ± 0.68	0.14 ± 0.02	0.66 ± 0.07	0.03 ± 0.01
H8	Gunma	5.92 ± 0.26	0.90 ± 0.01	5.50 ± 0.18	0.47 ± 0.06	0.24 ± 0.03	0.06 ± 0.01	0.10 ± 0.04	0 ± 0	3.72 ± 0.65	0.22 ± 0.03	1.1 ± 0.05	0.07 ± 0.01
H9	Cabbice	4.37 ± 0.22	0.44 ± 0.02	3.83 ± 0.21	0.49 ± 0.04	0.16 ± 0.02	0.35 ± 0.07	0.06 ± 0.03	0.05 ± 0.01	2.35 ± 0.21	0.11 ± 0.01	0.94 ± 0.06	0.03 ± 0
H10	StorMurdoc	5.57 ± 0.34	0.68 ± 0.03	4.38 ± 0.22	0.99 ± 0.09	0.39 ± 0.04	0.23 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0 ± 0	2.69 ± 0.13	0.10 ± 0.02	1.19 ± 0.03	0.03 ± 0.01
H11	Sunny	7.26 ± 0.69	1.60 ± 0.17	5.18 ± 0.51	1.90 ± 0.17	0.51 ± 0.07	0.07 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0 ± 0	3.32 ± 0.51	0.24 ± 0.03	1.01 ± 0.06	0.03 ± 0
H12	Clarissa	6.94 ± 0.28	1.04 ± 0.08	8.74 ± 0.40	0.91 ± 0.10	0.96 ± 0.10	0.3 ± 0.02	0.20 ± 0.08	0 ± 0	10.95 ± 1.67	0.39 ± 0.02	1.45 ± 0.04	0.09 ± 0.02
V1	Bartolo	15.8 ± 1.1	1.3 ± 0.2	7.2 ± 0.9	3.3 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0	0.2 ± 0.1	2.5 ± 0.1	0.1 ± 0	0.8 ± 0	0.1 ± 0
V2	Reaction	9.7 ± 0.6	2.2 ± 0.3	8.1 ± 0.5	0.9 ± 0.1	1.2 ± 0.1	0.4 ± 0	0.6 ± 0.1	0 ± 0	6.4 ± 0.5	0.1 ± 0	0.7 ± 0.1	0.1 ± 0
V3	Bandolero	5.8 ± 0.1	10.4 ± 0.1	6.3 ± 0.2	11.4 ± 0.4	5.1 ± 0.2	0.2 ± 0	0.5 ± 0	0.5 ± 0	3.6 ± 0.2	0.1 ± 0	0.5 ± 0	0 ± 0
V4	Rodima	3.3 ± 0.4	9.3 ± 0.4	4.2 ± 0.2	10.3 ± 0.8	6.9 ± 0.6	0.1 ± 0	0.6 ± 0	0.3 ± 0.1	3.1 ± 0.6	0.2 ± 0	0.8 ± 0	0 ± 0
V5	Erdeno	6.8 ± 0.1	1.9 ± 0.3	11.5 ± 0.4	0.3 ± 0	0.9 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.2 ± 0	0 ± 0	1.6 ± 0.3	0.1 ± 0	0.7 ± 0	0 ± 0
V6	Flexima	2.4 ± 0.2	2.3 ± 0.1	5 ± 0.4	0.8 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.1 ± 0	0.2 ± 0	0 ± 0	5.0 ± 0.1	0.1 ± 0	0.7 ± 0	0.1 ± 0
V7	Cambria	6.1 ± 0.3	0.3 ± 0	4.9 ± 0.2	0.2 ± 0	0.1 ± 0	0.2 ± 0	0.1 ± 0	0 ± 0	3.1 ± 0.4	0 ± 0	1.3 ± 0.1	0.1 ± 0
V8	Murdoc	5.6 ± 0.2	0.7 ± 0.1	3.7 ± 0.2	1 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0	0.2 ± 0	0.1 ± 0	3.0 ± 0.8	0.1 ± 0	1.2 ± 0.1	0 ± 0
V9	PinkStar	7.1 ± 0.7	3.3 ± 0.5	3.8 ± 0.2	7.9 ± 1.3	2.8 ± 0.4	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0	5.5 ± 0.7	0.1 ± 0	0.9 ± 0.1	0 ± 0
V10	Wirosa	20.6 ± 1.0	0.6 ± 0	12.7 ± 1.3	0.4 ± 0	0.2 ± 0	0.2 ± 0	0.3 ± 0.1	0 ± 0	16.3 ± 0.9	0.3 ± 0	1.6 ± 0.3	0.1 ± 0

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GNA=gluconapin; GIBV=glucoiberin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

Tabell 38 Innhold av individuelle glukosinolater (GLS) i hodekål. Alle sorter i alle tre sesonger. Individuelle GLS oppgitt som mg per 100 g ferskvekt (FW).

		Glukosinolater i hodekål (mg/100 g FW)											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
T1	Jetma	14.8 ± 1.6	1.5 ± 0.1	13.5 ± 0.2	0.5 ± 0.2	0.3 ± 0	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0	0 ± 0	5.3 ± 0.6	0.3 ± 0	1.6 ± 0.1	0.3 ± 0.1
T2	Constable	13.8 ± 0.3	1.9 ± 0.1	15.3 ± 0.9	0.6 ± 0	0.4 ± 0	0.7 ± 0.1	0.1 ± 0	0 ± 0	4.4 ± 1.0	0.6 ± 0.1	1.6 ± 0.4	0.4 ± 0.1
T3	Parel	23.0 ± 1.0	1.7 ± 0	18.7 ± 0.5	0.7 ± 0	0.3 ± 0	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0 ± 0	14.1 ± 0.6	0.4 ± 0	3.3 ± 0.1	0.3 ± 0
T4	Cambria	35.5 ± 1.5	1.7 ± 0.2	23.3 ± 1.2	0.9 ± 0.1	0.3 ± 0	0.4 ± 0	0.2 ± 0.1	0 ± 0	20.5 ± 1.9	0 ± 0	3.5 ± 0.3	0.5 ± 0.1
T5	Tourima	22.3 ± 3.9	2.7 ± 0.6	20.8 ± 3.6	0.9 ± 0.3	0.4 ± 0.1	0.7 ± 0	0.2 ± 0.1	0 ± 0	16.1 ± 1.1	0.4 ± 0.1	1.2 ± 0.2	0.4 ± 0.1
T6	Prestar	28.8 ± 2.7	2.2 ± 0.2	22.2 ± 1.2	1.1 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.2 ± 0	0 ± 0	8.6 ± 0.6	0.5 ± 0	1.6 ± 0.2	0.3 ± 0
T7	Point-1	21.8 ± 2.6	3.5 ± 0.4	16.1 ± 2.4	1.8 ± 0.2	0.7 ± 0.1	0.1 ± 0	0.2 ± 0	0 ± 0	11.2 ± 0.9	0.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	0.5 ± 0.2
T8	CapeHorn	25.4 ± 1.7	2.1 ± 0.2	8.9 ± 0.7	3.2 ± 0.3	0.3 ± 0	0.1 ± 0	0.3 ± 0	0 ± 0	18.1 ± 1.1	0.6 ± 0.1	3.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1
H1	Castello	13.3 ± 4.5	2.9 ± 0.1	33.8 ± 4.4	0.9 ± 0.4	1.8 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0 ± 0	16.4 ± 1.3	0 ± 0	3.8 ± 0.1	0.3 ± 0
H2	Verdeco	29.9 ± 3.7	2.8 ± 0.5	26.3 ± 4.6	2.4 ± 0.2	1.3 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.2 ± 0	0 ± 0	13.4 ± 1.6	0.3 ± 0	2.8 ± 0.1	0.2 ± 0
H3	Cambria	28.9 ± 1.6	1.4 ± 0.1	19.3 ± 1.4	0.8 ± 0.1	0.4 ± 0	0.6 ± 0.1	0.2 ± 0	0 ± 0	12.7 ± 1.7	0 ± 0	4.7 ± 0.2	0.1 ± 0
H4	Dutchman	13.1 ± 0.9	1.2 ± 0.5	2.6 ± 0.1	3.0 ± 2.1	0.4 ± 0.3	0.6 ± 0.1	0.2 ± 0	0.3 ± 0.1	18.4 ± 2.8	0 ± 0	2.6 ± 0.2	0.3 ± 0
H5	Murdoc	30.6 ± 3.1	3.3 ± 0.5	21.1 ± 1.8	3.5 ± 1.0	1.3 ± 0.2	0.4 ± 0	0.4 ± 0.1	0 ± 0	20.0 ± 3.3	0.6 ± 0.1	4.7 ± 0.2	0.2 ± 0
H6	Integro	14.5 ± 1.0	10.5 ± 1.3	11.2 ± 0.6	24.0 ± 3.0	7.8 ± 0.6	0.4 ± 0	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.1	9.1 ± 1	0.5 ± 0.1	2.2 ± 0.2	0.1 ± 0
H7	GreenRich	24.4 ± 3.8	0.7 ± 0.1	8.5 ± 1.5	1.0 ± 0.2	0.2 ± 0	0.3 ± 0	0.4 ± 0.1	0 ± 0	16.9 ± 2.9	0.4 ± 0.1	2.4 ± 0.1	0.1 ± 0
H8	Gunma	21.1 ± 0.8	2.9 ± 0.1	16.6 ± 0.8	1.7 ± 0.2	0.8 ± 0.1	0.2 ± 0	0.4 ± 0.2	0 ± 0	14 ± 2.2	0.8 ± 0.1	4.4 ± 0.1	0.3 ± 0
H9	Cabbice	12.8 ± 0.8	1.2 ± 0	9.5 ± 0.6	1.5 ± 0.1	0.4 ± 0	1.0 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0	7.3 ± 0.8	0.3 ± 0	3.1 ± 0.2	0.1 ± 0
H10	StorMurdoc	16.4 ± 1.0	1.8 ± 0.1	11.0 ± 0.5	3.0 ± 0.3	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0 ± 0	8.4 ± 0.4	0.3 ± 0	4 ± 0.1	0.1 ± 0
H11	Sunny	22.3 ± 2.4	4.5 ± 0.6	13.5 ± 1.6	6.0 ± 0.7	1.4 ± 0.2	0.2 ± 0	0.7 ± 0.1	0 ± 0	10.8 ± 1.8	0.7 ± 0.1	3.5 ± 0.2	0.1 ± 0
H12	Clarissa	29.6 ± 1.5	4.1 ± 0.4	31.6 ± 1.9	4.0 ± 0.5	3.6 ± 0.4	1.2 ± 0.1	0.9 ± 0.4	0 ± 0	49.4 ± 6.9	1.7 ± 0.1	7 ± 0.1	0.4 ± 0.1
V1	Bartolo	69.3 ± 6.5	5.3 ± 0.8	26.7 ± 3.9	15.1 ± 0.9	2.5 ± 0.3	1.7 ± 0.3	1.2 ± 0.2	0.9 ± 0.3	11.6 ± 0.7	0.7 ± 0.1	4.2 ± 0.3	0.3 ± 0
V2	Reaction	41.3 ± 3.1	8.7 ± 1.2	29.1 ± 2.2	3.8 ± 0.4	4.6 ± 0.3	1.5 ± 0.1	3 ± 0.3	0.1 ± 0	28.8 ± 1.9	0.3 ± 0	3.4 ± 0.2	0.4 ± 0
V3	Bandolero	22.8 ± 0.3	37.1 ± 0.3	20.7 ± 0.5	46.1 ± 1.8	17.4 ± 0.7	0.6 ± 0.1	2.2 ± 0	1.9 ± 0.2	15 ± 1	0.5 ± 0	2.2 ± 0.1	0.1 ± 0
V4	Rodima	14.6 ± 2.1	38.0 ± 2	15.7 ± 1.0	47.5 ± 4.3	27.2 ± 2.6	0.5 ± 0.1	2.9 ± 0.2	1.5 ± 0.6	14.7 ± 3	0.9 ± 0.1	4.0 ± 0.3	0.1 ± 0
V5	Erdeno	26.3 ± 0.6	6.9 ± 1.2	37.8 ± 1.4	1.1 ± 0.2	3.0 ± 0.5	2.0 ± 0.3	0.9 ± 0.1	0.1 ± 0	6.7 ± 1.1	0.3 ± 0	3.2 ± 0.2	0.2 ± 0
V6	Flexima	10.1 ± 0.8	8.8 ± 0.4	17.6 ± 1.5	3.6 ± 0.4	5.3 ± 0.6	0.2 ± 0	0.7 ± 0.1	0 ± 0	21.7 ± 0.4	0.3 ± 0.1	3.5 ± 0	0.5 ± 0.1
V7	Cambria	22.4 ± 1.6	1.1 ± 0.1	15.4 ± 1.1	0.7 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.9 ± 0.2	0.5 ± 0.1	0 ± 0	12 ± 1.2	0 ± 0	5.4 ± 0.3	0.2 ± 0
V8	Murdoc	17.2 ± 0.7	2.0 ± 0.3	9.8 ± 0.6	3.4 ± 0.7	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.1	9.8 ± 2.4	0.2 ± 0	4.0 ± 0.1	0.1 ± 0
V9	PinkStar	26.2 ± 2.8	11.1 ± 1.9	11.9 ± 0.8	30.4 ± 5	9.2 ± 1.5	1.0 ± 0.4	1.6 ± 0.3	0.8 ± 0.1	21.5 ± 2.7	0.4 ± 0	3.6 ± 0.6	0.1 ± 0
V10	Wirosa	95.0 ± 5.5	2.6 ± 0.1	49.9 ± 5.4	2.0 ± 0.2	0.8 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.4 ± 0.7	0 ± 0	79.8 ± 3.7	1.2 ± 0.2	8.2 ± 1.9	0.5 ± 0.1

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GNA=gluonapin; GIBV=glucoiberverin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

Tabell 39 Innhold av alle individuelle glukosinolater i blomkål. Individuelle GLS oppgitt som μmol per gram tørrvekt ($\mu\text{mol/g DW}$).

		Glukosinolater i blomkål ($\mu\text{mol/g DW}$)											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
1	Freedom	1.08 ± 0.09	0.14 ± 0.02	1.04 ± 0.19	0.05 ± 0.01	0 ± 0	0.72 ± 0.12	0.33 ± 0.23	0.06 ± 0.01	4.49 ± 0.56	0 ± 0	0.4 ± 0.09	0.19 ± 0.05
2	Delfino	0.91 ± 0.17	0.12 ± 0.01	0.98 ± 0.05	0.05 ± 0.0	0 ± 0	1.02 ± 0.07	0.13 ± 0.03	0.07 ± 0.01	6.10 ± 0.9	0 ± 0	0.43 ± 0.06	0.22 ± 0.05
3	Korlanu	0.46 ± 0.09	0.11 ± 0.02	1.06 ± 0.14	0.03 ± 0.01	0 ± 0	0.84 ± 0.09	0.33 ± 0.14	0.07 ± 0.02	5.32 ± 0.9	0 ± 0	0.30 ± 0.05	0.16 ± 0.02
4	Liria	1.83 ± 0.27	0.09 ± 0.0	1.04 ± 0.07	0.09 ± 0.01	0 ± 0	0.65 ± 0.04	0.25 ± 0.03	0.05 ± 0.02	6.30 ± 0.49	0 ± 0	0.44 ± 0.02	0.35 ± 0.05
5	Synergi	1.66 ± 0.08	0.12 ± 0.01	1.23 ± 0.08	0.08 ± 0.01	0 ± 0	0.61 ± 0.07	0.40 ± 0.11	0.06 ± 0.0	3.28 ± 0.09	0 ± 0	0.33 ± 0.02	0.14 ± 0.03
6	Clarina	1.67 ± 0.16	0.13 ± 0.0	1.42 ± 0.10	0.08 ± 0.0	0 ± 0	0.77 ± 0.11	0.36 ± 0.16	0.06 ± 0.0	4.71 ± 0.28	0 ± 0	0.23 ± 0.04	0.21 ± 0.01
7	Socius	0.68 ± 0.04	0.13 ± 0.0	1.45 ± 0.10	0.03 ± 0.01	0 ± 0	0.86 ± 0.03	0.41 ± 0.01	0.06 ± 0.0	4.66 ± 0.76	0 ± 0	0.45 ± 0.06	0.13 ± 0.01
8	Ferrara	0.93 ± 0.09	0.1 ± 0.01	0.88 ± 0.10	0.04 ± 0.0	0 ± 0	0.63 ± 0.15	0.27 ± 0.03	0.05 ± 0.01	3.60 ± 0.45	0 ± 0	0.36 ± 0.05	0.24 ± 0.01
9	FlameStar	0.73 ± 0.21	0.08 ± 0.01	0.68 ± 0.11	0.07 ± 0.01	0 ± 0	0.45 ± 0.03	0.60 ± 0.10	0.05 ± 0.01	4.64 ± 0.21	0 ± 0	0.38 ± 0.01	0.22 ± 0.04
10	Depurple	1.47 ± 0.25	0.14 ± 0.01	1.42 ± 0.06	0.1 ± 0.02	0 ± 0	0.8 ± 0.12	0.22 ± 0.11	0.06 ± 0.03	4.08 ± 0.02	0 ± 0	0.29 ± 0.03	0.17 ± 0.03
11	Veronica	2.17 ± 0.12	0 ± 0	0 ± 0	1.38 ± 0.19	0 ± 0	0.13 ± 0	0.64 ± 0.38	0.12 ± 0.03	7.16 ± 0.31	0.04 ± 0.01	1.61 ± 0.05	0.65 ± 0.34

Tabell 40 Innhold av alle individuelle glukosinolater i blomkål basert på tørrvekt (mg/g DW).

		Glukosinolater i blomkål (mg/g DW)											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
1	Freedom	0.46 ± 0.04	0.05 ± 0.01	0.37 ± 0.07	0.02 ± 0	0 ± 0	0.29 ± 0.05	0.15 ± 0.11	0.03 ± 0	2.01 ± 0.25	0 ± 0	0.19 ± 0.04	0.09 ± 0.03
2	Delfino	0.39 ± 0.07	0.05 ± 0	0.35 ± 0.02	0.02 ± 0	0 ± 0	0.42 ± 0.03	0.06 ± 0.02	0.03 ± 0	2.74 ± 0.40	0 ± 0	0.20 ± 0.03	0.11 ± 0.02
3	Korlanu	0.19 ± 0.04	0.04 ± 0.01	0.38 ± 0.05	0.01 ± 0.01	0 ± 0	0.34 ± 0.03	0.16 ± 0.07	0.03 ± 0.01	2.39 ± 0.40	0 ± 0	0.14 ± 0.02	0.08 ± 0.01
4	Liria	0.77 ± 0.12	0.04 ± 0	0.38 ± 0.02	0.04 ± 0	0 ± 0	0.26 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.02 ± 0.01	2.83 ± 0.22	0 ± 0	0.21 ± 0.01	0.17 ± 0.02
5	Synergi	0.70 ± 0.03	0.05 ± 0	0.44 ± 0.03	0.03 ± 0.01	0 ± 0	0.25 ± 0.03	0.19 ± 0.05	0.02 ± 0	1.47 ± 0.04	0 ± 0	0.16 ± 0.01	0.06 ± 0.01
6	Clarina	0.71 ± 0.07	0.05 ± 0	0.51 ± 0.04	0.03 ± 0	0 ± 0	0.32 ± 0.04	0.17 ± 0.07	0.03 ± 0	2.11 ± 0.13	0 ± 0	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0
7	Socius	0.29 ± 0.02	0.05 ± 0	0.52 ± 0.04	0.01 ± 0	0 ± 0	0.35 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.03 ± 0	2.09 ± 0.34	0 ± 0	0.22 ± 0.03	0.06 ± 0.01
8	Ferrara	0.39 ± 0.04	0.04 ± 0	0.32 ± 0.04	0.02 ± 0	0 ± 0	0.26 ± 0.06	0.13 ± 0.01	0.02 ± 0	1.62 ± 0.20	0 ± 0	0.17 ± 0.02	0.11 ± 0
9	FlameStar	0.31 ± 0.09	0.03 ± 0	0.24 ± 0.04	0.03 ± 0	0 ± 0	0.18 ± 0.01	0.28 ± 0.05	0.02 ± 0	2.08 ± 0.09	0 ± 0	0.18 ± 0.01	0.1 ± 0.02
10	Depurple	0.62 ± 0.11	0.05 ± 0	0.51 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0.32 ± 0.05	0.10 ± 0.05	0.03 ± 0.01	1.83 ± 0.01	0 ± 0	0.14 ± 0.01	0.08 ± 0.02
11	Veronica	0.92 ± 0.05	0 ± 0	0 ± 0	0.60 ± 0.08	0 ± 0	0.05 ± 0	0.30 ± 0.18	0.05 ± 0.01	3.21 ± 0.14	0.02 ± 0	0.77 ± 0.02	0.31 ± 0.16

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GNA=gluconapin; GIBV=glucoiberin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

Tabell 41 Innhold av alle individuelle glukosinolater i bladkål basert på tørrvekt ($\mu\text{mol/g DW}$, ofte oppgitt slik i litteraturen)

		Glukosinolater i bladkål ($\mu\text{mol/g DW}$)											
Sort nr./navn		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
1	Reflex	8.43 ± 1.50	0.14 ± 0.02	2.44 ± 0.28	0.77 ± 0.19	0.11 ± 0	0.06 ± 0.03	0.20 ± 0.05	0 ± 0	1.60 ± 0.16	0.08 ± 0.01	0.27 ± 0.02	0.05 ± 0.01
2	CN1029	5.47 ± 2.04	0.35 ± 0.04	2.30 ± 0.67	0.66 ± 0.20	0.15 ± 0.04	0.03 ± 0.04	0.12 ± 0.08	0 ± 0	1.90 ± 0.15	0 ± 0	0.49 ± 0.01	0.07 ± 0.01
3	Redbor	1.89 ± 0.48	0.05 ± 0.01	1.01 ± 0.27	0.10 ± 0.02	0.04 ± 0	0 ± 0	0.06 ± 0.04	0 ± 0	1.50 ± 0.43	0.04 ± 0.01	0.3 ± 0.03	0.02 ± 0
4	TZ2019	0.10 ± 0.03	0 ± 0	0 ± 0	5.49 ± 0.91	0 ± 0	0 ± 0	0.13 ± 0.08	0 ± 0	7.14 ± 0.47	0.05 ± 0.01	0.44 ± 0.05	0.06 ± 0.02
5	Cavolo Nero	0.11 ± 0.16	0 ± 0	0 ± 0	5.05 ± 1.39	0.01 ± 0.01	0 ± 0	0.13 ± 0.08	0 ± 0	8.25 ± 3.1	0.05 ± 0.01	0.41 ± 0.13	0.04 ± 0.01
6	HiCrop	8.36 ± 1.74	1.68 ± 0.17	5.82 ± 1.21	2.20 ± 0.08	0.41 ± 0.11	0.02 ± 0.03	0.26 ± 0.12	0 ± 0	9.86 ± 0.17	0.09 ± 0.04	0.63 ± 0.05	0.01 ± 0
7	SummerGreen	5.68 ± 1.62	0.65 ± 0.22	3.77 ± 1.18	0.50 ± 0.14	0.16 ± 0.08	0 ± 0.01	0.07 ± 0.03	0 ± 0	6.65 ± 2.59	0.05 ± 0.02	0.59 ± 0.19	0.06 ± 0.01
8	SV7027	5.24 ± 1.68	0.88 ± 0.26	5.09 ± 1.68	0.71 ± 0.23	0.27 ± 0.12	0 ± 0	0.05 ± 0.01	0 ± 0	6.19 ± 1.25	0.10 ± 0.04	0.36 ± 0.06	0.03 ± 0.01
9	KAL017	4.94 ± 2.72	0.44 ± 0.12	1.97 ± 0.53	1.17 ± 0.19	0.17 ± 0.1	0.02 ± 0.01	0.15 ± 0.05	0 ± 0	2.61 ± 0.99	0.09 ± 0.02	0.80 ± 0.20	0.09 ± 0.03
10	KAL018	2.81 ± 1.27	0.22 ± 0.07	2.64 ± 0.82	0.75 ± 0.18	0.18 ± 0.07	0.02 ± 0.02	0.08 ± 0.05	0 ± 0	0.87 ± 0.21	0.05 ± 0.02	0.38 ± 0.05	0.04 ± 0
11	PentlandBrig	1.10 ± 0.72	2.63 ± 0.83	3.75 ± 0.08	1.19 ± 0.86	0.92 ± 0.55	0.01 ± 0.01	0.25 ± 0.07	0 ± 0	5.93 ± 0.96	0.09 ± 0.03	0.71 ± 0.09	0.03 ± 0.01

Tabell 42 Innhold av alle individuelle glukosinolater i bladkål (sortsforsøk 2017) basert på tørrvekt (mg/g DW)

		Glukosinolater i bladkål (mg/g DW)											
Sort		GIB	PRO	SIN	GRA	GNA	GIBV	4HGB	GER	GBR	GNS	4MEGB	NEOGB
1	Reflex	3.57 ± 0.63	0.06 ± 0.01	0.88 ± 0.10	0.34 ± 0.08	0.04 ± 0	0.03 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0 ± 0	0.72 ± 0.07	0.03 ± 0	0.13 ± 0.01	0.03 ± 0.01
2	CN1029	2.32 ± 0.87	0.14 ± 0.02	0.83 ± 0.24	0.29 ± 0.09	0.05 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0.06 ± 0.04	0 ± 0	0.85 ± 0.07	0 ± 0	0.23 ± 0	0.03 ± 0
3	Redbor	0.80 ± 0.20	0.02 ± 0.01	0.36 ± 0.10	0.04 ± 0.01	0.01 ± 0	0 ± 0	0.03 ± 0.02	0 ± 0	0.67 ± 0.19	0.02 ± 0	0.14 ± 0.02	0.01 ± 0
4	TZ2019	0.04 ± 0.01	0 ± 0	0 ± 0	2.40 ± 0.40	0 ± 0	0 ± 0	0.06 ± 0.04	0 ± 0	3.20 ± 0.21	0.02 ± 0	0.21 ± 0.02	0.03 ± 0.01
5	Cavolo Nero	0.05 ± 0.07	0 ± 0	0 ± 0	2.21 ± 0.61	0 ± 0	0 ± 0	0.06 ± 0.04	0 ± 0	3.70 ± 1.39	0.02 ± 0	0.20 ± 0.06	0.02 ± 0.01
6	HiCrop	3.54 ± 0.74	0.66 ± 0.06	2.09 ± 0.43	0.96 ± 0.03	0.15 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.12 ± 0.06	0 ± 0	4.42 ± 0.08	0.04 ± 0.02	0.30 ± 0.02	0.01 ± 0
7	SummerGreen	2.40 ± 0.69	0.25 ± 0.09	1.35 ± 0.42	0.22 ± 0.06	0.06 ± 0.03	0 ± 0	0.03 ± 0.01	0 ± 0	2.98 ± 1.16	0.02 ± 0.01	0.28 ± 0.09	0.03 ± 0
8	SV7027	2.22 ± 0.71	0.34 ± 0.1	1.83 ± 0.60	0.31 ± 0.10	0.10 ± 0.04	0 ± 0	0.02 ± 0.01	0 ± 0	2.78 ± 0.56	0.04 ± 0.02	0.17 ± 0.03	0.01 ± 0.01
9	KAL017	2.09 ± 1.15	0.17 ± 0.05	0.71 ± 0.19	0.51 ± 0.08	0.06 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0 ± 0	1.17 ± 0.44	0.04 ± 0.01	0.38 ± 0.1	0.04 ± 0.01
10	KAL018	1.19 ± 0.54	0.09 ± 0.03	0.95 ± 0.30	0.33 ± 0.08	0.07 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0 ± 0	0.39 ± 0.09	0.02 ± 0.01	0.18 ± 0.02	0.02 ± 0
11	PentlandBrig	0.47 ± 0.30	1.02 ± 0.32	1.35 ± 0.03	0.52 ± 0.38	0.35 ± 0.21	0.01 ± 0.01	0.12 ± 0.03	0 ± 0	2.66 ± 0.43	0.04 ± 0.01	0.34 ± 0.04	0.01 ± 0

GIB=glucoiberin; PRO=progoitrin; SIN=sinigrin; GRA=glucoraphanin; GNA=gluconapin; GIBV=glucoiberin; 4HGB=4-hydroxyglucobrassicin; GER=glucoerucin; GBR=glucobrassicin; GNS=gluconasturtiin; 4MEGB=4-methoxyglucobrassicin; NEOGB=neoglucobrassicin

9.2 Bilder av sorter hodekål, blomkål og bladkål

Bilder ble tatt av ved bruk av DigiEye (VeriVide Limited, UK) som er et digitalt fargebildesystem for standardiserte bilder og fargemålinger (Bilde 7). Størrelsen av den blå platen som kålen ble fotografert på: A4, 210 mm x 297 mm. For hodekål ble det tatt bilde av ett hode (delt i to) fra hver gjentakelse i feltet (3 hoder pr sorter), tilfeldig valgt ut fra de som ble levert til Nofima. Hele hoder ble for høye for å tas bildet av inne i DigiEye-kammeret. Bildene kan også benyttes til fargeanalyse vha programvaren til utstyret.



Bilde 7 DigiEye systemet og fotografering av kål.

9.2.1 Hodekål

Tidligsorter

T1-Jetma



T2-Constable



T3-Parel



T4-Cambria



T5-Tourima



T6-Prestar



T7-Point1



T8-Cape Horn



Høstsorter

H1-Castello



H2-Verdeco



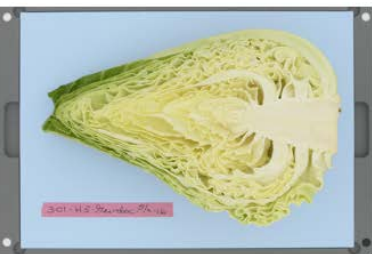
H3-Cambria



H4-Duchman



H5-Murdoc



H6-Integro



H7-GreenRich



H8-Gunma



H9-Cabbice



H10-StorMurdoc



H11-Sunny



H12-Clarissa (savoykål)



Vintersorter

V1-Bartolo



V2-Reaction



V3-Bandolero



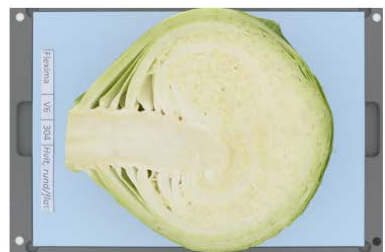
V4-Rodima



V5-Erdeno



V6-Flexima



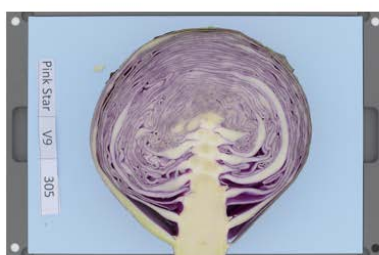
V7-Cambria



V8-Murdoc



V9-Pink Star

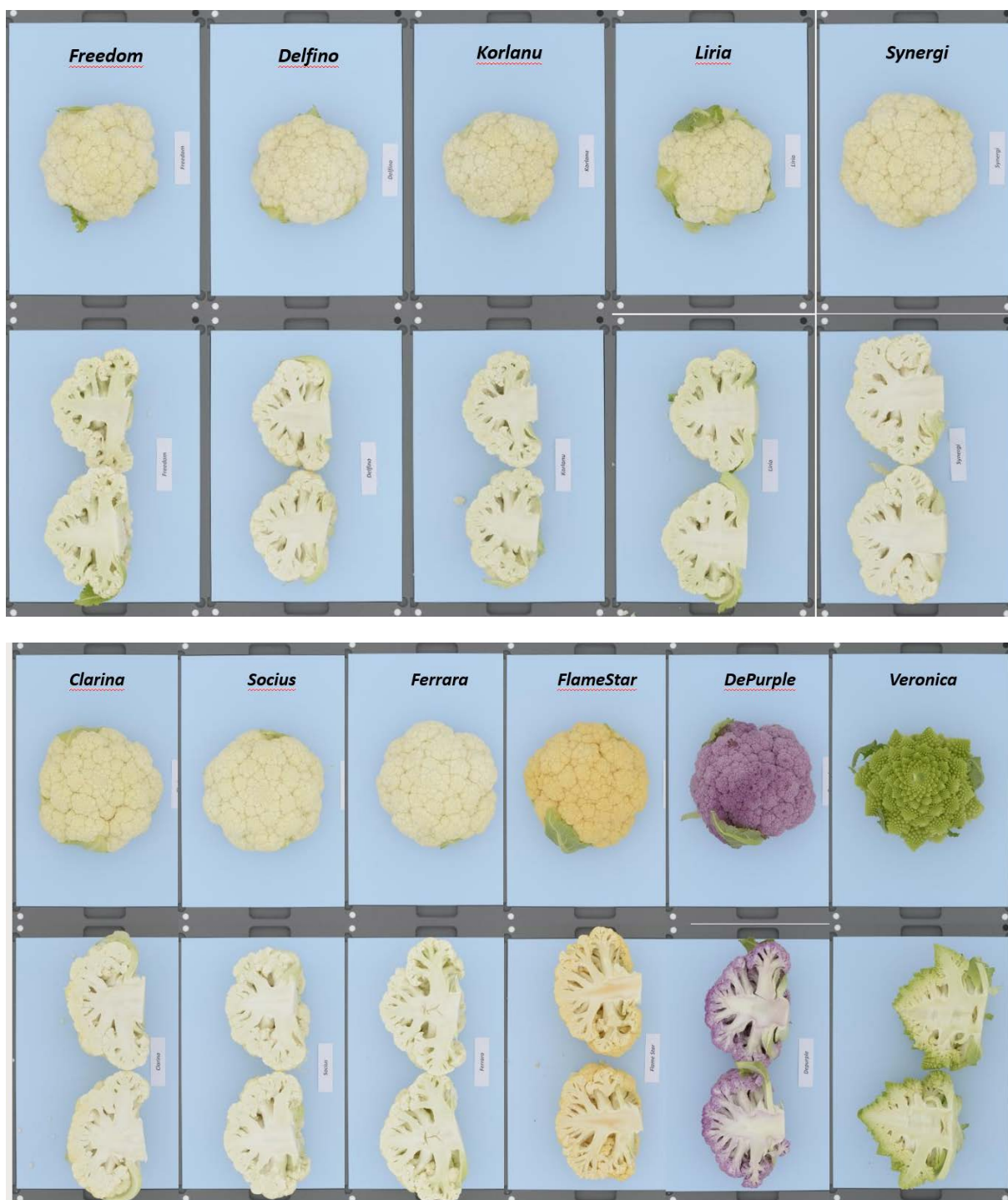


V10-Wirosa

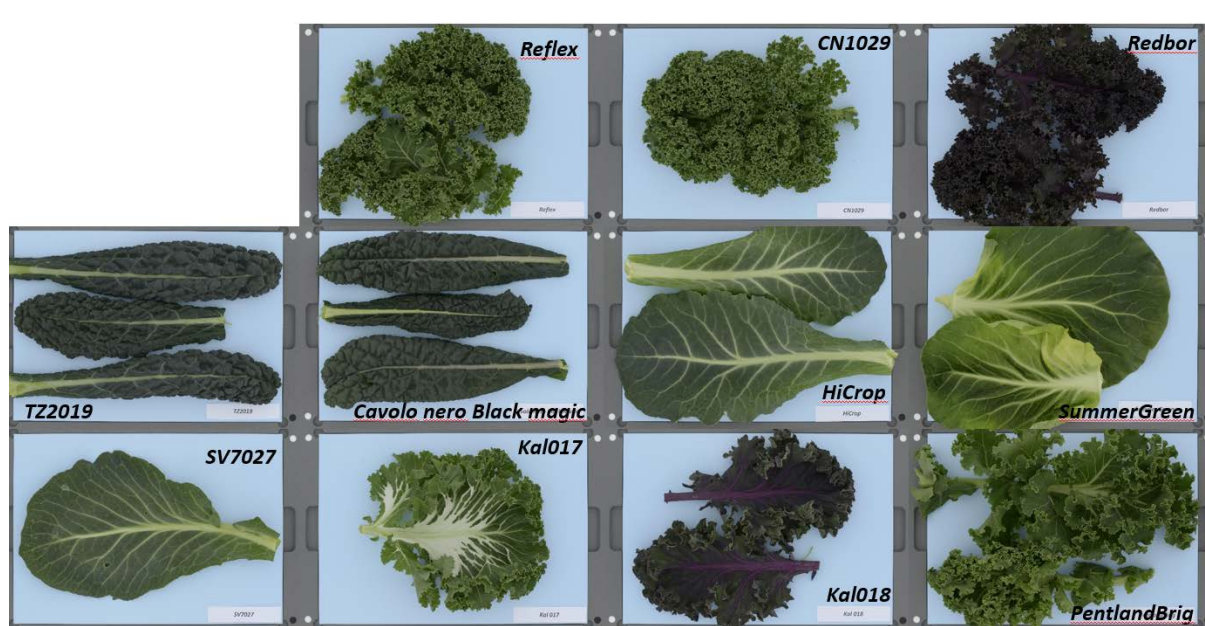


Det finnes også bilder av hele hoder (men ikke for tidligsortene).

9.2.2 Blomkål



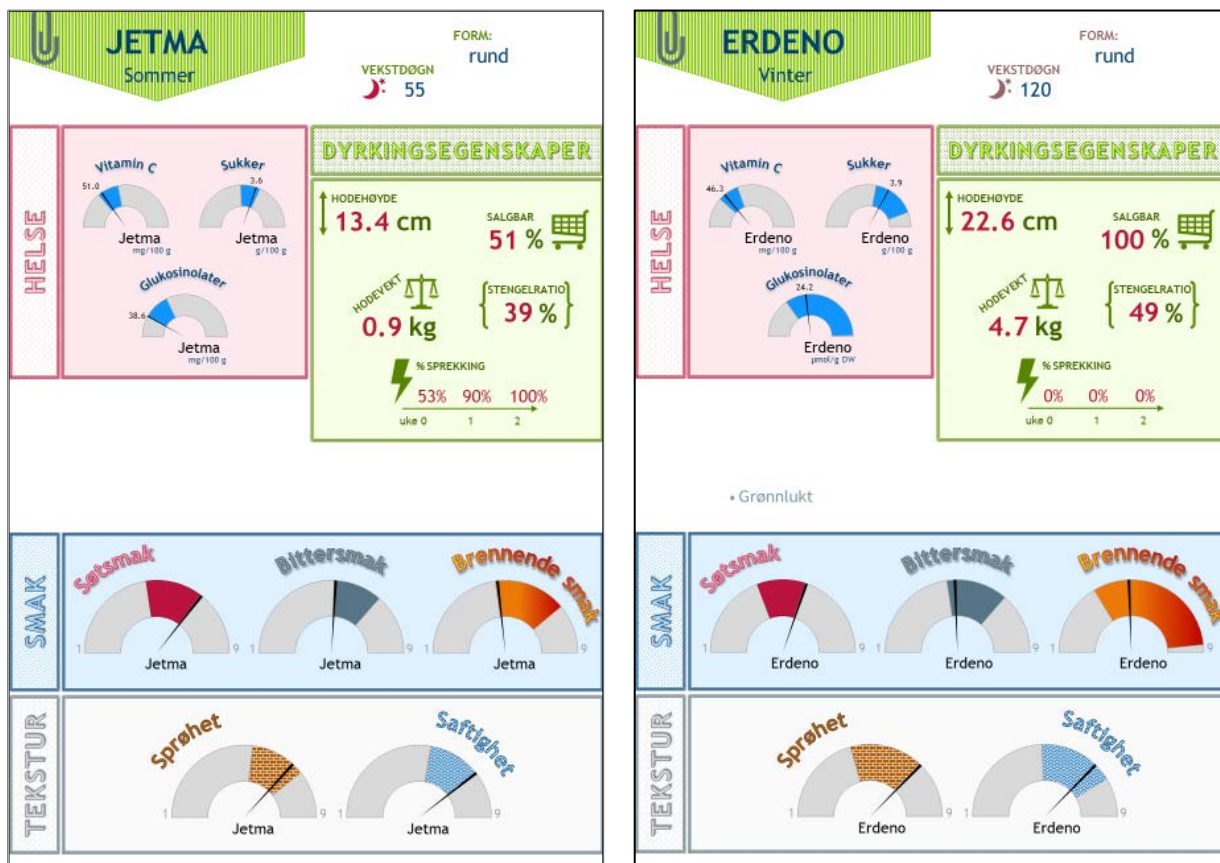
9.2.3 Bladkål



Det ble ikke tatt systematiske bilder av hele planter i vekstfeltet i 2017. Kun noen bilder fra markdagene (lagret på prosjektsiden).

10 Fakta-ark

Som en del av formidlingen av resultater fra sortsforsøkene ble det utformet fakta-ark som enkelt skal gi en oversikt over sortsegenskapene. Nofima utformet fakta-arkene for sortene som ble testet på workshop hos BAMA 19. sept. 2019. Eksempler er vist i Figur 58. Det er ønskelig å endre noen av egenskapene for ytre kvalitet hvis disse arkene skal benyttes videre.



Figur 58 Fakta-ark for sortsegenskaper brukt på workshop 19.9.2019

Notater fra arbeidsgruppemøte januar 2020 om fakta-ark for hodekål:

Positivt at helse, smak og tekstur ble presentert også som informasjon til produsent. Presentasjonsformen på faktaarket ble godt mottatt av gruppa. Det må beskrives at spennet (i farget blått på skalaen) gjelder spennet for alle tidligkålssortene i forsøket. Det kan gis mer utfyllende informasjon. Form beskrives enten som rund eller spiss. Kan den nyanseres mer? Dvs. høyrund, rund til høyrund, med spiss osv. Fint at vekstdøgn er med.

Dyrkingsegenskaper

Hodehøyde, hodevekt og stengelratio er fint at er med. Det bør brukes et bedre ord/forklaring for stengelratio (stengelhøyde i prosent av hodehøyde). Bør det samtidig gis informasjon om (evt. på baksiden) at stengelhøyde er avhengig av vekstforholdene i det enkelte året?

Salgbar avling bør ikke tas med fordi det gir «uheldig» generell informasjon. Forsøket ble ikke designet for optimal salgsværdi. Ved tidligere høsting av f. eks Jetma, ville man oppnådd høyere salgbar avling. Men feltet ble etterstrebet høstet i en eller to omganger pga. at alle sortene skulle til sensoriske tester hos Nofima på samme dag. Da ble f. eks Jetma stående litt lenge (og sprakk litt - kun i ytre blad – men nok til mange hoder ikke ble vurdert som salgbare).

Sprekking bør presenteres på en annen måte, f. eks i skala fra 1-9 (av samme grunn som over).

Indre tetthet bør med (er vurdert etter høsting). Kan presenteres på samme måte som sprøhet? Bør med under dyrkingsegenskaper, hvis den skal presenteres under tekstur, må den skilles ut fordi det vurderingene ikke er gjennomført på samme måte.

Plantevekst er en interessant opplysning for produsent. Den sier noe om hvilken ramme/omfang sorten har, dvs. hvor stor del av jorda som dekkes av bladverk.

Plantehøyde er også en interessant egenskap for produsent, sier noe om avstand fra bakken til snittet med kniven skal tas, dvs. hvor lett sorten er å skjære. Denne er vurdert og bør med.

Jamnhet bør med.

Bilder av sorten: Bildet av hver enkelt sort vil vise i praksis farge, indre struktur, form og stengelratio. Bør være med.

11 Produktdifferensiering

11.1 Sorter og deres egnethet for ulike bruksområder – resultater fra workshop

I prosjektets arbeidspakke 4, som BAMA har hatt ansvar for, har det vært jobbet med temaet produktdifferensiering og bruksområder for ulike sorter kål i industriell skala. Sortenes egenskaper som smak, farge, tekstur og synlig kvalitet før og etter tilberedning vil være styrende for valg av sort til ulike bruksområder. Helsemessige egenskaper bør også vektlegges ved valg av spesifikke sorter som skal benyttes i industriell bearbeiding og salg til forbruker.

Det har vært gjennomført en workshop / kjøkkendag hos BAMA 19. sept 2019, der BAMA tilberedte ulike retter med utvalgte sorter hodekål og bladkål fra prosjektet som prosjektdeltakere fikk se og smake på rett etter tilberedning.



Bilde 8 Deltakere på Workshop hos BAMA 19. sept 2019. Foto: BAMA

Det var også laget et spørreskjema for individuell bedømmelse. Svarskjema ble utformet av BAMA i samarbeid med Nofima i forkant av workshop. Oppgaven til prosjektdeltakere var å vurdere egnethet for ulike sorter ut fra sin egen bedømmelse av smak, lukt, tekstur og farge. Det var ingen trening i oppgaven før den ble utført. Kommentarer ble også gitt skriftlig på skjemaet. Undersøkelsen ble utført individuelt, og svarskjema ble samlet inn og sammenstilt av BAMA (v/Siri B. Norenberg).

Denne bedømmelsen var altså ingen vitenskapelig undersøkelse. Antall deltakere i undersøkelsen: Ca 18 personer. En oversikt over resultatene er gitt i tabellene nedenfor.

Tidligkål: (Gule felter markerer høyeste score for hhv rå og varmebehandlet)

Kålsort	Tilberedning	Egnethet i forhold til tilberedningsmetode (1 svært dårlig egnet - 5 meget godt egnet)	Assosiasjoner til bruksområde	Smaks assosiasjoner (her lurer vi på om du finner andre smaker enn den opplagte kålsmaken)	Rangering opp mot hverandre innenfor kategorien? (1 minst egnet - 5 best egnet)
Jetma	Rå	4.3	Må være godt egnet til mye, salatmix, kan brukes som salat, colslow,	Søt, rik god smak, frisk, lite ettersmak, mariekjeks, mild reddik, nøttesmak,	4.11
Jetma	Smørdampet	4.5	middag med kjøtt, smørdampes, stuing, grill	smakte nydelig, mild og rund, "ren" smak,	4.13
Constable	Rå	3.5	salat, fermentering	Litt jordsmak, den har kraftigere lukt enn smak, kjeller, reddik, bitter, lang ettersmak	1.88
Constable	Smørdampet	3.5	Siderett til hvit fisk, suppe/lapskaus,	Bitter, besk, kjeller	2.11
Parel	Rå	3.9	middag med kjøtt, råkostsalat	Sprø og saftig, lite brennende smak, kålrotsmak, syrlig sennep, mye saft i bladene, gummilukt	3.57
Parel	Smørdampet	3.9	Lage purée	gummitoner	3.56
Tourima	Rå	3.3	asiatisk wokblending, middag med kjøtt, wraps, salat	Sennep, wasabi/pepperrot, pepper, Litt blåbær/tyttebær assosiasjoner, mur, kjeller, høy	2.13
Tourima	Smørdampet	4.1	Wok	litt kjellersmak, flat emmen smak	2.78
Cape Horn	Rå	4.5	Salat, wok, råkost	Søt, litt nøytral, mild kålrotsmak	3.44
Cape Horn	Smørdampet	4.1	middag med kjøtt, fiskekaker, egnert seg til barn, grill	nøytral kålsmak, ble merkbart søtere ved varmebehandling, kjeller, gress, emmen smak	3.40

Kommentarer:

- Kan jord og kjellersmaken komme av at den er lagret? Dette gjelder Constable og Tourima
- Det er stor variasjon i smaken på de rå bitene, mindre variasjon når de smørdampes.
- Tourima hadde mest smak når den ble smørdampet
- Noen av deltagerne foreslår at det kan ha skjedd en kjemisk reaksjon mellom noen av bitterstoffene som gjorde noe med smørsmaken, det kan ha fremhevet smaken av kokt melk.

Industrikål: (Gule felter markerer høyeste score for hhv rå og varmebehandlet)

Kålsort	Tilberedning	Egnethet i forhold til tilberedningsmetode (1 svært dårlig egnet - 5 meget godt egnet)	Assosiasjoner til bruksområde	Smaks assosiasjoner (her lurer vi på om du finner andre smaker enn den opplagte kålsmaken)	Rangering opp mot hverandre innenfor kategorien? (1 minst egnet - 5 best egnet)
Duchman	Rå	3.3	Råkost, salat, taco	litt bitter, eple, syrlig,	3.60
Duchman	Wok	3.8	asia wok, kinesiske vårruller	mild men smaksrik,	3.80
Murdoc	Rå	3.9	wraps, salat, sommerrull,	veldig mild, lite bitter, blomst, mild kålrot	3.60
Murdoc	Wok	3.9	ramen, suppe, laks, gryteretter,	vårruller, østen, søtt, toast, noe nøtter	3.58
Gunma	Rå	3.7	burger, sylting, fermentering	mild reddik, litt kjeller, litt brennende ettersmak	3.20
Gunma	Wok	3.8	kålrulletter, wraps, lasagneplater,	litt nøttesmak, mild og rund	4.00
Cabbice	Rå	4.3	salat, tacolefse, surkål,	søt, mild, blomsterlukt, kjellersmak, sauerkraut	4.08
Cabbice	Wok	4.1	lasagneplater, wrapsomslag, kålrullader	søt, saftigsyrlig, gress, umami, frisk	4.00

Kommentarer:

- Mange gode sorter, relativt store forskjeller mellom sortene.
- Cabbice og Murdoc er favoritter
- Overraskende lite bitterstoffer
- Denne gruppen kål kan kategoriseres som "salat kål", MEN tidligkål egner seg bedre enn denne gruppen som salat?

Rødkål: (Gule felter markerer høyeste score for hhv rå og varmebehandlet)

Kålsort	Tilberedning	Egnethet i forhold til tilberedningsmetode (1 svært dårlig egnet - 5 meget godt egnet)	Assosiasjoner til bruksområde	Smaks assosiasjoner (her lurer vi på om du finner andre smaker enn den opplagte kålsmaken)	Rangering opp mot hverandre innenfor kategorien? (1 minst egnet - 5 best egnet)
Bandolero	Rå	3.57	Asiatiske wokblandinger, til sushi istedenfor rettich, salat, wok, vilt, taco, wraps, sylting	Mest smak, karse, enebær, reddik, sterk sennep, kålrot wasabi	3.58
Bandolero	Rødkål/Julekål	4.33	snacks, salat	brød, smør	4.00
Rodima	Rå	3.29	råkost, syltet, salat, wok, grill	Flott farge, svovel, kraftig kålrot, søt, bitter, sterk sennep, wasabi	3.55
Rodima	Rødkål/Julekål	4.67	Julemat, and, pulled pork,	syrlig frisk, bær, smør, krydder, karamell	4.46
Integro	Rå	3.79	milde retter, kalkun	Litt jord, kjeller, kålrot, skarp, bitter, reddik, sennep, svovel	4.00
Integro	Rødkål/Julekål	4.27	Svineribbe	brun på farge, syrlig, smør	3.92

Kommentarer:

- Alle rødkålene var gode (på smak)
- Overrasket over fargeforskjeller når de kokes og relativt store smaksforskjeller

Fårikål: (Gule felter markerer høyeste score for hhv rå og varmebehandlet)

Kålsort	Tilberedning	Egnethet i forhold til tilberedningsmetode (1 svært dårlig egnet - 5 meget godt egnet)	Assosiasjoner til bruksområde	Smaks assosiasjoner (her lurer vi på om du finner andre smaker enn den opplagte kålsmaken)	Rangering opp mot hverandre innenfor kategorien? (1 minst egnet - 5 best egnet)
Castello	Rå	4.00	Salat, wok	blomsterlukt, gress, blomstersmak, søt, ganske mild, noe bitter ettersmak (positivt), kålrot	3.14
Castello	Fårikål	3.50		brun, svovel i bismak,	3.8
Cambria	Rå	3.57	Salat, wok	litt kjeller, jord, kapers,	3.14
Cambria	Fårikål	3.08		aromatisk, søt, høy, besk	3.3
Bartolo	Rå	3.21	salat, wok, grill,	gress, jord, litt kjeller, søt, rabarbra, løvetann	2.14
Bartolo	Fårikål	4.42		Søt, syrlig, holdt tekturen,	4.3
Reaction	Rå	3.23	litt spicy salat, wok	Syrlig, frisk lukt, juicy, frisk smak, svovel, honning, sitronkaramell, såpesmak	2.71
Reaction	Fårikål	3.25		Honning, krydder, røstet,	2.4
Erdeno	Rå	3.31	Kålmix til salat sammen med flere hodekål	blomsterlukt, juicy, agurk, søt, svovel, gress, støv	2.86
Erdeno	Fårikål	2.82		lite smak, søt, tam	2.2

Kommentarer:

- Nils Steen og Harald Osa vurderer å gjøre et forsøk til får å se om det blir et likt resultat (tilleggskommentar: dette ble utført av Nils Steen)

Bladkål: Det var kun 4 sorter bladkål som ble levert fra Vang Gård som som ble med i testen (mange andre sorter ble levert til Workshop, men som ikke var kartlagt som sorter i KålSmak-prosjektet). (Gule felter markerer høyeste score for hhv rå og varmebehandlet)

Kålsort	Tilberedning	Egnethet i forhold til tilberedningsmetode (1 svært dårlig egnet - 5 meget godt egnet)	Assosiasjoner til bruksområde	Smaks assosiasjoner (her lurer vi på om du finner andre smaker enn den opplagte kålsmaken)	Rangering opp mot hverandre innenfor kategorien? (1 minst egnet - 5 best egnet)
Redbor	Rå med dressing	3.08		gress, lite bitter	2.33
Redbor	Wok	2.9			3.33
Kal 018	Rå med dressing	3.18		blomster, litt fruktig	2.33
Kal 018	Wok	2.8			3.33
Reflex	Rå med dressing	3.58		gress, sukkerert,	4
Reflex	Wok	2.91		Fin sødme,	2.67
CN 1029	Rå med dressing	3.5		gress, sukkerert,	3
CN 1029	Wok	2.1			2.33

Kommentarer:

- Dressing gjorde susen på grønnkålen, hevet konsistens og smak betraktelig
- Den varmebehandlede grønnkålen var vanskelig å tygge
- Tips: StampPot er en rett fra Nederland av poteter og grønnkål 50/50 kokes og stappes.
- Tips: Grønnkål + seterrømme = godt!