



**LANDSKAPSARKITEKTUR**  
**TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP**  
Rapportserie



# Använd hela växten-

nya processade produkter från kålväxter

## Tillväxt Trädgård

**Marie Olsson, Lovisa Eliasson, Klara Löfkvist**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

**Rapport 2019:2**  
ISBN 978-91-576-8961-0  
Alnarp 2019





**LANDSKAPSARKITEKTUR**  
**TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP**  
Rapportserie

# Använd hela växten-

nya processade produkter från kålväxter

## Tillväxt Trädgård

**Marie Olsson<sup>1</sup>, Lovisa Eliasson<sup>2</sup>, Klara Löfkvist<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institutionen för växtförädling, SLU Alnarp

<sup>2</sup> RISE, Jordbruk och livsmedel

---

### Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringen. Större parter är SLU, LRF Trädgård och flera Hushållningssällskap. Andra parter är Cascada, Grön Kompetens, Lovang Lantbrukskonsult och Virgo Grön Konsult. Projektet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.  
[www.tillvaxttradgard.se](http://www.tillvaxttradgard.se)





# Innehållsförteckning

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sammanfattning                                                                                | 5  |
| Abstract (eng.)                                                                               | 6  |
| Introduktion                                                                                  | 7  |
| Frukt & grönt och hälsa                                                                       | 7  |
| Matvanor och kostrekommendationer i Sverige                                                   | 7  |
| Kålväxter                                                                                     | 8  |
| Odling och skörd av kålväxter                                                                 | 9  |
| Nya vegetariska produkter                                                                     | 10 |
| Processmetoder och nya produkter                                                              | 11 |
| Målsättning                                                                                   | 11 |
| Material och Metoder                                                                          | 12 |
| Översikt                                                                                      | 12 |
| Insamling av sidoströmmar på fält samt påverkan<br>på odlingsmetodik                          | 13 |
| Processförsök                                                                                 | 13 |
| Pulver av broccoliblad samt av grönkålsstam                                                   | 14 |
| Snacks från torkad broccolipuré                                                               | 14 |
| Undersökning av produkttegenskaper                                                            | 15 |
| Analys av vitamin C, karotenoider och glukosinolater<br>i råmaterial och processade produkter | 15 |
| Resultat och diskussion                                                                       | 16 |
| Påverkan på odlings- och skördemetodik                                                        | 16 |
| Normala skörderutiner och merskörd                                                            | 16 |
| Broccoli                                                                                      | 16 |
| Vitkål                                                                                        | 17 |
| Grönkål                                                                                       | 17 |
| Utvärdering av råmaterial till process                                                        | 17 |
| Bedömning av råmaterial och lämplighet för olika produkter                                    | 17 |
| Vattenhalten hos råmaterialet                                                                 | 19 |
| Utvärdering av produkttegenskaper efter process                                               | 19 |
| Vattenhalt och vattenaktivitet                                                                | 19 |
| Partikelstorlek och löslighet                                                                 | 19 |
| Färgmätning och förenklad sensorisk beskrivning                                               | 21 |
| Torkad puré/snacks                                                                            | 23 |
| Analys av näringsämnen och bioaktiva ämnen efter process                                      | 24 |
| Innehåll av vitamin C efter process                                                           | 24 |
| Innehåll av karotenoider efter process                                                        | 25 |
| Innehåll av glukosinolater efter process                                                      | 25 |
| Sammanfattande diskussion och slutsatser                                                      | 25 |
| Referenser                                                                                    | 28 |



## Sammanfattning

En diet som är rik på frukt, bär och grönsaker rekommenderas internationellt från olika länders myndigheter. Medelkonsumenten i Sverige intar ca 140 gram för lite per dag jämfört med Livsmedelsverkets rekommendationer, men då är inte matsvinnet borträknat. Många konsumenter upplever det svårt att ändra kostvanor. Ett enklare sätt att öka intaget av frukt och grönsaker kan vara att använda dessa som ingredienser i andra livsmedel.

En betydande andel av de odlade trädgårdsprodukterna ämnade som livsmedel lämnas idag på fält eller rensas bort innan försäljning. Delar av detta skulle kunna användas till livsmedel. Hos flera av kålväxterna lämnas idag största delen av plantan på fältet, och en del går dessutom förlorat i rensning av produkterna. Det ökande intresset för att äta mer vegetariskt har medfört en växande marknad för nya innovativa vegetariska produkter, och sidoströmmar från de kålväxter som odlas idag skulle kunna utgöra en ny råvara i olika livsmedelsprodukter. Omvandling av sidoströmmar från kålväxter till nya produkter skulle leda till bättre resursutnyttjande genom att producera större mängd livsmedel på dessa arealer, vilket skulle bidra positivt till en ökad självförsörjningsgrad.

Denna studie syftade till att undersöka möjligheterna att använda sidoströmmar (stam, blad, buketter) från kålväxter (broccoli, grönkål, vitkål) för framställning av nya torkade produkter. Kontakter med odlarna i projektet visade att de såg positivt på möjligheterna att på ett rationellt sätt och med god ekonomi skörda vissa delar av plantorna som idag inte skördas. Vid val av processmetoder beaktades tidigare forskning om processeffekter på innehåll av näringsämnen och bioaktiva ämnen. Utvärdering av produkttegenskaper i de torkade produkterna visade att torkad puré samt pulver från broccoli och grönkål kunde framställas med tillfredställande egenskaper i denna förstudie. Försöken visade att även att slutprodukternas egenskaper (såsom partikelstorlek, löslighet och färg) påverkades genom val av råmaterial och processmetod, vilket skulle kunna användas för att ta fram ingredienser för olika applikationer. Generellt sett så bevarades de undersökta näringsämnena och bioaktiva ämnen väl under processtegen.

Sammanfattningsvis skulle omvandling av sidoströmmar från kålväxter till nya produkter kunna leda till ekonomiska fördelar genom ökad lönsamhet för odlarna, hälsofördelar genom ökad konsumtion av vegetabilier och miljö- och klimatfördelar genom bättre resursutnyttjande.

## **Abstract**

A diet rich in fruits, berries and vegetables is recommended internationally from different countries' authorities. The average consumer in Sweden, however, consumes about 140 grams too low amount each day compared to the Swedish Food Agency's recommendations, though the food waste is not considered. Many consumers find it difficult to change dietary habits. An easier way to increase the intake of fruits and vegetables may be to use these as ingredients in other foods.

A significant proportion of the cultivated edible horticultural products is left on the field today, or is discarded before sale. Some parts of this could be used as food. Today much of the cabbage plant is left on the field, and in some cases only a minor part of the plant is harvested, and some is also lost in the cleaning of the products. The growing interest in eating more vegetarian food has led to a growing market for new innovative vegetarian products, and side streams from cabbage plants could constitute a new raw material in various food products. Conversion of side streams from the cabbage plants that are cultivated today into new products would lead to better resource utilization by increasing the amount of food produced in these acreages, which would contribute positively to an increase in the degree of self-sufficiency.

This study aimed at investigating the possibilities of using side streams (stem, leaf, florets) from cabbage plants (broccoli, cauliflower, cabbage) for the production of new dried products. Contacts with the growers in the project showed that they considered the prospects of harvesting the side streams in a rational way and with good economy as good. In selecting process methods, previous research of process effects on nutrients and bioactive substances was considered. Evaluation of product characteristics in the dried products showed that dried purée and powder from broccoli and green cabbage could be produced with satisfactory properties in this preliminary study. The experiments also showed that the properties of the end products (such as particle size, solubility and color) were influenced by choice of raw materials and process method, which could be used to produce ingredients for different applications. Generally, the studied nutrients and bioactive substances were well maintained during the process steps.

In summary, conversion of side streams from cabbage plants to new products could lead to economic benefits through increased profitability for growers, health benefits through increased consumption of vegetables, and environmental and climate benefits through better resource utilization efficacy.



## INTRODUKTION

### Frukt & grönt och hälsa

En diet som är rik på frukt, bär och grönsaker rekommenderas internationellt från olika länders myndigheter. Forskare inom området är samstämmiga om att en diet rik på frukt, bär och grönsaker minskar risken för flera allvarliga sjukdomar. FDA (Food and Drug Administration; USA:s livsmedels- och läkemedelsmyndighet) rekommenderar intag av grönsaker bl.a. för att öka intag av fiber, som reducerar risk för hjärtkärlsjukdomar samt hjälper till att kontrollera och hålla jämn blodsockerhalt. De rekommenderar bl.a. gröna grönsaker för att få i sig kalcium och järn och vidare broccoli samt brysselkål för att öka intaget av vitamin C *“Eat at least 4.5 cups of fruits and vegetables a day, including a variety of dark-green, red, and orange vegetables, beans, and peas.”* (FDA, 2018)

I Norden gjordes 2012 en genomgång av vetenskaplig litteratur rörande kost och hälsa, vilket resulterade i nya Nordiska näringsrekommendationer. Slutsatser från denna genomgång var bl.a.:

*”Vegetabiliska livsmedel som grönsaker, frukt och bär, nötter och frön samt spannmålsprodukter av fullkorn är rika på kostfiber, mikronäringsämnen och potentiellt bioaktiva ämnen. Det finns starka vetenskapliga belägg för att naturligt fiberrika vegetabiliska livsmedel bidrar till att minska risken för sjukdomar som till exempel högt blodtryck, hjärt- och kärlsjukdomar, typ-2 diabetes och vissa former av cancer. Den låga energitätheten och de fysikalisk-kemiska egenskaperna för de flesta vegetabiliska livsmedel kan bidra till viktbalans. Eftersom fetma och hög andel kroppsfett är välkända riskfaktorer för de flesta kroniska sjukdomar, inklusive flera typer av cancer, kan kost med låg energitäthet även hjälpa till att skydda mot merparten av de kroniska sjukdomarna”*

(NNR, 2012)

### Matvanor och kostrekommendationer i Sverige

Att myndigheter utfärdar kostrekommendationer och råd om en hälsosam livsstil är en sak, men i vilken utsträckning följer svenska konsumenter dessa råd? Vad som är känt om matvanor i Sverige under senare år baseras främst på Livsmedelsverkets matvaneundersökning Riksmaten 2010-11 (Livsmedelsverket, 2012) samt Jordbruksverkets statistik (Jordbruksverket, 2013, 2015).

Livsmedelsverket rekommenderar ett dagligt intag av frukt & grönt på 500 gram för vuxna, och 400 gram för barn 4 till 10 år (Livsmedelsverket, 2018b). Riksmaten från år 2010-11 visade att knappt 17 procent av deltagarna åt enligt rådet (här inkluderat 1 dl juice per dag). Totalt intag för kvinnor samt män av frukt och grönt (inklusive 1 dl juice) per dag var i medel 339 gram (kvinnor totalt 362 g per dag, män 311 gram per dag). Variationen i intag var dock mycket stor mellan deltagarna, från 45-55 gram per dag totalt i den grupp som åt minst (18-30 år, kvinnor och män, percentil 5), och till ca 700 gram per dag i den grupp som åt mest (kvinnor och män 45-64 år + kvinnor 65-80 år, percentil 95) (Livsmedelsverket, 2012). Av

männen uppgav ungefär hälften att de inte åt grönsaker dagligen (Eneroth et al., 2014). Senare statistik visar att konsumtionen har ökat (Jordbruksverket, 2015). Här är dock hushållens svinn inte borträknat.

Enligt kostrekommendationer bör intaget av frukt och grönsaker alltså öka, men konsumtionen i Sverige ligger fortfarande på en låg nivå för många svenska konsumenter. Den genomsnittliga konsumtionen av grönsaker var omkring 160 gram per dag och för frukt ca 200 gram per dag (Jordbruksverket, 2015), dvs. ca 140 gram för lite per dag för medelkonsumenten jämfört med Livsmedelsverkets rekommendationer. Många konsumenter upplever det svårt att ändra kostvanor bl. a. för att man inte vill avstå från mat man tycker om (Sepp et al., 2004). Därför skulle ett enklare sätt att öka intaget av frukt och grönsaker kunna vara genom att använda dessa som ingredienser i andra livsmedel (t.ex. bageriprodukter, soppor, müsli, smoothies, pasta). Forskning har visat att det inte går att ersätta frukt och grönsaker med supplement, som tabletter eller dylikt, för att erhålla samma hälsofördelar (Bjelakovic et al., 2012). Grönsaker skulle istället kunna blandas in som funktionella ingredienser i andra livsmedel och därmed utgöra ett attraktivt alternativ för att öka den totala konsumtionen av grönsaker.

## **Kålväxter**

Kålväxter, lök, baljväxter och rotfrukter har lyfts fram i Nordiska näringsrekommendationer som särskilt betydelsefulla för bra matvanor (Brugård Konde et al., 2015). Kålväxter innehåller värdefulla näringsämnen, som vitamin C, vitamin K, vitamin A (pro-vitamin A) och folat (Livsmedelsverket, 2016a), samt bioaktiva ämnen. Högre konsumtion av kålväxter har i epidemiologiska undersökningar visats medföra lägre risk för vissa cancersjukdomar, liksom hjärtkärlsjukdomar (Verhoeven et al., 1996; Beliveau and Gringras, 2007; Higdon et al., 2007; Zhang et al., 2011). Kålväxter innehåller dessutom olika funktionella grupper, såsom fibrer vilka kan användas som värdefulla ingredienser i andra livsmedelsprodukter efter lämplig process. Fibrer räknas till de kostkomponenter för vilka ett ökat intag rekommenderas, eftersom det ger mättnadskänsla, sänker blodfettnivåerna, minskar risk för hjärtkärlsjukdom, samt bidrar till en bra tarmfunktion (Liu et al., 2002; Mozaffarian et al., 2003; Livsmedelsverket, 2016b).

Glukosinolater är den grupp ämnen som framför allt har pekats ut som anticarcinogent i kålväxter, och många undersökningar stöder att denna ämnesgrupp har en aktiv roll (Hayes et al., 2008). Ämnet glukorafanin har speciellt ansetts ha en anticarcinogen effekt, vilken utövas genom en nedbrytningsprodukt; sulforafan (Lampe, 2009). När växtvävnaden sönderdelas t.ex. vid tuggning eller hackning, så frigörs enzymet myrosinas som omvandlar glukorafanin till sulforafan. Epidemiologiska undersökningar av människors matvanor och risk för att utveckla cancer stöder att kålväxter minskar risken för vissa cancerformer (Forman et al., 2006). Att nedbrytningsprodukter av glukosinolater har en skyddande roll mot cancer i lungor, prostata, bukspottskörtel och tjocktarm har visats i en rad djurstudier (Herr et al., 2010). Glukosinolater har även påvisats minska risk för hjärtkärlsjukdomar, och även här anses nedbrytningsprodukter av glukosinolater; isotiocyanater, särskilt sulforafan, spela en aktiv roll. Sulforafan anses påverka detoxifieringssystem som ingår i cellers försvarssystem. Detta

ämne anses vidare verka anti-inflammatoriskt, vilket motverkar skadliga inflammatoriska processer som kan bidra till hjärtkärlsjukdom (Vazquez-Prieto and Miatello, 2010).

Kålväxter har odlats länge i Sverige, och har traditionellt varit ett viktigt inslag i kosthållningen, inte minst som en källa till vitamin C under större delen av året. Under medeltiden och framåt har det varit vanligt med odling i s.k. kålgårdar både i stad/by och på landsbygden, och i dessa kålgårdar odlades köksväxter, där olika kålväxter verkar ha varit de viktigaste odlingsväxterna (Söderström, 2001; Larsson, 2014; Hallgren, 2016). Även mycket tidigare finns det belagt att kål har ingått i kosthållningen; odlad kål (*Brassica oleracea* L.) har hittats i arkeobotaniskt material från 300-talet och framåt (Heimdahl, 2014). Kålväxter är mycket lämpade för de svenska odlingsförhållandena, och kan även i framtiden spela en viktig roll i kosten året runt, särskilt som den svenska självförsörjningsgraden förväntas öka.

## Odling och skörd av kålväxter

En betydande andel av de odlade trädgårdsprodukterna lämnas idag på fält eller rensas bort innan försäljning, vilket leder till att svinnet är förhållandevis stort inom primärproduktionen (Strid et al., 2014; Olsson et al., 2015). För ätliga trädgårdsprodukter gäller EU:s handelsnormer (Jordbruksverket, 2018), men det är dessutom vanligt att köpare av produkterna, vanligen grossistföretag, sätter sina egna kvalitetsnormer och produktkrav utöver dessa. Hos flera av kålväxterna lämnas idag största delen av plantan på fältet, och en del går dessutom förlorat i rensning av produkterna.



*Figur 1. Broccoliplantor: endast blombuketterna skördas, och resten motsvarar ca 2/3 av plantan över jord.*

Produktionen av vitkål i Sverige är 16 tusen ton per år och för broccoli 2,6 tusen ton per år (Jordbruksverket, 2014). Grönkålsproduktionen och konsumtionen har traditionellt varit begränsad till tiden runt jul, men under senare år har den funnits tillgänglig som färskvara även under större del av året, beroende på ett ökat intresse för denna näringsrika grönsak. Det finns ingen undersökning över hur mycket av vitkålen som blir kvar på fält, men om vi uppskattar det kvarvarande till 20%, så skulle detta innebära att ca 3 tusen ton råvara fanns tillgänglig för processning. För broccoli är det vanligt att en viss specificerad vikt på produkten efterfrågas, vilket leder till ett större produktionsbortfall på fältet genom att en del brocolihuvud är av fel storlek. Dessutom lämnas stam- och bladdelar kvar på fältet, som totalt uppskattas till att utgöra 2/3 av plantan (Fig. 1). För broccoli, om 2/3 lämnas kvar

på fältet, skulle motsvarande värde bli uppskattningsvis ca 3 tusen ton råvara om nedre del av stock och blad fortfarande lämnas kvar.

Om en större andel av de delar som idag lämnas kvar på fält istället tas tillvara, så utgör de en värdefull resurs, som kan omvandlas till nya livsmedelsingredienser och -produkter vilket skulle kunna resultera i en ökad lönsamhet för odlarna. För att få lönsamhet i produktionen är det dock viktigt att även utvärdera vad ett ändrat resursutnyttjande får för praktiska konsekvenser för producenterna i form av ökade skörd- och hanteringstider och vilka praktiska odlingslösningar som behöver justeras.

Broccoli skördas vid flera tillfällen på samma fält för att få rätt storlek på huvudena, men de som inte når fullgod storlek och därmed är för små, eller hunnit bli för stora samt felaktiga huvuden skördas inte, utan lämnas kvar på fältet och plöjs sedan ner. Dessutom lämnas en del av stocken liksom bladen kvar, och liknande förhållanden gäller för grönkål, där nedre delen av plantan lämnas kvar och viss rensning sker av bladen. För vitkål lämnas också betydande del kvar på fältet, i form av stock och bortrensade blad.

## Nya vegetariska produkter

Under de senaste åren har intresset för vegetariska produkter ökat mycket kraftigt, och begreppet *flexitarian*, dvs. en person som äter vegetarisk mat men inte avstår från att äta kött eller fisk, har etablerats. En nyligen utförd undersökning av Axfood, via Sifo:s webbpanel och omfattande 1177 personer, visade att andel vegetarianer i Sverige låg oförändrat kvar på ca 6 % av befolkningen, men andelen som äter vegetarisk mat minst en gång i veckan låg på 40 %, och antal vegetariska måltider per vecka har ökat. Vidare avser ungefär var fjärde person minska sitt köttätande under det kommande året (Axfood, 2018b).

Konsumtionen av färska grönsaker visar en ökande trend, och försäljningen av grönsaker i Sverige har stadigt ökat från 13 218 milj.kr år 2000 till 19 515 milj. kr år 2015 (fasta priser) (SJV, 2017a,b). ICA tror på ett ökande intresse för kål, och särskilt grönkål (ICA, 2018). Under år 2016 var färsk vegetarisk mat det livsmedel som ökade mest i Sverige, med 30 %, och djupfryst vegetarisk mat ökade med 26 % (ETC, 2017). I oktober 2017 hade Axfood ökat sin försäljning av kyld och fryst vegetarisk mat med 32 % (Axfood, 2018a).

Det ökande intresset för att äta mer vegetariskt har medfört en växande marknad för nya innovativa vegetariska produkter. Ingrediensmarknadens värde för produkter baserade på vegetabilier förutses ha en ökande tendens. Det internationella företaget Market and Market, som utför marknadsanalyser, förutspår en årlig tillväxt på 5,8 % av frukt och grönsaksingredienser, och särskilt bitar och pulver (eng. "pieces and powders") har ökat globalt (Markets and Markets, 2018). På den internationella marknaden har nya vegetabiliska produktkategorier tillkommit, som exempelvis "super powders" (pulver som kan användas i t.ex. smoothies) (Whole Foods Market, 2017), "riced vegetables" (beredda grönsaker som ersätter ris), "vegetable flours" (grönsakspulver att använda som mjöl) (FoodNavigator-usa.com, 2018) samt "sneaking in vegetables" (inblandning av grönsaker i olika typer av produkter som t.ex. i pasta) (Global Food Forum, 2018).

## Processmetoder och nya produkter

För framställning av nya kålväxtprodukter av god kvalitet och ett högt innehåll av bioaktiva komponenter är val av lagring, hantering och processmetoder avgörande. Torkning är en vanligt förekommande process för att förlänga hållbarheten hos vegetabilier med högt vatteninnehåll. Torkning reducerar mikrobiell tillväxt, inhiberar enzymatisk aktivitet samt förhindrar andra naturligt förekommande nedbrytningsreaktioner. Dessutom medför torkningsprocessen en möjlighet till produktutveckling. Kvarlämnade buketter, stockar och blad från kålväxter i fält kan ha en udda form eller textur som inte är tilltalande hos konsumenten i sin ursprungliga form, men genom att skapa torkade produkter i t.ex. pulverform (för användning som livsmedelsingrediens) kan nya innovativa produkter tas fram oberoende av startmaterialets utseende. Detta möjliggör en ökad konsumtion av kålväxter samtidigt som växtens delar tillvaratas bättre

Torkning föregås vanligen av tvättning, delning/hackning och blanchering. Blanchering är ett viktigt steg för att reducera mikroorganismer, inaktivera enzymer samt för att påverka cellstrukturen och därigenom påskynda torkningen. Blancheringen spelar även en roll för den torkade slutprodukts textur (Fellows 2000; García-Reverter et al., 1994).

Kålväxters näringsämnen är känsliga för höga temperaturer (Jin et al. 2014; Oliviero et al. 2012), vilket gör att val av både torkningsteknik och processparametrar påverkar hur väl dessa komponenter bevaras. Förutom temperatur påverkas nedbrytningen av faktorer såsom torkningstid, vatteninnehåll, storlek på bitar och typ av matris. Frystorkning är gynnsam för att bevara värmekänsliga komponenter samt för att skapa en porös struktur, men frystorkning är en tidskrävande och kostsam process. Därför är varmluftstorkning vid låga temperaturer den vanligaste torkningstekniken för vegetabilier. Val av startmaterial, processteknik och processparametrar påverkar således den torkade slutprodukts näringsinnehåll (Oliviero et al. 2013), men även produkttegenskaper såsom struktur, smak och bulkdensitet (Krokida & Maroulis, 1997).

## Målsättning

Denna studie syftade till att undersöka möjligheterna att använda sidoströmmar från kålväxter för framställning av nya torkade produkter. Vid val av torkningstemperatur och blancheringsmetod beaktades tidigare forskning av processeffekter på innehåll av näringsämnen och bioaktiva ämnen. De nya produkterna skulle kunna användas som ingrediens i livsmedelsprodukter (t.ex. bageriprodukter, soppor, müsli, smoothies, pasta) både för sitt rika fiberinnehåll samt för kålväxters innehåll av bl.a. vitamin C, glucosinolater och karotenoider. I projektet användes en större del av plantan än man gör idag, men dock inte allt kvarvarande beroende på kvalitets- och livsmedelssäkerhetsskäl, och därför lämnades den nedre delen av plantan kvar.

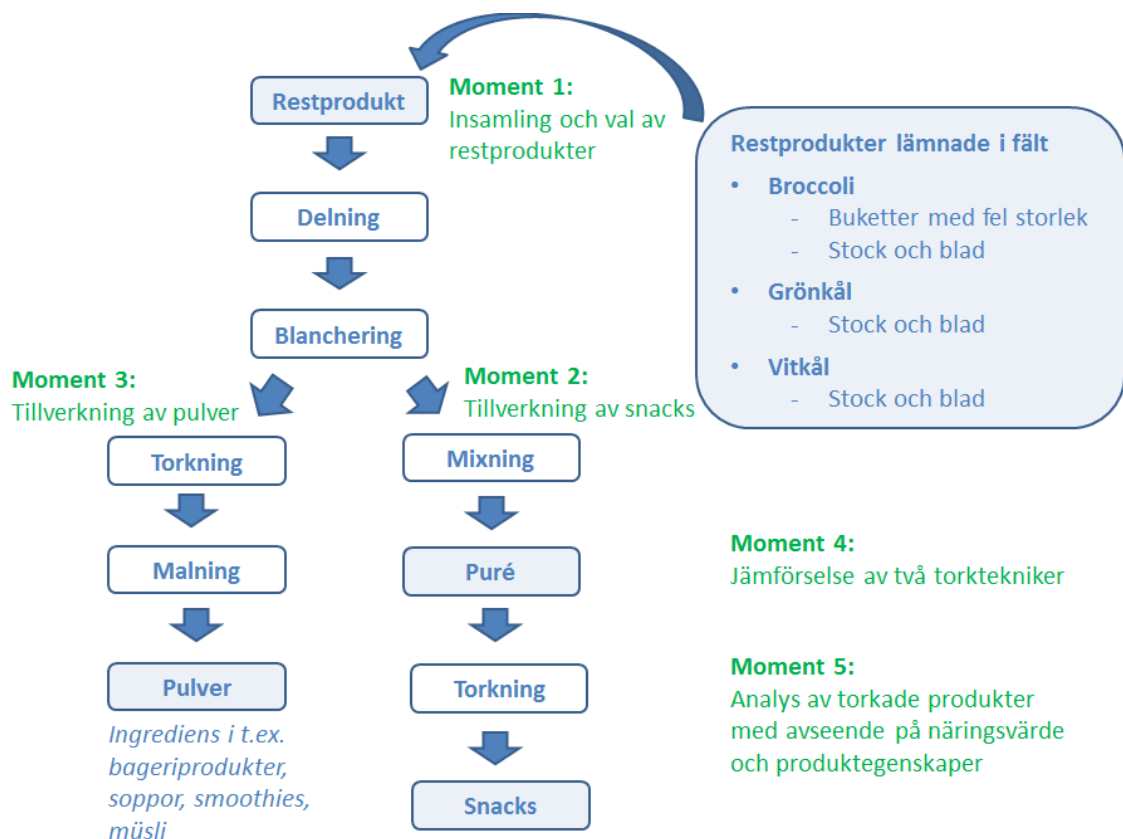
# MATERIAL OCH METODER

## Översikt

Detta projekt undersökte möjligheterna att använda restprodukter/sidoströmmar (stock, blad, buketter) från kålväxter (broccoli, grönkål, vitkål) för framställning av nya torkade produkter. Projektet baserades på fem olika moment (Figur 2). I det första momentet samlades sidoströmmar in för bedömning. Därefter undersöktes effekten av olika tillberedningssätt i de tre efterföljande momenten. Slutligen analyserades de torkade produkterna gällande produkttegenskaper och näringsämnen.

Under processförsöken undersöktes två olika tillberedningssätt; torkning av puré för framställning av snacks samt torkning av bitar för malning till pulver, som sedan skulle kunna användas som ingrediens i olika livsmedelsprodukter.

I studien användes i första hand varmluftstorkning som torkningsteknik. Vid val av torkningstemperatur och blancheringsmetod beaktas tidigare forskning av processeffekter på innehåll av glukosinolater, karotenoider och vitamin C, för att välja en så skonsam metod som möjligt (Volden et al., 2009; Francisco et al., 2010; Munyaka et al., 2010; Mahadevan & Karwe, 2016), och dessa ämnen analyserades i råmaterialet och efter olika processteg. En jämförelse mellan frystorkning och varmluftstorkning inkluderades även för en utvald restprodukt för att undersöka hur näringsinnehåll och produkttegenskaper påverkas genom val av torkteknik.



**Figur 2.** Översikt över studiens processmoment.

## Insamling av sidoströmmar på fält samt påverkan på odlingsmetodik

Under sensommar och hösten 2016 insamlades delar av plantor från kålväxter som hade lämnats kvar efter skörd av broccoli och vitkål. Blad och del av stock av broccoliplantor insamlades hos odlare på Bjäre (Figur 3a), medan blad och del av stock från vitkål insamlades hos odlare i södra Skåne (Figur 3b). De insamlade delarna av dessa kålväxter skars av med kniv på fälten samma dag, eller dagen efter skörden av kålprodukterna. Från grönkålsodlare i Halland erhöles grönkålsstam med delvis kvarvarande blad (Figur 3c), vilket blir kvar som en restprodukt efter skörd och manuell rensning där grönkålsbladen tillvaratas. Restprodukterna förvarades i plastpåsar och transporterades efter insamlandet på fälten till kylrum i Alnarp för transport i kylväskor till Göteborg för processförsök nästföljande dag (broccoli, vitkål), eller transporterades direkt till Göteborg (grönkål).

Påverkan på odlings- och skördemetodik undersöktes genom intervjuer med kålodlare. Odlarna tillfrågades angående om de bedömde det möjligt att samtidigt med de ordinarie produkterna även skörda en del av det som idag lämnas kvar på fält. Grönkålsodlare tillfrågades om resterna efter den manuella rensningen bedömdes vara möjliga att tillvarata till andra produkter.



*Figur 3 a-c. Kvarvarande delar av kålplantor efter skörd, respektive efter manuell rensning (grönkål). Från vänster: broccoli, vitkål och grönkål.*

## Processförsök

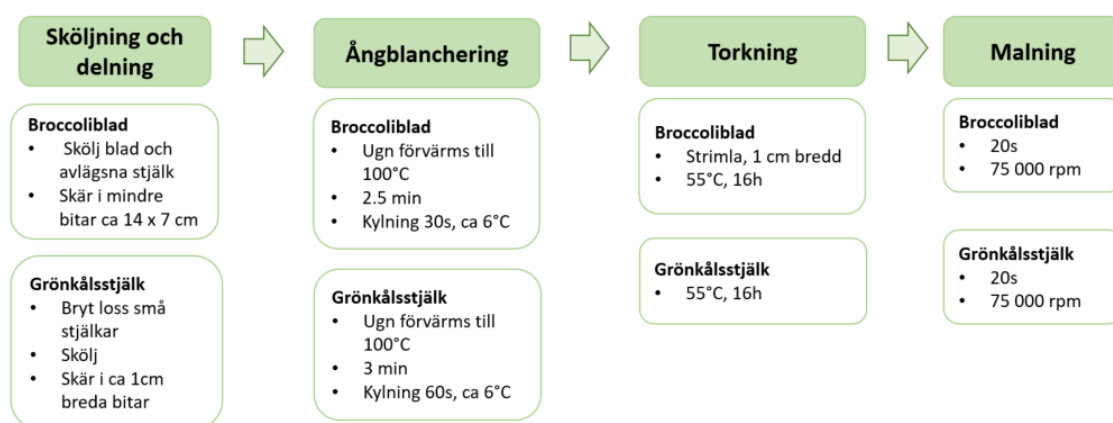
Råmaterialens (insamlade restprodukter från broccoli, vitkål, grönkål) lämplighet för tillverkning av torkade produkter bedömdes genom att testa olika processmetoder. Innan torkning rengjordes råmaterialen genom sköljning i vatten och delades sedan i mindre bitar inför ångblanchering. Därefter torkades produkterna, följt av malning i de fall



pulver togs fram. För den torkade snacksprodukten gjordes istället en sönderdelning innan torkningen. Vattenhalten i råmaterialen bestämdes.

### ***Pulver av brocoliblad samt av grönkålsstjälk***

Pulver framställdes av brocoliblad samt av grönkålsstjälk enligt figur 4 nedan. Brocolibladen avlägsnades från stjälken, sköljdes och skars i mindre bitar. De ångblancherades i 100 °C i 2,5 minuter, kylades vid 6 °C i 30 sekunder och fick rinna av på papper i 3 minuter. Därefter strimlades de och torkades i varmluftsgn i 55 °C i 16 timmar, varefter de maldes i en knivkvarn vid 7500 rpm i 20 sekunder.



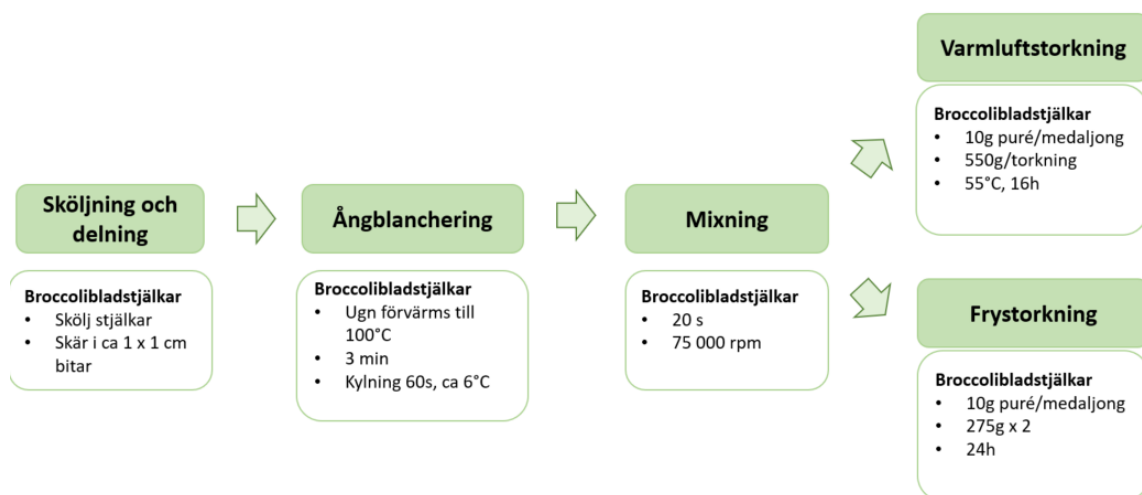
Figur 4. Metodik för framställning av pulver av brocoliblad och grönkålsstjälk.

För framställning av pulver från grönkålsstjälkar bröts små stjälkar loss från huvudstammen, kvarvarande blad avlägsnades, stjälkarna sköljdes och hackades i 1 cm breda bitar. Därefter ångblancherades de i 100 °C i 3 minuter, kylades i 60 sekunder vid 6 °C, och fick rinna av på papper i 3 minuter. Stjälkarna torkades därefter i 55 °C i 16 timmar, och maldes sedan i en knivkvarn vid 7500 rpm i 20 sekunder.

### ***Snacks från torkad brocolipuré***

Stjälkar som avlägsnats från brocoliblad användes för att framställa torkat snacks från brocolipuré (Figur 5 och 6). Inledningsvis sköljdes stjälkarna, och skars därefter i 1 cm kuber. Dessa ångblancherades i 100 °C i 3 minuter, kylades i 1 minut vid 6 °C och fick rinna av på papper i 3 minuter. Därefter mixades de i en knivkvarn vid 7500 rpm i 20 sekunder och torkades antingen med varmluftstorkning (55 °C, 16 timmar) eller med frystorkning (24 timmar) (Figur 5).





Figur 5. Metodik för framställning av snacks från pureade brocolibladstjälkar.

### Undersökning av produkttegenskaper

De framställda produkterna; pulver av brocoliblad samt av grönkålstjälk och snacks av brocolibladstjälkar, undersöktes rörande olika produkttegenskaper och jämfördes även med råmaterialet.

Vattenhalten hos proverna bestämdes i en vakuumugn där provet torkades till konstant vikt och vattenaktiviteten analyserades i en Aqua Lab 4TE från Decagon Device. Partikelstorleksfördelningen hos pulver från brocoliblad och grönkålstjälk bestämdes med siktav storlek 125, 250, 500, 710 och 1250  $\mu\text{m}$ . Pulvrets löslighet i vatten bestämdes med en metod modifierad från Eastman and Moore (1984). Färgen hos råmaterialet, efter blanchering samt i den torkade slutprodukten bestämdes baserat på CIELAB parametrarna  $L^*$  (ljushet),  $a^*$  (grön-röd) och  $b^*$  (blå-gul) som mättes med hjälp av DIGIEYE Imaging System från VeriVide.

En enkel sensorisk utvärdering av de torkade produkterna från brocoliblad, grönkålstjälk samt brocolibladstjälk gjordes av en diskussionspanel bestående av tre otränade personer där utseende, doft/lukt, konsistens/textur samt smak bedömdes.

### Analys av vitamin C, karotenoider och glukosinolater i råmaterial och processade produkter

Prover av råmaterial, olika processteg och produkter av brocoliblad, grönkålstam samt brocolibladstjälk togs i samband med processförsöken i Göteborg. Proven togs i triplikat och omfattade minst 20 gram för varje enskilt prov för de våta proverna och minst 10 gram för varje enskilt prov för de torra proverna. Proverna förvarades i frys och transporterades efter avslutade försök i kyld transport för analys i Alnarp. En mer detaljerad redogörelse för effekter av olika processteg på undersökta näringsämnen och bioaktiva ämnen finns i Olsson et al., 2019.

Analys av totalkarotenoider (innefattande  $\beta$ -karoten samt lutein, som utgjorde den absolut största mängden av karotenoider som var närvarande i proverna) utfördes på HPLC enligt modifierad metod efter Panfili et al, 2004 och Humphries & Khachik, 2003. Alla analyser utfördes på torkat/frystorkat material.

Analys av vitamin C (askorbinsyra och dehydroaskorbinsyra) utfördes med HPLC enligt metod efter (Wimalasiri et al, 1983; Esteve, et al. 1997). I korthet; representativa prover extraheras med 1.5% metafosforsyra. Proven reduceras med ditiotreitol som överför dehydroaskorbinsyra till askorbinsyra. Totalmängden askorbinsyra analyseras därefter med HPLC-DAD.

Analys av glukosinolater utfördes enligt modifierad metod efter (Maldini et al, 2012). I korthet; representativa prover frystorkades och maldes ( $\leq 0.5\text{mm}$ ), extraherades med 70 % metanol vid 70° C under 60 min. Proven kylde ned och centrifugerades. Del av supernatanten indunstades till torrhet med hjälp av  $\text{N}_2(\text{g})$  och upplösdes därpå i ddH<sub>2</sub>O. Proven analyserades med HPLC-DAD-MS-ESI(-).

## RESULTAT OCH DISKUSSION

### Påverkan på odlings- och skördemetodik

#### *Normala skörderutiner och merskörd*

Det är endast en del av kålplantan som idag skördas och konsumeras. Beroende på vilken typ av kålplanta det är lämnas mer eller mindre stor andel av plantan kvar på fältet, för att senare plöjas ned. Dessutom kan ytterligare delar sorteras bort efter skörd, innan produkten lämnar odlaren.

#### *Broccoli*

Enligt normala skörderutiner skördas ett fält med broccoli vid flera tillfällen. Vid varje tillfälle skördas plantor med broccolibuketter av efterfrågad storlek, medan plantor med broccolibuketter som inte uppnått tillräcklig storlek lämnas på fältet till nästkommande skördetillfällen. Plantorna skördas manuellt genom att stammen skärs av med kniv på lämpligt ställe. Stammen bladas av i fält genom att med en kniv skära loss bladen som då faller ner till marken och broccolibuketten läggs i en låda. Beroende på broccolisort lämnas mer eller mindre stor andel stam kvar samt en rosett med de understa bladen som ligger an mot marken och en hög med lösa blad som skurits av.

De blad (inklusive bladstammar) som skärs av håller god kvalitet och skulle kunna läggas i en separat låda. Detta skulle dock medföra att processen tar något längre tid och att den transportvagn på vilken lådorna ställs betydligt snabbare skulle fyllas vilket också skulle medföra ytterligare arbetsinsats. Hur mycket mera tid och arbetskraft detta

skulle innebära per hektar behöver vidare studeras, men uppgiften bedöms som rimlig att göra av odlarna.

### ***Vitkål***

Enligt normala skörderutiner kan vitkål skördas under relativt lång period beroende på vilka sorter som odlas. Sommarkål skördas redan i juni-juli och kan inte stå för länge på fält då den kan spricka. Om så är fallet kan dessa plantor också bli restprodukter som kan få alternativt användningsområde. Vinterkålen låter man stå längre på fält och dessa ger lite mera puts vid skörd. Vid vitkålsodling skördas huvudet och skyddsbladen och de yttersta bladen dras sedan av, medan de inre behålls för att skydda plantan. Odlarna bedömde här att förutom de produkter som sorteras bort eller aldrig sköras så är det lite rester kvar på fältet från vitkålsodling. Detta överensstämde dock inte med den bedömning som gjordes vid insamlingen av restmaterial av vitkål för processförsök i denna undersökning, då det var relativt mycket kvarvarande blad kvar på fälten efter skörd.

### ***Grönkål***

Skördesäsongen för grönkål är lång, vilket medför att även försäljningsperioden av färska produkter från grönkål omfattar förhållandevis lång tid. Beroende på vilken typ av produkt som skall produceras kan skörd och packning utföras med olika metoder. För en typ av produkt, där huvudsakligen blad tas om hand, så skärs grönkålsplantan vid skörd av förutom den nedersta delen, och plantorna läggs i en vagn och transporteras bort från fältet, för att därpå rensas manuellt. Vid detta steg repas bladen av från stjälken, och resterande stjälkar med lite kvarvarande blad kasseras (Figur 7). Eftersom det idag inte tas om hand, så kastas resterna i en hög, men de skulle enkelt, med endast en mindre ytterligare arbetsinsats, kunna läggas i en ren vagn eller kärl för att tas om hand som en råvara. Grönkålsodlaren som intervjuades var mycket positiv till detta. På marknaden förekommer även produkter av grönkål där hela blad med stjälk är paketerade i påsar, men denna typ undersöktes inte i denna studie.

## **Utvärdering av råmaterial till process**

### ***Bedömning av råmaterial och lämplighet för olika produkter***

Broccolibladen bedömdes vara rena och fina utan jordrester. Bladen delades upp i bladstjälk och blad för att underlätta processutvärderingen genom att skapa mer homogena produkter. Bladen bedömdes vara enkla att torka till pulver. Bladstjälkarna var lättare än blad att purea, så de ansågs lämpliga att använda till torkad snacks. (Figur 6)



*Figur 6. Bedömning av brocolibladens lämplighet till olika produkter. Från vänster: 1. Hela brocoliblad, 2. Blad och bladstjälk separerade, 3. Blad utan bladstjälk, 4. Bladstjälk*

Grönkålen bedömdes vara mer arbetskrävande att rensa jämfört med övriga restprodukter. Smala stammar bedömdes vara lämpliga att torkas till pulver, men fungerar även att puréa. Grova stjälkar var mer fiberinnehållande och svårare att hantera och användes därför inte i denna förstudie (Figur 7).



*Figur 7. Bedömning av restprodukt av grönkål och lämplighet till olika produkter. Från vänster: 1. Hela restprodukten med stjälk och lite blad, 2. Endast de finare, smalare stjälkdelarna, 3. Grov stjälkdel (infälld i bilden tvärsnittad stjälk) användes inte i projektet.*

Vitkålsbladen bedömdes vara fina blad, men aning mer jordiga jämfört med brocoliblad. Blad torkades till pulver för att testa processen, men en komplett analys gjordes inte på detta råmaterial beroende på projektets begränsningar (Figur 8). Utifrån de enklare tester som gjordes bedömdes dock vitkålsbladen ha potential att undersökas vidare i framtida projekt.



*Figur 8. Bedömning av vitkålsbladens lämplighet till olika produkter. Från vänster: 1. Hela vitkålsblad, 2. Blad och bladstjälk separerade, 3. Blad utan bladstjälk.*

### **Vattenhalten hos råmaterialet**

Vattenhalten hos råmaterialet varierade mellan 78,3 till 91,8 % vatten. Bladstjälkarna av broccoliblad och vitkålsblad innehöll något mer vatten än själva bladen utan stjälk (Tabell 1).

*Tabell 1. Vattenhalt hos färskt råmaterial av broccoli, vitkål och grönkål.*

| Kålväxt                  | Vattenhalt (%) |
|--------------------------|----------------|
| Broccoliblad             | 84.1 ± 1.3     |
| Broccolistam (från blad) | 91.8 ± 0.3     |
| Vitkålsblad              | 87.6 ± 1.2     |
| Vitkålsstam (från blad)  | 91.0 ± 0.5     |
| Grönkålsstam             | 87.3 ± 0.4     |
| Grönkål grov stam        | 78.3 ± 0.5     |

### **Utvärdering av produkttegenskaper efter process**

#### **Vattenhalt och vattenaktivitet**

Vattenhalt och vattenaktivitet mättes hos pulver och puré av broccoli och grönkål (Tabell 2). Vattenaktiviteten är ett mått på hur mycket vatten i produkten som är fritt, eller tillgängligt, och har stor betydelse för om mikroorganismer kan tillväxa i ett livsmedel. I dessa mätningar varierade vattenaktiviteten mellan 0,13 och 0,27. Vattenhalten var mellan 2,3 och 3,5 %.

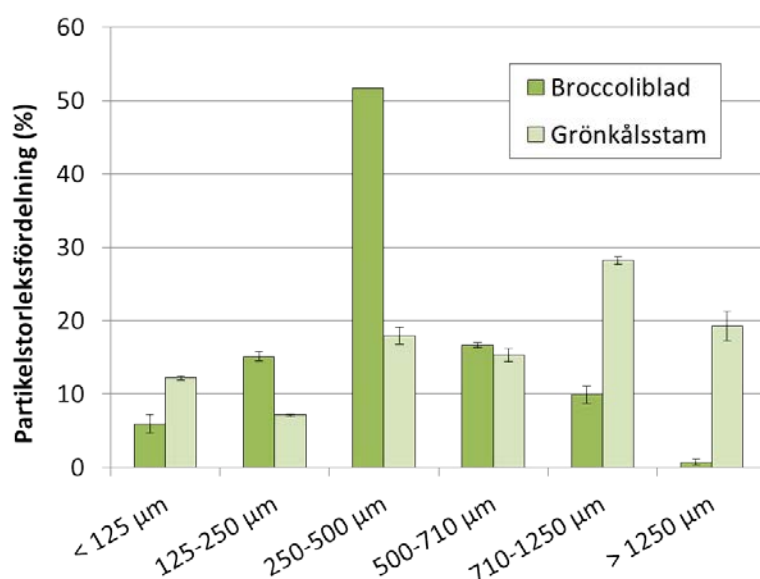
*Tabell 2. Vattenhalt och vattenaktivitet hos råmaterial och produkter av broccoli och grönkål.*

| Prov                                          | Vattenhalt (%) | Vattenaktivitet |
|-----------------------------------------------|----------------|-----------------|
| <b>Pulver från broccoliblad</b>               | 2.3 ± 0.10     | 0.13            |
| <b>Pulver från grönkålsstam</b>               | 3.5 ± 0.06     | 0.17            |
| <b>Varmluftstorkad puré från broccolistam</b> | 3.1 ± 0.03     | 0.27            |
| <b>Frystorkad puré från broccolistam</b>      | 3.4 ± 0.15     | 0.16            |

#### **Partikelstorlek och löslighet**

Partikelstorlek mättes på pulver av broccoliblad och grönkålsstam (Figur 9). För pulver

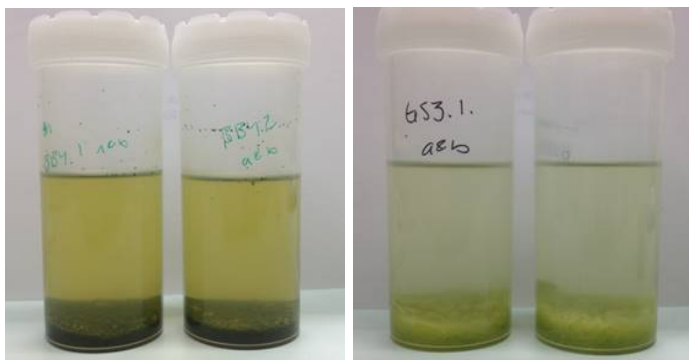
av broccoliblad var partikelstorlek mellan 250 och 500  $\mu\text{m}$  den mest förekommande, och relativt låg andel av partiklar över 710  $\mu\text{m}$ , medan för pulver från grönkålsstam var partikelstorleken mer jämnt fördelad över storleksklasserna, men med en förhållandevis stor andel av partiklar som var 710  $\mu\text{m}$  eller större. Detta skulle kunna tyda på att det var förhållandevis svårare att sönderdela grönkålsstam än broccoliblad, vilket skulle kunna tolkas som att det var en högre andel av fiber som var svårare att mala. Även skillnader i storlek och form på de torkade bitarna före malning har troligen påverkat slutresultatet. Det finns potential att ytterligare påverka partikelstorleken på pulvret för olika ingrediensapplikationer genom att justera malningstid, torkningsteknik och förbehandlingssteg.



Figur 9. Partikelstorlek hos pulver av broccoliblad och grönkålsstam.

Lösligheten av pulvret från broccoliblad och av grönkålsstam i vatten mättes (Figur 10). Pulvret från grönkålsstam hade högre löslighet än pulvret från broccoliblad vilket skulle kunna kopplas till dess sammansättning.

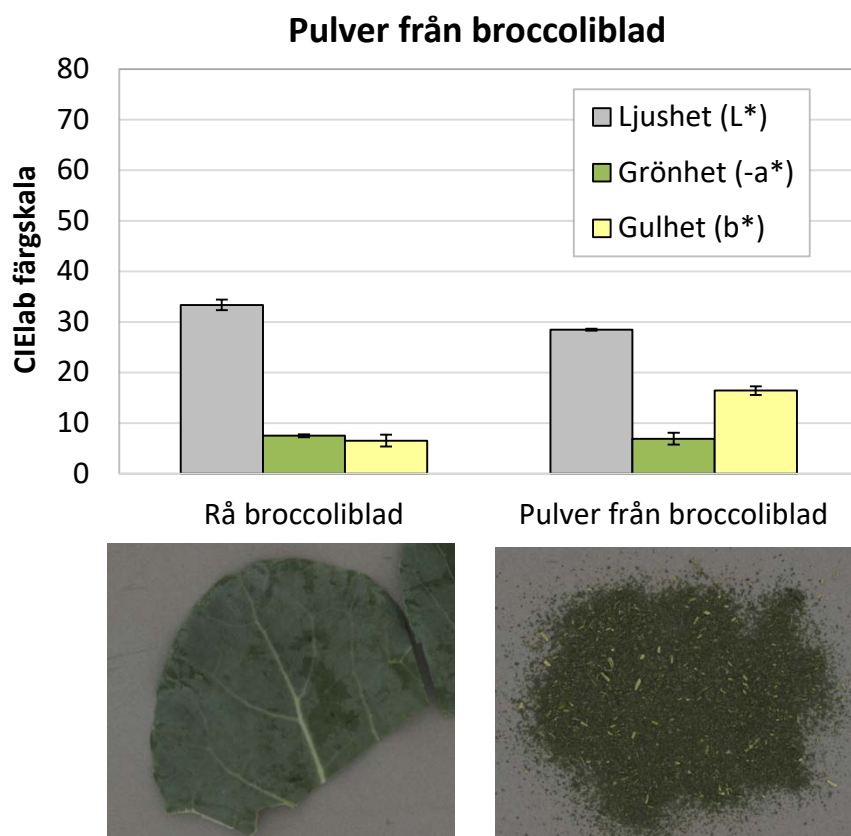
| Prov         | Löslighet (%)  |
|--------------|----------------|
| Broccoliblad | $27.6 \pm 0.7$ |
| Grönkålsstam | $46.9 \pm 1.8$ |



Figur 10. Löslighet av pulver från broccoliblad (till vänster) och pulver från grönkålsstam (till höger) mätes.

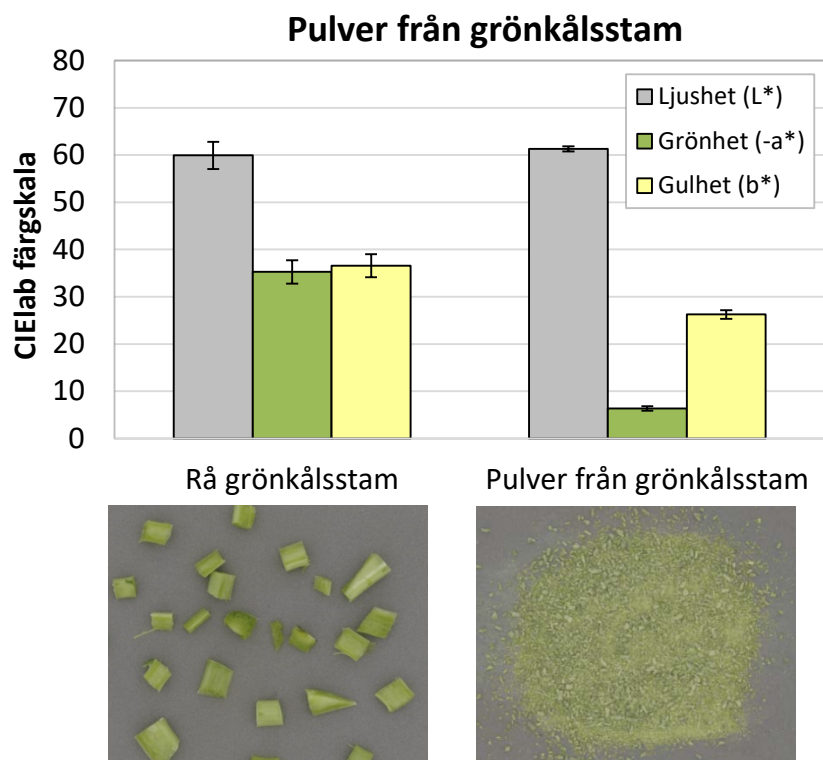
### Färgmätning och förenklad sensorisk beskrivning

Färg mättes i pulver från broccoliblad och grönkålsstam, och jämfördes med de ursprungliga råvarorna (Figur 11 och 12). Hos broccolibladen var pulvret något ljusare och gulare än råvaran. Hos grönkålsstam kunde ingen skillnad i ljushet uppmätas mellan pulver och råvara, medan framför allt grönhets minskade, och även gulhet minskade.



Figur 11. Färg hos råmaterial och pulver av broccoliblad.





Figur 12. Färg hos råmaterial och pulver av grönkålsstam.

En enklare sensorisk beskrivning av pulver av broccoliblad och av grönkålsstam utfördes av en otränad diskussionspanel bestående av tre personer. Utseende, doft/lukt, konsistens/textur och smak diskuterades av panelen. Vid ett fortsatt arbete bör en mer utförlig utvärdering göras. Resultaten av diskussionspanelens beskrivning finns i tab. 3.

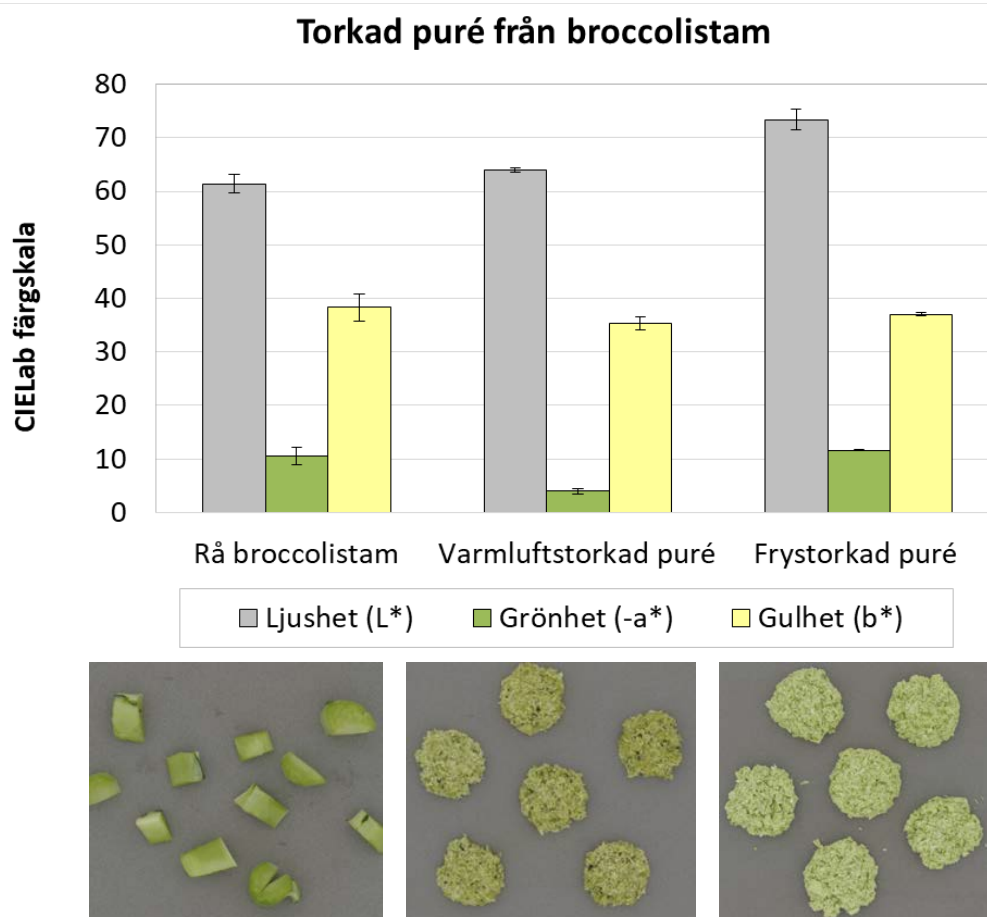
Tabell 3. Förenklad sensorisk beskrivning av pulver av broccoliblad och av grönkålsstam utförd av en otränad diskussionspanel bestående av tre personer.

|                          | Pulver från broccoliblad                                                                | Pulver från grönkålsstam                                                                                           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Utseende</b>          | Mörkgrönt pulver med inslag av ljusa fibriga delar                                      | Ljusgrönt pulver, stort intervall av partikelstorlek: mycket finmalda partiklar och större fibriga bitar           |
| <b>Doft/lukt</b>         | Kokt broccoli, grönsakssoppa, inslag av fisk, aning metallisk                           | Stark doft, grönsakssoppa, vitkål, grönkål                                                                         |
| <b>Konsistens/textur</b> | Mycket torrt pulver, absorberar inte fukt så snabbt i munnen                            | Större bitar: hårda/krispiga<br>Finmalda delar: fastnar i munnen                                                   |
| <b>Smak</b>              | Överkokt broccoli, lätt växande smak, aning metallisk, smaken frigörs långsamt i munnen | Smakar mycket, mer intensivt än broccolipulvret, aning söt smak, framförallt de finmalda partiklarna smakar mycket |



### Torkad puré/snacks

Effekter på färg efter torkning med varmluft eller med frystorkning av broccolistam till puré jämfördes. (Figur 13). Ljusheten ökade både efter varmluftstorkning och frystorkning jämfört med råvaran broccolistam, och framför allt efter frystorkning. Grönhet minskade efter varmluftstorkning, men var oförändrad efter frystorkning, medan gulhet minskade marginellt efter båda typer av torkning.



Figur 13. Färg mättes efter torkning av puré av broccolistam med två olika torktekniker; varmluftstorkning och frystorkning.

En förenklad sensorisk beskrivning av varmluftstorkad och frystorkad puré av broccolistam utfördes på samma sätt som tidigare beskrivits för pulvret. Vid ett fortsatt arbete med utvärdering av sensorik av puré bör en mer utförlig utvärdering göras. Resultaten av diskussionspanelens beskrivning finns i tabell 4. Resultaten visar att val av torkningsteknik påverkar produktens slutegenskaper.

Tabell 4. Förenklad sensorisk beskrivning av puré av broccolistam torkad med olika torktekniker, utförd av en otränad diskussionspanel bestående av tre personer.

|                          | Varmluftstorkad broccolipuré                                                                                   | Frystorkad broccolipuré                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Utseende</b>          | Ljusgrön medaljong med fibriga delar, mindre och mer kompakt jmf med frystorkad variant                        | Fluffig, mycket ljusgrön medaljong med fibriga delar, färgen aning artificiell         |
| <b>Doft/lukt</b>         | Svag doft av torkat klippt gräs, grönsakssoppa, vitkål, aning broccoli                                         | Starkare och mer tydlig broccolidoft jmf med varmluftstorkad puré                      |
| <b>Konsistens/textur</b> | Krispig när man biter i den och sedan blir den snabbt mjuk, absorberar lätt fukt, stannar kvar i tänderna      | Smulig, faller lätt samman, smälter, försvinner i munnen                               |
| <b>Smak</b>              | Stark och växande smak, kryddig, koncentrerad broccoli med viss bismak, smaken stannar i munnen under lång tid | Stark smak direkt, tydlig och mer fräsch smak av broccoli jmf med varmluftstorkad puré |

## Analys av näringsämnen och bioaktiva ämnen efter process

Analys utfördes av råmaterial, processteg och processade produkter av broccoliblad, broccolistam och grönkålsstam. För broccoliblad undersöktes råmaterial, bladen efter blanchering och det varmluftstorkade pulvret. För broccolistam undersöktes råmaterial, stammen efter blanchering, purén, pulver efter varmluftstorkning samt pulver efter frystorkning. För grönkålsstammen undersöktes råmaterial, stammen efter blanchering och det varmluftstorkade pulvret. Detaljerade resultat av analyserna finns redovisade i Olsson et al., 2019.

### Innehåll av vitamin C efter process

Effekter av processning på innehåll av vitamin C gav olika resultat beroende på råmaterialets ursprung och på processmetod. För broccolibladen minskade innehåll av vitamin C i det varmluftstorkade pulvret i jämförelse med råmaterialet. För broccolistam visade resultaten samma skillnad beträffande de torkade pulvren i jämförelse med råmaterialet, men det frystorkade pulvret uppvisade en mindre minskning än det varmluftstorkade. För grönkålsstam fanns även här en tendens till minskad vitamin C-halt i det torkade pulvret i jämförelse med råmaterialet, men här var skillnaden inte signifikant. Råmaterialet hade höga halter av vitamin C; broccoliblad hade ca 110 mg/100 g friskvikt, medan broccolistam och grönkålsstam hade båda halter över 80 mg/100 g friskvikt.

### ***Innehåll av karotenoider efter process***

Halterna av karotenoider ( $\beta$ -karoten och lutein) var mångdubbelt högre i broccoliblad än i broccolistam och i grönkålsstam. Inga signifikanta skillnader kunde påvisas mellan råmaterial och de olika processtegen för broccolistam och grönkålsstam. Halter av karotenoider var något lägre i grönkålsstam än i broccolistam. För broccoliblad fanns en tendens till lägre halt i det varmluftstorkade pulvret i jämförelse med råmaterialet, men denna skillnad var inte statistiskt signifikant.

### ***Innehåll av glukosinolater efter process***

Effekter av processning på innehåll av glukosinolater gav olika resultat beroende på processmetod, men även beroende på råmaterialets ursprung. För broccolibladen hade det torkade pulvret ett högre värde för totala halten av glukosinolater än råmaterialet. Detta berodde högst sannolikt på att dessa ämnen var hårdare inbundna i det råa bladmaterialet, medan i det torkade pulvret var glukosinolaterna lättare extraherbara, och under processen kan även andra ämnen lösas ut i blancheringsvattnet vilket sänker torrvikten. För broccolistammar fanns inte samma tendens, utan det varmluftstorkade pulvret hade något lägre halt av totalglukosinolater än råmaterialet. Denna skillnad fanns inte vid jämförelse mellan råmaterialet och det frystorkade pulvret, där dessa halter inte uppvisade några signifikanta skillnader. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan råmaterial och processade prover för grönkålsstam. Innehållet i de olika växtmaterialen visade inte stora skillnader, och medeltal för alla prover (råmaterial och process) för broccoliblad låg på 633  $\mu\text{g/g}$  torrsvikt, för broccolistam på 623  $\mu\text{g/g}$  torrsvikt och grönkålsstam på 685  $\mu\text{g/g}$  torrsvikt.

## **Sammanfattande diskussion och slutsatser**

Resultaten av detta pilotprojekt, som syftade till att undersöka möjligheterna att använda sidoströmmar från olika kålväxter till nya processade produkter, visar genomgående att det finns goda förutsättningar för att realisera användande av de sidoströmmar som uppstår i fält vid produktion av kålväxter. Självförsörjningsgraden i Sverige har under senare år kommit att uppmärksammas, och alltfler röster i det svenska samhället anser att självförsörjningsgraden är för låg och bör öka. Detta finns exempelvis uttryckt i Livsmedelsstrategien där en övergripande målsättning är att livsmedelsproduktionen i Sverige skall öka, och att detta skulle bidra till en ökad självförsörjningsgrad (Regeringskansliet, 2017a). Vidare har LRF (Lantbrukarnas Riksförbund) uttryckt ett stöd för att Sveriges självförsörjningsgrad bör öka från 50 till 80 % (LRF, 2018). Omvandling av sidoströmmar från kålväxter till nya produkter skulle leda till bättre resursutnyttjande genom att producerad mängd livsmedel på dessa arealer skulle öka, vilket skulle bidra positivt till en ökad självförsörjningsgrad.

Matsvinn är en annan fråga som har väckt intresse under senare år, och som delvis också är kopplad till självförsörjningsgraden. I Livsmedelsstrategin ingår att främja insatser för minskat matsvinn i hela livsmedelskedjan från producent till konsument

(Regeringskansliet, 2017b). Om mindre andel av livsmedlen blir till matsvinn, så kommer det därmed att krävas mindre mängd producerade livsmedel för att försörja befolkningen. De kvarvarande delarna av plantor som är kvarlämnade på fält kan i nuvarande definition inte räknas in i kategorin matsvinn, men om vi skulle omdefiniera vad som räknas som produkter av kålplantor, och inkludera t.ex. broccoliblad, så kan det betraktas som ett svinn att inte ta hand om dessa näringsrika delar. Värt att notera är att i USA har broccoliblad börjat säljas som egna produkter, och marknadsförs som *"a magical delicious power food veggie"* under märkesnamnet Broccoleaf (Broccoleaf, 2018).

Detta projekt undersökte förutsättningar för en rationell skörd och produktionsekonomi för odlarna, om även sidoströmmar av olika kålväxter skördades för användning till processade produkter. Att skörda fler delar av kålplantorna än vad idag görs skulle kunna bidra till en bättre lönsamhet för odlarna. Även om det i detta projekt inte fanns utrymme till att göra en grundlig utvärdering av skörd och produktionsekonomi, så framkom vid kontakter med odlarna att de såg positivt på möjligheterna att på ett rationellt sätt och med god ekonomi skörda andra delar av plantorna som idag inte skördas. Av olika skäl, såsom livsmedelshygien (smutsiga delar närmast marken) och struktur på vissa av plantans delar (de nedersta delarna kan vara hårda och svåra att skörda), så görs i detta projekt bedömningen att de plantdelar som är närmast marken även med ett större utnyttjande bör lämnas kvar på fält. Detta skulle fortsatt bidra positivt till markens jordstruktur.

Bedömning av råmaterialens lämplighet för olika produkter visade att blad från broccoli, grönkål och vitkål, liksom delar av stam från broccoli och grönkål bedömdes möjliga att använda som råmaterial för torkade produkter, även om vitkålsbladen upplevdes något mer jordiga och grönkålsstjälkarna mer arbetskrävande i beredning. Vissa delar av stammen från grönkål var mer fiberrika och svårare att hantera. Ytterligare tester behövs i framtida projekt för att undersöka lämplig processteknik för omvandling av fiberrika delar till nya produkter. Utvärdering av produkttegenskaper efter process visade att med hjälp av olika processteg och torktekniker kunde puré samt pulver av broccoli och grönkål framställas med tillfredställande egenskaper i denna första undersökning. Genom val av olika råmaterial (t.ex. kålsort och typ av sidoström) och processmetod (t.ex. malning och torkningsteknik) påverkades egenskaper såsom partikelstorlek, pulverlöslighet, färg och smak. Detta skulle kunna användas för att skraddarsy ingredienser för olika applikationer. Beroende på projektets omfattning kunde endast en enklare sensorisk utvärdering göras, och i ett framtida fortsatt arbete med utveckling av produkter bör en mer omfattande sensorisk utvärdering utföras.

Analyser av råmaterial och olika processteg utfördes i syfte att undersöka processeffekter på utvalda näringsämnen och bioaktiva ämnen. Vid val av processmetoder beaktades tidigare forskning inom området för att välja metoder som skulle bevara näringsämnen och bioaktiva ämnen. Beroende på om ämnena är vattenlösliga eller inte, samt de olika ämnenas stabilitet vid värmebehandling, så kommer de att påverkas på olika sätt av processtegen (Reddy & Love, 1999). Resultaten

visade att råmaterialets ursprung och processmetod hade betydelse för hur ämnena bevarades under processningen. Generellt sett så bevarades de undersökta näringsämnena och bioaktiva ämnen väl under processtegen. För vitamin C resulterade processtegen i något lägre halt av vitamin C, vilket är en välkänd processeffekt, mest beroende på vattenlöslighet hos ämnet (Reddy & Love, 1999). Karotenoiderna uppvisade få skillnader i halter efter processning, medan halter av glukosinolater varierade, vilket leder till slutsatsen att här kan det finnas anledning att se över vilka processmetoder som skall användas.

**Slutsatser:** Omvandling av sidoströmmar från kålväxter till nya produkter skulle kunna leda till ekonomiska fördelar genom ökad lönsamhet för odlarna, liksom även hälsofördelar genom ökad konsumtion av vegetabilier, och miljö- och klimatfördelar genom bättre resursutnyttjande.

## Referenser

- Axfood, 2018a. Vegotrenden 2017: Inte fler, men oftare. Hämtat 2018-06-17. <https://www.axfood.se/media-och-opinion/pressmeddelanden/2017/11/vegotrenden-2017-inte-fler-men-oftare/>
- Axfood, 2018b. Vegotrenden ökar i Sverige. Hämtad 2018-12-10: <https://www.axfood.se/media-och-opinion/nyheter-och-artiklar/vegotrenden-okar-i-sverige/>
- Bjelakovic, G., Nikolova D., Gluud, L.L., Simonetti, R.G., Gluud, C. (2012). Antioxidant supplements for prevention of mortality in healthy participants and patients with various diseases. Cochrane Database Syst. Rev. 3:CD00717610.1002/14651858.CD007176.pub2
- Beliveau, R., Gingras, D. (2007). Role of nutrition in preventing cancer. Can Fam Physician, 53:1905–11.
- Broccoleaf, 2018. Hämtat 2018-12-12: <http://thebroccoleaf.com/>
- Brugård Konde, Å., Bjerselius, R., Haglund, L., Jansson, A., Pearson, M., Sanner Färnstrand J., Johansson A-K. (2015). Råd om bra matvanor - risk- och nyttohanteringsrapport. Livsmedelsverket, Rapport 5-2015.
- Eastman, J.E, Moore, C.O. (1984) Cold water Soluble Granular Starch for Gelled Food Composition. U.S. Patent 4465702.
- Eneroth, H., Björck L. Brugård Konde Å. (2014). Bra livsmedelsval baserat på nordiska näringsrekommendationer 2012. Livsmedelsverket, Rapport 19-2014.
- Esteve, M.J., Farré, R., Frigola, A., Garcia-Cantabella, J.M. (1997). J. Chromatogr. B: Biomed. Sci. App., 688, 2, 345-349.
- FDA, 2018. Hämtat 2018-06-15. URL: <https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm199058.htm>
- Fellows, P.J. (2000). Food Processing Technology—Principles and Practice, (2nd ed.) Cambridge: Woodhead Publishing. Chapter 10, 18 & 22.
- FoodNavigator-usa.com, (2018). Buy one, give one: Mission-oriented start-up Glean taps into 'ugly produce' trend with novel vegetable 'flour' range <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2018/01/10/Veg-entrepreneurs-with-social-mission-transform-ugly-produce-into-value-added-powders>
- Francisco, M., Velasco, P., Moreno, D.A., García-Viguera, C., Cartea, M.E. (2010). Cooking methods of *Brassica rapa* affect the preservation of glucosinolates, phenolics and vitamin C, Food Res. Int., 43, 5, 1455-1463.
- García-Reverter, J., Bourne, M. C., Mulet, A. (1994). Temperature blanching affects firmness and rehydration of cauliflower florets. J. Food Sci., 59, 1181±1183.
- Global Food Forum, (2018): 2018 Food Trends. <https://www.globalfoodforums.com/food-news-bites/2018-food-trends/>

- Hallgren, K. (2016). En kåhläppa ej at räkna. Köksväxtodlingen i 1700-talets jordbrukssystem. Doktorsavhandling, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 2016:97, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala
- Hayes, J.D., Kelleher, M.O., Eggleston, I.M. (2008). The cancer chemopreventive actions of phytochemicals derived from glucosinolates. Eur J Nutr., 47(Suppl.):73–88.
- Heimdahl, J. (2014). När grönskans prakt till mull och stoft förtvinat. Forna tiders trädgårdar i Sverige studerade genom kvartärgeologi och arkeobotanik 1999 – 2012. Ur Källor till trädgårdsodlingens historia. Fyra tvärvetenskapliga seminarier 2010–2013 arrangerade av Nordiskt Nätverk för Trädgårdens Arkeologi och Arkeobotanik (NTAA). Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap Rapport 2014:25 ISBN 978-91-87117-86-2 Alnarp 2014.
- Herr, I., Büchler, M.W. (2010). Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: Implications for prevention and therapy of cancer. Cancer Treatment Reviews 36, 377–383.
- Higdon, J.V., Delage, B., Williams, D.E., Dashwood, R.H. (2007). Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. Pharmacol Res., 55:224–36.
- Humphries, J.M., Khachik, F. (2003). Distribution of Lutein, Zeaxanthin, and Related Geometrical Isomers in Fruit, Vegetables, Wheat, and Pasta Products. J. Agric. Food Chem. 51, 1322–1327.
- ICA (2017). Tomat i topp och kål utmanar när ICA listar Sveriges grönsaksfavoriter. <https://www.icagruppen.se/arkiv/pressmeddelandearkiv/2014/tomat-i-topp-och-kal-utmanar-nar-ica-listar-sveriges-gronsaksfavoriter/>
- Jin, X., van der Sman, R.G.M., van Straten, G., Boom, R.M., Van Boxtel, A.J.B. (2014). Energy efficient drying strategies to retain nutritional components in broccoli (*Brassica oleracea* var *italica*). J. Food Eng., 123, 172–178.
- Jordbruksverket, Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll. Uppgifter t.o.m. 2012, (2013) Sveriges Officiella Statistik. Statistiska Meddelanden. JO 44 SM 1301.
- Jordbruksverket. (2015) Livsmedelskonsumtionen i siffror – Hur har konsumtionen utvecklats de senaste femtio åren och varför? Rapport 2015:15.
- Jordbruksverkets officiella statistik Trädgårdsproduktion 2014. JO 33 SM 1501. [https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO33/JO33SM1501/JO33SM1501\\_tabeller7.htm](https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO33/JO33SM1501/JO33SM1501_tabeller7.htm)
- Jordbruksverket, (2018). Normer för handeln med frukt och grönsaker. Hämtad 2018-06-17. <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/handelmarknad/tradgardsvaxter/eushandelsnormerforfruktochgronsaker/fruktochgrontnormer.4.4ab01cfa121d451df3a800054.html>
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. (1997). Effect of drying method on shrinkage and porosity. Drying Technology, 15:10, 2441–2458.
- Lampe, JW. (2009) Sulforaphane: from chemoprevention to pancreatic cancer treatment? Gut, 58:900–2.

- Larsson, I. (2014). Medeltida kålgårdar i skriftliga belägg. Ur Källor till trädgårdsodlingens historia. Fyra tvärvetenskapliga seminarier 2010–2013 arrangerade av Nordiskt Nätverk för Trädgårdens Arkeologi och Arkeobotanik (NTAA). Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap Rapport 2014:25 ISBN 978-91-87117-86-2 Alnarp 2014.
- Livsmedelsverket, (2012). Riksmaten vuxna 2010-11. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Livsmedelsverket: Uppsala.
- Livsmedelsverket (2016a). Livsmedelsdatabasen. Sökord: broccoli, grönkål, vitkål. Hämtat 2016-02-06. <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall>.
- Livsmedelsverket, (2016b). Fibrer. Hämtat 2016-02-05. <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/fibrer/>
- Livsmedelsverket, (2018a). Hur får vi i oss vitamin K? Hämtat 2018-06-15: [https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/vitaminer-och-antioxidanter/vitamin\\_k?\\_t\\_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&\\_t\\_q=k%3c3%a5l&\\_t\\_tags=language%3asv%2csiteid%3a67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&\\_t\\_ip=94.234.53.52&\\_t\\_hit.id=Livs\\_Common\\_Model\\_PageTypes\\_ArticlePage/4c6950de-35b5-42d0-88c6-24613646f77b\\_sv&\\_t\\_hit.pos=14](https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/vitaminer-och-antioxidanter/vitamin_k?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&_t_q=k%3c3%a5l&_t_tags=language%3asv%2csiteid%3a67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&_t_ip=94.234.53.52&_t_hit.id=Livs_Common_Model_PageTypes_ArticlePage/4c6950de-35b5-42d0-88c6-24613646f77b_sv&_t_hit.pos=14)
- Livsmedelsverket, (2018b). Fukt, grönt och baljväxter. Hämtat 2018-06-16. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/mat-och-dryck/frukt-gront-och-baljvaxter>
- Liu, S., Buring, J.E., Sesso, H.D., Rimm, E.B., Willett, W.C., Manson, J.E. (2002). A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. J Am Coll Cardiol.39:49-56.
- LRF, 2018. Självförsörjning. Hämtad 2018-12-12: <https://www.lrf.se/politikochpaverkan/foretagarvillkor-och-konkurrenskraft/nationell-livsmedelsstrategi/sjalvforsorjning/>
- Mahadevan, S., Karwe, M.V. (2016). Effect of High-Pressure Processing on Bioactive Compounds. In High Pressure Processing of Food (pp. 479-507). Springer New York.
- Maldini, M., Baima, S., Morelli, G., Scaccini, C., Natella, F. (2012). A liquid chromatography-mass spectrometry approach to study “glucosinoloma” in broccoli sprouts, 47, 9, 1198-1206.
- Markets and Markets, (2018). Fruit & Vegetable Ingredients Market by Category (Fruits and Vegetables), Type (Concentrates, Pastes & Purees, NFC Juices, and Pieces & Powders), Application (Beverages, Confectionery, RTE, Bakery, Soups & Sauces, Dairy Products) - Global Forecast to 2022. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/fruit-vegetable-ingredients-market-109075059.html>
- Mozaffarian ,D., Kumanyika, S.K., Lemaitre, R.N., Olson, J.L., Burke, G.L., Siscovick, D.S. (2003). Cereal, fruit, and vegetable fibre intake and the risk of cardiovascular disease in elderly individuals. JAMA;289:1659-66.



- Munyaka, A.W., Oey, I., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2010). Application of thermal inactivation of enzymes during vitamin C analysis to study the influence of acidification, crushing and blanching on vitamin C stability in Broccoli (*Brassica oleracea L var. italica*), Food Chem., 120, 2, 591-598.
- NNR (2012), Food, food patterns and health outcomes Guidelines for a healthy diet, in Nordic Nutrition Recommendations 2012. 2014, Nordic Council of Ministers: Copenhagen. p. 103-136.
- Oliviero, T., Vertek, R., Dekker, M. (2012) Effekt of water content and temperature on glucosinolate degradation kinetics in broccoli. Food Chemistry, 132, 2037-2045.
- Oliviero, T., Verkerk, R., Dekker, M. (2013) A research approach for quality based design of healthy foods: Dried broccoli as a case study. Trends in Food Science & Technology, 30, 178-184.
- Olsson, M.E., Andersson, S., Gustavsson K.-E. (2015). Matsvinn i primärproduktionen – exempel från äpple och morot. LTV-Fakultetens faktablad, 2015:17, SLU.
- Olsson, M.E., Eliasson, L., Löfkvist, K. (2019). Evaluation of processing effects on vitamins and bioactive compounds in products from field side-streams of Brassica vegetables. *In manuscript*.
- Panfili G., Fratianni A, Irano M. (2004). Improved normal-phase high-performance liquid chromatography procedure for the determination of carotenoids in cereals. J. Agric. Food Chem., 52, 6373-7.
- Reddy, M.B., Love, M. (1999) The Impact of Food Processing on the Nutritional Quality of Vitamins and Minerals. In: Jackson L.S., Knize M.G., Morgan J.N. (eds) Impact of Processing on Food Safety. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol 459. Springer, Boston, MA, USA.
- Regeringskansliet (2017a). En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet Kortversion av regeringens proposition 2016/17:104. Diarienummer: N2017/00647/KO.
- Regeringskansliet (2017b). En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet. Regeringens handlingsplan. Hämtad 2018-12-10:  
[https://www.regeringen.se/49192c/contentassets/13f0fe3575964442bc51816493165632/handlingsplan\\_lms\\_1702072.pdf](https://www.regeringen.se/49192c/contentassets/13f0fe3575964442bc51816493165632/handlingsplan_lms_1702072.pdf)
- Sepp, H., Ekelund U., Becker W. (2004). Enkätfrågor om kost och fysisk aktivitet bland vuxna. Sveriges Livsmedelsverk, Rapport 21, 2004.
- SJV, (2017a). Jordbruksstatistisk sammanställning 2017. Kap. 5 Trädgårdsodling, kap. 15 Industriproduktion och kap. 17 Konsumtion av livsmedel.  
<http://www.jordbruksverket.se/omjordbruksverket/statistik/statistikomr/jordbruksstatistisksammanstallning/jordbruksstatistisksammanstallning2017.4.695b9c5715ce6e19dbbaacb1.html>
- SJV, (2017b). Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 2014–2016. Rapport 2017-20.

- Strid, I., Eriksson, M., Andersson, S., Olsson, M.E. (2014). Svinn av isbergssallat I primärproduktionen och grossistledet i Sverige. Jordbruksverket, Rapport 2014:6.
- Söderström, G. (red), Vadstena kulturnämnd, (2001). 600 år i Vadstena: Vadstenas historia från äldsta tider till år 2000. Stockholmia Förlag, Stockholm.
- Vazques-Prieto, M.A., Miatello, R.M. (2010). Organosulphur compounds and cardiovascular disease. *Mol. Asp. Med.*, 31, 540-545.
- Verhoeven, D.T., Goldbohm, R.A., van Poppel, G., Verhagen, H., van den Brandt, P.A. (1996) Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*; 5:733–48.
- Volden, J., Borge, G.I.A., Hansen, M., Wicklund, T., Bengtsson, G.B. (2009) Processing (blanching, boiling, steaming) effects on the content of glucosinolates and antioxidant-related parameters in cauliflower (*Brassica oleracea L. ssp. botrytis*). *LWT - Food Sci. Techn.* 42, 63–73.
- Wang, X.O.Y., Liu, J., Zhu, M., Zhao, G., Bao, W., Hu, F.B. (2014). Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ*, 349, 4490.
- Wimalasiri et al, 1983; Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetables by high-performance liquid chromatography *J. Chromatogr A*, 256, 1983, 368-371.
- Zhang, X., Shu, X., Xiang, Y.-B., Yang, G., Li, H., Gao, J., Cai, H., Gao, Y.-T., Zheng, W. (2011). Cruciferous vegetable consumption is associated with a reduced risk of total and cardiovascular disease mortality. *Am J Clin Nutr*, 94:240–6.