

Ökad livsmedelsproduktion i Sverige – sidoströmmar blir nya produkter

Författare: Marie Olsson¹, Gun Hagström¹, Malin Olsson¹, Jonas Jönsson², Charlotta Löfström³, Birgitta Raaholt³, Fredrik Holmgren Holm³, Martina Bergentall³, Matilda Löfgren³, Ingela Persson³, Simon Tadic⁴, Gustav Gibrand⁵, Veronica Öhrvik⁶

1. Institutionen för växtförädling, SLU, Alnarp. 2. HIR, Skåne AB. 3. RISE Research Institutes of Sweden. 4. Grönsaksmästarna Nordic AB. 5. Steglinge Gård, 6. Axfoundation

I detta Faktablad summeras några av de resultat som ett projekt finansierat inom EIP-AGRI (Europeiskt innovationsprojekt) *Ökad produktion av livsmedel i Sverige – tillvarata sidoströmmar för innovativa produkter (projekt 2022-2445)* har kommit fram till. Projektet har utforskat möjligheter att använda sidoströmmar; broccoliblad och grönkålsstjälk/stam, i olika steg från primärproduktion till nya livsmedels ingredienser och marknad för dessa. Målet har varit att ta fram lagringsstabila "våta" (dvs inte torkade) ingredienser med god kvalitet, som kan användas som ingredienser i olika maträtter. Idag används inte stora delar av broccoli- och grönkålsplantor, trots att de är näringsrika, utan lämnas att plöjas ned i fält eller sorteras bort efter skörd. Metoder för skördehantering, skördeekonomi, lämpliga processtekniker, livscykelanalys, mikrobiologisk analys och riskbedömning, analys av näringsämnen och bioaktiva ämnen, sensorik och marknadsaspekter har undersökts för dessa sidoströmmar.

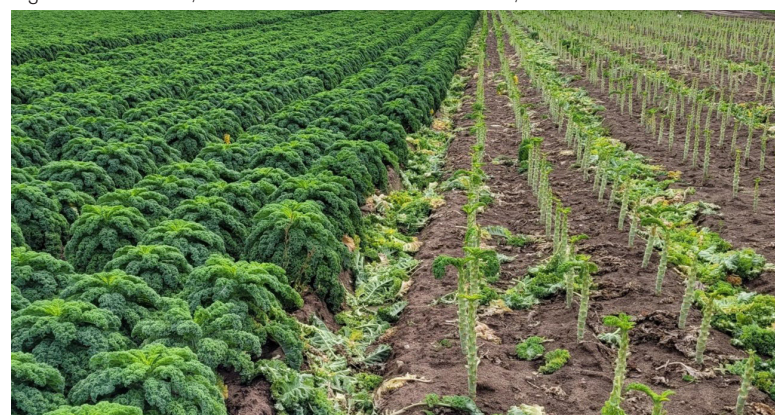
Bakgrund

Ökad produktion av livsmedel i Sverige, liksom självförsörjningsgrad och beredskapslager vid kris är höga-tuella ämnen idag, då de globala livsmedelsflödena störs av olika kriser. Det finns en strävan att öka den svenska livsmedelsproduktionen och självförsörjningsgraden, med bakgrund av den förändrade geopolitiska situationen. Sveriges regering aviserade hösten 2024 en satsning för att stärka Sveriges livsmedelsproduktion och konkurrenskraft och öka Sveriges försörjningsförmåga, och har under 2025 uppdaterat Livsmedelsstrategin (Regeringskansliet, 2024, 2025). Detta projekt bidrar till dessa strävanden genom att utnyttja sidoströmmar av befintlig grönsaksproduktion, som inte utnyttjas idag. Även effekter av klimatpåverkan och minskade skördar kan i framtiden påverka möjligheter till import av livsmedel till Sverige till rimliga priser. Mot denna bakgrund finns det ökade incitament att utnyttja sidoströmmar från dagens grönsaksproduktion. Ett ökat resursutnyttjande skulle även bidra positivt till jordbrukets lönsamhet och effekter på klimat. Matsvinn, inklusive livsmedelsförluster som uppkommer i primärproduktionen, anses bidra till klimatförändringar (Loboguerrero et al., 2019). När stora delar av de kålväxter som produceras inte kommer

att användas till livsmedel, så innebär det ett resursslöseri genom att insatser i form av arbetskraft, transporter, växtskydd och gödselmedel har använts, men resultat i form av skördade produkter inte är optimalt. Odlingsåtgärder medför miljö- och klimateffekter, och med en större effektivitet i förhållande till insatser, kan dessa reduceras per uttagna produkter.

Ett tidigare EIP Agri-projekt (2017-45) har visat att det går att tillvarata sidoströmmar från broccoliproduktion och ta fram nya torkade inblandningsprodukter som kan användas i t.ex. bröd, soppor, såser, snacks eller veggie-

Figur 1. Grönkålsfält, delvis skördat. Foto: Jonas Jönsson, HIR Skåne AB



burgare (Olsson et al., 2023). Genom att en större andel idag producerade grödor blir livsmedel, kan produktionen på ett mycket resurseffektivt sätt ökas. Istället för att som idag endast skörda en mindre del av plantorna, så kan andelen ökas och användas till nya innovativa produkter, istället för att plöjas ned eller sorteras bort och bli livsmedelsförluster. Omkring cirka 2/3 av broccoliplantan tas idag inte tillvara, och också för grönkål är det en stor andel av plantan som inte används.

Det finns stor potential att ta fram även nya ”våta” produkter från sidoströmmar av broccoli- och grönkålsproduktion. I detta projekt har förutsättningar skapats för att minska svinn och öka lönsamheten i svensk kålodling. Det finns en möjlig marknad för delar av plantorna som idag blir till svinn. Kunskap om omfattning och kvalitet hos sidoströmmar, liksom metoder för skörd, hantering och processteknik, liksom näringsinnehåll, saknas dock idag.

Skörd och produktionsekonomi

Skörd av dagens färska broccoliprodukt (toppskott; blomdel och del av stjälk) sker uteslutande manuellt med kniv. Huvuddelen av broccolibladen sitter kvar på plantan efter skörd. Tidigare försök (Olsson et al., 2023), liksom försök i detta projekt säsongerna 2023–2024 visade att arbetsinsatsen för att skörda broccoliblad bedöms vara identisk eller mycket lik skörden av toppskottet, så kostnaden för bladskörd är liknande den för toppskott. Provskörd visade att det finns viss variation mellan fälten i kvalitet hos bladen. Ytterligare kvävegödning skulle dock kunna ge större andel fina blad.

Fältstudier har även utförts på skörd av grönkål, och utnyttjande av sidoströmmar. Vid skörd av grönkål till färs-kvarumarknaden skördas i första hand de yngre bladen, då de äldre bladen ofta skuggas och gulnar, men även planttätheten i fält avgör omfattningen av hur mycket av de äldre bladen som kan användas. Idag skördas grönkålplantan vid två tillfällen under säsongen, då tillväxt av nya blad sker. Ett tillfälle är under sommarmånaderna,

medan ett ytterligare sker tidig höst. Provskörd i oktober 2024 av sorten 'Winterbor' visade att 23% av plantan var stam och 77% var blad, varav 33% var defekta blad. Sidoströmmen från grönkål som skulle kunna utnyttjas beräknas till 5–15 ton/ha råvara, och mängden är till en del beroende på hur kvalitetskraven på råvaran ställs. Mekanisering av sidoströmmen, efter den ordinarie skörden är avslutad, skulle ge goda villkor för att uppnå god produktionsekonomi, och är troligen en förutsättning för detta. För att nå lönsamhet för investeringen i maskiner krävs dock att arealunderlaget är tillräckligt stort. Ytterligare källa till sidoströmmar uppstår när färsk grönkålsråvara tvättas och skärs i en industriprocess, liksom när bladen repas av för hand efter skörd. När repad grönkål produceras, så återstår sidoströmmen bladskaft, vilka utgör 40% av totalvikten, och som kan användas till processade produkter.

Påverkan på klimatavtrycket

En tidigare studie har visat att det finns potential att minska klimatavtryck genom att använda sidoströmmar vid broccoliproduktion (Eriksson et al., 2021). I detta projekt har klimatpåverkan av svensk grönkålsodling beräknats enligt metodiken för livscykelanalys. Resultaten redovisades per kg grönkål vid fältkant och per kg färdigvara i butik. En ingående analys av bidrag i odlingssteget ingick, liksom bidrag från processanläggning, transport till butik, förpackning och kyl- eller fryslagring vid analys av färdigvara. Studien analyserade och jämförde konventionell odling där enbart premiumråvaran skördas, med alternativa scenarier för skörd omfattande 25%, 50% respektive 75% av total skördepotential av sidoströmmar. Klimatavtrycket för grönkålsodling vid fältkant minskade vid ökande skördenivåer av grönkål från fältet. När 0% av sidoströmmar skördas är klimatavtrycket 0,29 kg koldioxidekvivalenter (CO₂e) /kg grönkål, medan om 75% skördas minskar klimatavtrycket till 0,12 kg CO₂e/kg grönkål. Den största bidragande faktorn till klimatavtrycket är odlingssteget, och framför allt lustgasemissioner. Med ökade skördenivåer minskar lustgase-

Figur 2. Hela broccoliblad innan process, och paketering av hackad grönkålstjälk. Foto: Gun Hagström, SLU



missionerna, eftersom mindre växtrester lämnas kvar i fältet, och totala mängder insatser, som gödsel, växtskydd, kalk och utsäde, fördelas på större mängd grönkål.

Processteknik för produkter

Två olika processtekniker användes i försöken; autoklavering som utfördes på Steglinge Gårds anläggning, samt mikrovågsbehandling, som utfördes hos RISE i Göteborg. Försök med autoklavering utfördes vid tre tillfällen, och mikrovågsbehandling under två tillfällen 2023-2024. På svenska marknaden finns idag lagringsstabila grönsaksprodukter som är autoklaverade. Mikrovågsbehandling är en framtida, mer resurseffektiv teknik, och kan ge ett bättre bibehållande av näringsämnen och textur.

Råvaran som användes i försöken var broccoliblad, grönkålstjälk/stam och grönkålsblad. Förbehandling som utfördes innan process var sköljning av råvara, och i förekommande fall hackning av råvara, samt förpackning. Några försök innefattade även process av hela blad. Målet har varit att ta fram lagringsstabila ”våta” (dvs inte torrade) ingredienser med god kvalitet, som kan användas i olika maträtter. Vid de olika processförsöken togs prover till mikrobiologisk analys samt till analys av näringsämnen och bioaktiva ämnen. De nya processade produkterna användes även till utvärdering av dessa av kockar vid offentliga kök (se nedan), samt till sensorisk analys.

Mikrovågsbehandling genomfördes i en kontinuerlig tunnelugn (kapacitet; 18 kW, 2.45 GHz) med transportband. Tid och effekt anpassades för att erhålla den måltemperatur och värmebehandlingstid som krävdes för tillräcklig mikrobiell avdödning. Fiberoptiska temperaturgivare användes i förpackningen med råvaran under försöken för att följa förloppet vid uppvärmning och avsvälning. En kortare behandlingstid; 7 minuter, och en längre på 11 minuter användes i försök 2023. Endast den längre tiden, 11 minuter användes i 2024 års försök, vilket innebar en behandling vid 100 °C i cirka 7,5 minuter. Vattenhaltsbestämning utfördes, samt analys av färg med kamerasytemet DigiEye. Efter värmebehandling ändrades den gröna färgen till en mörkare, mer brun färgton.

Vid autoklaveringsförsöken på Steglinge gård följdes temperaturen med autoklavens automatiska givare under ett standardprogram för autoklaven. Det totala tidsförloppet med uppvärmningsfas och värmebehandling var ca 100 minuter, och maxtemperaturen var ca 120 °C. Även efter autoklavering ändrades färgen hos sidoströmmarna från broccoli och grönkål.

Mikrobiologisk utvärdering

För att erhålla god livsmedelssäkerhet genomfördes en teoretisk mikrobiologisk riskbedömning, samt mikrobiologiska analyser. Riskbedömningen visade att bakterierna *Bacillus aureus* och *Clostridium botulinum*, som båda är sporbildande, utgjorde de största farorna. Teoretisk avdödning beräknades med hjälp av utvalda D- och z-värden för de uppmätta tid och temperaturkurvorna för mikrovågsbehandling och autoklavering. Mikrovågsbehandlingen dimensionerades för att erhålla tillräcklig avdödning av *B. cereus* i en pastöriseringsprocess, och önskad avdödning sattes till 6 log-enheter. Autoklaveringsprocessen, som är en steriliseringsprocess, brukar dimensioneras så att en 12-logsreduktion erhålls av *C. botulinum*, men i projektet användes standardprogram

för andra typer av grönsaker. Mikrobiologiska analyser utfördes på råvaran, sköljt och hackat material, samt prover efter mikrovågsbehandling, respektive före och efter autoklavering.

Vid försök med mikrovågsbehandling 2023 erhöles önskad avdödning vid den längre processen, 11 minuter, men inte vid den kortare på 7 minuter. Jäst, mögel och Enterobacteriaceae reducerades effektivt till under detektionsgränsen vid samtliga mikrovågsförsök. När försöket upprepades 2024 reducerades inte antalet aeroba mikroorganismer och sporer till under detektionsgränsen, vilket indikerar att ytterligare arbete krävs för att optimera och standardisera processen. Autoklaveringsprocessen visade sig överprocessa proverna, dvs hade för lång tid vid för hög temperatur, vilket ledde till onödigt stor försämring av den sensoriska kvaliteten och innehållet av näringsämnen. Vidare optimering är därför nödvändig för att hitta en process som ger tillräckligt stor mikrobiell avdödning, samtidigt som att övriga kvalitetsparametrar bibehålls i så hög grad som möjligt.

Lagringsstudier utfördes för att utvärdera ungefärlig hållbarhetstid. Autoklavering gav en produkt som var lagringsstabil vid 8 °C i flera månader, medan en mikrovågsbehandlad produkt hade en begränsad lagringstid (några veckor). Detta är förväntat eftersom mikrovågsbehandlingen med den typ av förpackning som valts inte når upp i temperaturer över 100 °C, vilket behövs för att kunna reducera mikroorganismerna tillräckligt för att få en lagringsstabil produkt vid rumstemperatur. Autoklavering med det använda programmet ger lagringsstabilitet även vid rumstemperatur för andra grönsaker, vilket gör det troligt att detta även gäller för kålprodukter.

Analys av näringsämnen samt andra hälsosamma ämnen i råvara och efter process

Både broccoli och grönkål har framhållits av livsmedelsmyndigheter som hälsosamma och näringsrika (Livsmedelsverket, 2016, 2025). Ett flertal näringspåståenden (Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1924/2006 av den 20 december 2006 om näringspåståenden och hälsopåståenden om livsmedel) kan göras för broccoliblad, t.ex. för fiber, vitamin C och kalcium. I projektet ingick även att utvärdera råvarans näringsinnehåll samt innehåll av vissa andra hälsosamma ämnen. Analyser av vitamin C och K, karotenoider samt glukosinolater utfördes med HPLC (High performance liquid chromatography) och HPLC-MS (HPLC med masspektrometri) på råvara och processat material, både autoklaverat och mikrovågsbehandlat. Även produkter från lagringsstudier analyserades.

Råvaror från sidoströmmarna innehöll höga halter av vitamin C och K, karotenoider och även glukosinolater. De karotenoider som var närvarande i högst halter var β -karoten, som är ett pro-vitamin A, samt lutein. I broccolibladen var glukosinolaten glukorafanin närvarande i högst halter, och i grönkålstjälkar glukioberin. Processmetod påverkar dock ofta hur väl ämnena bevaras. Mikrovågsbehandling befanns vara en mer skonsam metod än autoklavering, men en optimering av autoklaverings-tid och temperaturprogram kan troligen leda till bättre bevarande av näringsämnen även med denna processteknik. Näringsämnen/bioaktiva ämnen behövs oftast bättre vid lagring av autoklaverad råvara än i färsk råvara vid

lagring, så process av råvara bör ske så snabbt som möjligt. Lagring av färska hela blad bevarade ämnena bättre än lagring av färska hackade blad.

Marknadsaspekter och framtida produktion av produkter från sidoströmmar

Genom metoden Innovation Due Diligence (IDD), har en strukturerad marknadsanalys genomförts i projektet. Metoden ger en struktur för att systematiskt analysera innovationens potential, identifierar målmarknader och utvärderar kommersialiseringsmöjligheter. Sensorisk utvärdering utfördes av en panel. De testade fyra produkter; autoklaverade broccoliblad, mikrovågsbehandlade broccoliblad, autoklaverade grönkålstjälkar samt mikrovågsbehandlade grönkålstjälkar. Mikrovågsbehandlade produkter upplevdes ha en något hårdare, fibrös textur, medan autoklaverade produkter upplevdes mjukare och mer vattniga. Grönkålen visade större uttalade sensoriska skillnader beroende på vald processteknik än broccoli.

Som ett led i utvärderingsprocessen i marknadsanalysen genomfördes en undersökning där kockar i offentliga kök, som skolor och förskolor, deltog i en utvärdering av de nya processade sidoströmsprodukterna. Kockarna prövade även produkterna genom att testa dem i provlagning av olika maträtter. Marknadsanalysen visade att det finns en tydlig potential, men med utrymme för viss förbättring i avseende textur och färg, för dessa produkter inom offentliga kök. Trender i samhället och i de offentliga köken, som efterfrågan på hälsosamma och näringsrika livsmedel, samt ett ökat intresse för hållbar produktion och minskat matsvinn, bidrar till att öka attraktiviteten för produkter från sidoströmmar på marknaden.

Referenser

- Eriksson, M., Bartek, L., Löfkvist, K., Malefors, C., Olsson, M.E. 2021. Environmental Assessment of Upgrading Horticultural Side Streams—The Case of Unharvested Broccoli Leaves. Sustainability, 13(10):5327. <https://doi.org/10.3390/su13105327>
- Livsmedelsverket, 2016. Grönsaker, svamp och frukt - analys av näringsämnen. Livsmedelsverkets rapportserie nr 3/2016. Hämtat 250303. [gronsaker-svamp-och-frukt---analys-av-naringsamnen---rapport-3_2016.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/publiserat-och-forsatt/gronsaker-svamp-och-frukt---analys-av-naringsamnen---rapport-3_2016.pdf)
- Livsmedelsverket, 2025. Hämtat 2025-03-26: [Tio i topp - näringsrikast av de grönsaker vi äter mest av](#)
- Loboguerrero, A.M., Campbell, B.M., Cooper, P.J.M., Hansen, J.W., Rosenstock, T., Wollenberg, E. 2019. Food and Earth Systems: Priorities for Climate Change Adaptation and Mitigation for Agriculture and Food Systems. Sustainability, 11, 1372. <https://doi.org/10.3390/su11051372>
- Olsson M., Löfkvist K., Hagström G., Eriksson M., Albin R., Löfström C., Eliasson L., Bohm Tadic V., Ulinder A., Nilsson U. Ta vara på odlingens sidoströmmar – exemplet broccoli. LTV-Fakultetens Faktablad 2023:9. Hämtat 2025-03-25. [Ta vara på odlingens sidoströmmar – exemplet broccoli | SLU publication database \(SLUpub\)](#)
- Regeringskansliet, 2024. Hämtat 2025-03-25: [Regeringen satsar 356 miljoner på att stärka försörjningsförmågan av livsmedel och dricksvatten - Regeringen.se](#)
- Regeringskansliet, 2025. Hämtat 2025-03-25: [Uppdaterad strategi för ökad svensk livsmedelsproduktion – Livsmedelsstrategin 2.0 - Regeringen.se](#)



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden



Ökad livsmedelsproduktion i Sverige – sidoströmmar blir nya produkter

Ansvärgivare: Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap (LTV), Sveriges lantbruksuniversitet, 2025. **Layout:** Grafisk service Alnarp.

© Marie Olsson, Gun Hagström, Malin Olsson, Jonas Jönsson, Charlotta Löfström, Birgitta Raaholt, Fredrik Holmgren Holm, Martina Bergentall, Matilda Löfgren, Ingela Persson, Simon Tadic, Gustav Gibrand, Veronica Öhrvik

