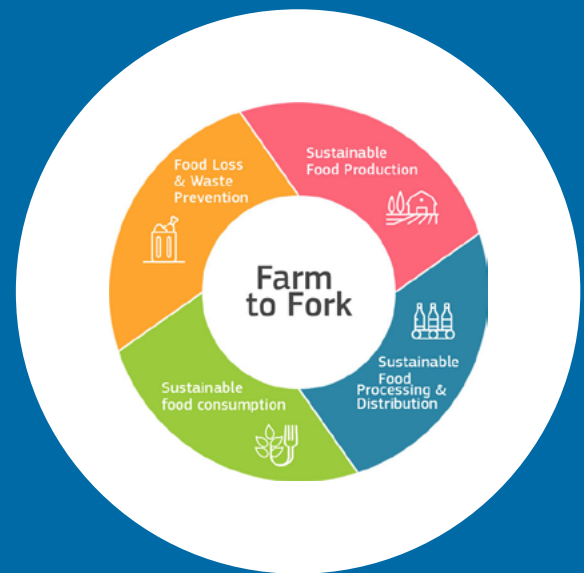




FUTURE
FOOD



Transport av bladgrönsaker med batteridrivna tunga lastbilar



Beatrix W. Alsanius, Andreas Nicolaidis Lindqvist, Ivar Vågsholm | SLU Future Food
| SLU Future Food Reports 16:9 | 2023

Transport av bladgrönsaker med batteridrivna tunga lastbilar

Författare: Beatrix W. Alsanus (Institutionen för biosystem och teknologi, SLU), Andreas Nicolaidis Lindqvist (Institutionen för biosystem och teknologi, SLU & RISE, Research Institutes of Sweden), Ivar Vågsholm (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU)

Publikation: SLU Future Food Reports 16:9

Utgivningsår: 2023, Uppsala

Utgivare: Sveriges lantbruksuniversitet, framtidsplattformen SLU Future Food

Layout: Cajsa Lithell

Omslag: Spenat, Thilo Becker

Illustrationer: Fredrik Saarkoppel, sid 1






Foton: Pixnio, sid 2; Pixabay, sid 3, 7, 8; Rawpixel sid 9

ISBN nummer: 978-91-8046-829-9 (elektronisk), 978-91-8046-828-2 (tryckt)

DOI: <https://doi.org/10.54612/a.1kv6bthjsp>

SLU Future Food

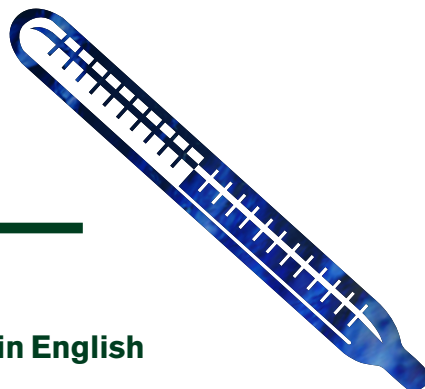
SLU Future Food är en forskningsplattform vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) som samordnar forskning och samverkan för att utveckla ett ekonomiskt, ekologiskt och socialt hållbart livsmedelssystem.

-  www.slu.se/futurefood
-  SLU Future Foods nyhetsbrev
-  @SLUFutureFood
-  Feeding your mind
-  futurefood@slu.se



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE

Sammanfattning



Sammanfattning på svenska

Tre viktiga anledningar till varför det svenska livsmedelssystemet är beroende av transporter är låg självförsörjningsgrad, centralisering av marknaden samt mycket varierande klimatförhållanden i Sverige som hindrar lokalproduktion av vegetabilier. Transporter av varor som är beroende av en kylkedja kräver inte bara energi för själva transporten, utan också för att hålla temperaturen på en nivå som inte äventyrar livsmedelssäkerhet och produktens hållbarhet. Målkonflikten berör tre globala miljömål, nämligen SDG2 – ingen hunger, SDG12 – hållbar konsumtion och produktion, samt SDG13 – bekämpa klimatpåverkan. Byte av energiplattform leder till ett paradigmskifte vad gäller infrastruktur och logistik. Då målkonflikten ställs under paraply av SDG12 – hållbar industri, innovationer och infrastruktur, kan en framåtsyftande lösning skapas. Här belyser vi frågeställningen utifrån exemplet ”kyltransport av bladgrönsaker”.

Summary in English

Low self-sufficiency, centralisation of the market, and highly variable climatic conditions in Sweden that prevent local production of crops are three important reasons why the Swedish food system is dependent on transports. Transporting goods that rely on a cold chain requires energy not only for the transport itself, but also to maintain the temperature at a level that does not compromise food safety and product shelf life. The dilemma concerns three sustainable development goals (SDG), namely SDG2 – no hunger, SDG12 – sustainable consumption and production, and SDG13 – combating climate change. Changing the energy platform leads to a paradigm shift in terms of transport infrastructure and logistics. Viewing the dilemma through SDG12 – sustainable industry, innovation and infrastructure, the dilemma might be disentangled. We use “Cold transport of leafy vegetables” as an example in this report.



Inledning

Tre viktiga anledningar varför det svenska livsmedelssystemet är beroende av transporter är låg självförsörjningsgrad, centralisering av marknaden samt mycket varierande klimatförhållanden som hindrar lokalproduktion av vegetabilier. Samtidigt är ett ”hållbart livsmedelssystem” ett uttalat mål i förvaltning, företag, handel och logistik samt hos konsumenten (Regeringens proposition, 2017). För att stödja hållbara livsmedelskedjor från jord till bord håller elektrifierade transportsystem på att introduceras. Transporter av varor som är beroende av en kylkedja kräver inte bara energi för själva transporten, utan också för att hålla temperaturen på en nivå som inte äventyrar livsmedelssäkerhet och produktens hållbarhet (se faktaruta).

Kylning kräver fysiska och ekonomiska resurser. Behöver temperaturen under transporten verkligen vara så låg som 4 °C för att hålla bladgrönsaker fräscha? Vad blir konsekvensen om temperaturen skulle ökas något (t. ex. till 8 °C)?

För att undvika språkförbistring kring begreppet ”hållbarhet” kommer hållbarhet som relaterar till produkten (*shelf-life*) betecknas som produktens hållbarhet eller produkthållbarhet, medan hållbarhet relaterat till miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet (*sustainability*) benämns hållbarhet.

Vilka lösningar och framtida satsningar krävs? Inom ramen för föreliggande strategianalys fokuserar vi på en särskilt känslig, men mycket eftertraktad produkt, nämligen tvättade bladgrönsaker i påse. Det finns få företag som förädlar bladgrönsaker i Sverige och distributionen av förpackade och förtvättade bladgrönsaker över hela landet är beroende av transporter. Bladgrönsakernas hållbarhet är kort (ca 15 dagar efter sköljning och packning



(processning)) och en regelbunden lastbilstransport från förädlingsföretaget via grossister till detaljhandelns försäljningsställen tar i nuläge ca. tre dagar.

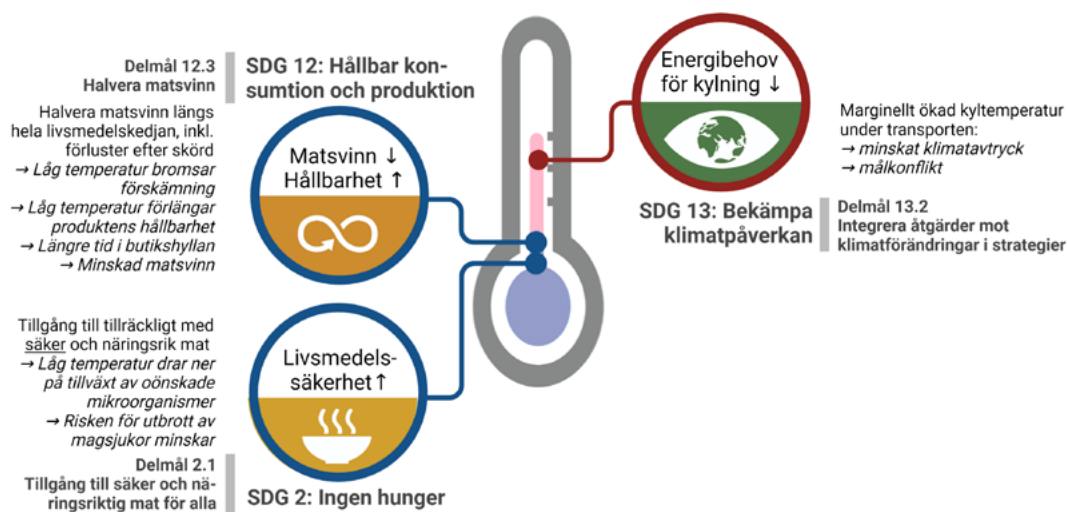
De huvudsakliga flaskhalsarna (*modifierare*) är temperatur och energianvändning. Tre dimensioner påverkas, nämligen produktens kvalitet samt hållbarhet och därmed andelen matsvinn, livsmedelssäkerheten och därmed folkhälsan samt en klok användning av resurser (Figur 1). Dilemman anknuter till ambitionerna i tre centrala globala miljömål (SDG), nämligen SDG2 – ingen hunger, SDG12 – hållbar konsumtion och produktion och SDG13 – bekämpa klimatpåverkan.

Flaskhalsar

De huvudsakliga flaskhalsarna för transport av bladgrönt:

1. Temperatur
2. Energianvändning

Vår rapport bygger på en mycket generaliserad scenariorstudie (Alsanius et al., 2021), där bakgrundsfakta presenteras. I viss mån kan likheter i text förekomma.



Figur 1. Temperatur: en central modifierare vid transport av bladgrönsaker och sambandet med tre av de globala hållbarhetsmålen och valda delmål, SDG2 Ingen hunger (2.1), SDG12 Hållbar konsumtion och produktion (12.3) samt SDG13 Bekämpa klimatpåverkan (13.2). Inrikestransporter står för en tredje del av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. En marginellt förhöjd kyltemperatur under transporten minskar energibehovet under transporten och skulle därmed vara en strategi för att minska klimatpåverkan av transporter i livsmedelssystemet. Samtidigt leder det till oönskade effekter på kylvarans hållbarhet och livsmedelssäkerheten. Att hålla låg temperatur under transporten bromsar tillväxt av oönskade mikroorganismer på bladgrönsaker och håller förskämning i schakt, samtidigt som lagring vid låg temperatur kräver mer energi för nedkylning av och bibehållen kyla i transportutrymme. (Illustration Beatrix Alsanius)

Strategi 1: Kyltemperatur under transporten

Enligt slutrapporten av transportsystemutredningen står inrikestransporter för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (Kungliga Ingejörsvetenskapsakademien (IVA), 2019). Av detta beräknades 29% komma från lätta och tunga lastbilar år 2019 (32 % genom lätta; 68 % genom tunga lastbilar) (Naturvårdsverket, 2020). Vid transport av kylvaror krävs energi både för att driva fordonet och för att sänka och bibehålla en låg temperatur i lastutrymmet. Förutom miljöbelastning genom fossila bränslen bidrar också kylmedelsläckage till emission av växthusgaser i detta sammanhang (Adekomaya et al., 2016).

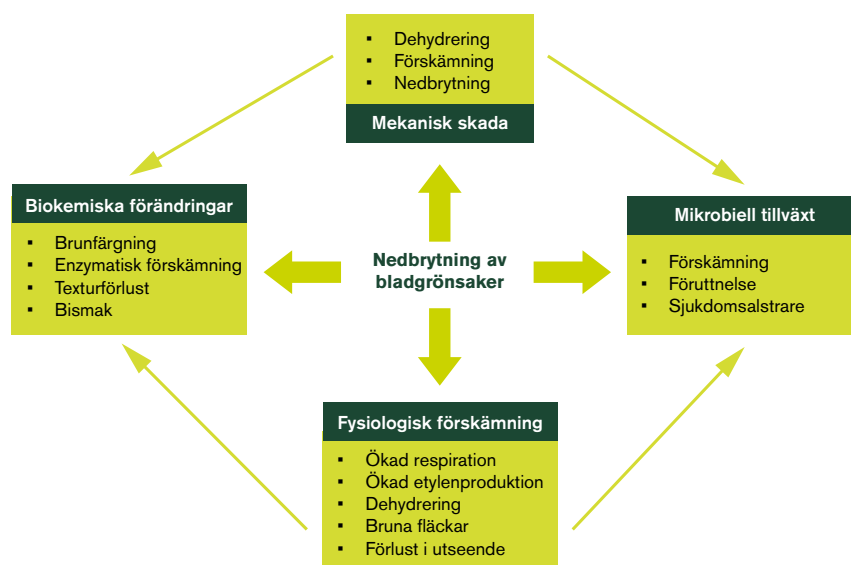
Att öka kyltemperatur ger en tidsvinst vad gäller nedkylningsprocessen och en energibesparing

Beroende på typ av kylfordon kan nedkylningsprocessen från omgivningens temperatur till +2 °C ta mellan 1,8 till 5,6 timmar (Estrada-Flores and Eddy, 2006).

Temperaturdynamiken i lastutrymmet påverkas av antalet dörröppningar och av utrymmets isolering (Estrada-Flores and Eddy, 2006). I detta sammanhang är det viktigt att beakta att även isoleringsmaterial åldras och därmed dess värmeledande förmåga (årlig förlust av isoleringsförmåga: 3-5% (Tassou et al., 2009)). Energiförbrukningen för dieseldrivna kylaggregat står för ungefärligen 24% av den totala energiförbrukningen hos tunga kyltransportfordon (Tassou et al., 2009).

Konsekvens 1A: Ökad temperatur under transporten leder till ökad förskämning och minskad produktkvalitet samt hållbarhet. Matsvinnet ökar.

Ur ett konceptuellt perspektiv är skördade vegetabilier en organisk matrix som befinner sig i en stadig process av nedbrytning (Mogren et al., 2018). Tillvaron efter skörd är en dramatisk process som tidigare sammanfattats av Artés och Allende (2005) enligt Figur 2. Temperatur är den enskilt



Figur 2 Processer och förändring av bladgrönsaker efter skörd (enligt Artés and Allende, 2005 modifierat).

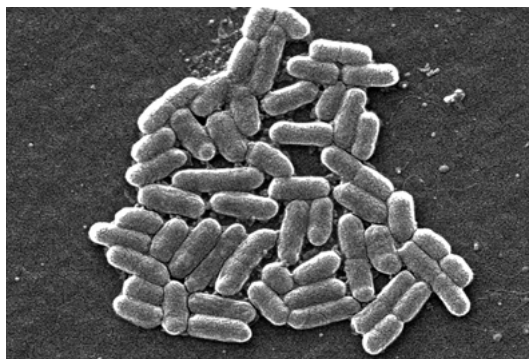
viktigaste faktorn för att bromsa denna process både ur ett fysiologiskt och ett mikrobiologiskt perspektiv. Genom låg och jämn temperatur under lagring, förädling och distribution samt exponering i processen kan produktens yttre kvalitet bibehållas under en längre tid och därmed produktens hållbarhet förlängas (Chen et al., 2020, Ferrante and Maggiore, 2007).

Olika frukter och grönsaker skiljer sig i behov och tolerans av kylning efter skörd för att bibehålla god vigör. Generellt gäller bladgrönsaker som okänsliga för mycket låga temperaturer (0–4 °C). Vid dessa temperaturnivåer bibehålls bladgrönsakers kvalitet väldigt väl. Om ender till exempel lagras vid 4,5 °C kan produktens kvalitet bibehållas i mer än 10 dagar. Lagras ender istället vid 8,9 °C uppstår nedsatt kvalitet redan efter 4 dagar (Piagentini et al., 2005). Detta innebär att produkten knappt hinner till butikens hylla förrän produktkvaliteten påtagligt avtar, om man gör avkall på låg temperatur under transporten. I synnerhet med tanke på långväga transporter är detta ödesdigert. En liknande bild kan tecknas för många andra bladgrönsaker.

Vid sidan av temperatur påverkas hållbarheten också av växtslag, sortval, bladets position på växten samt odlingsäsong (Koukounaras et al., 2020). Det finns förstås ett antal bladgrönsaker som är mindre känsliga för förhöjda temperaturer under lagring, t.ex. grönkål. Men, i och med att transportlogistiken inte bygger på enskilda produkter, måste temperaturen under transporten styras med hänsyn till det känsligaste växtslaget.

Facit 1A: För att stödja SDG12 ska temperaturen i transportutrymmet inte överskrida 4 °C.

Konsekvens 1B: Ökad temperatur under transporten leder till uppförökning av skadliga organismer som orsakar magsjuka.



Bakterien *E. coli* förökades effektivare på spenat än rucola. Foto: Janice Haney Carr

Detta leder till mänskligt lidande och avbräck för privatekonomin, ökad belastning av sjukvårdssystemet, nationalekonomiska konsekvenser samt finansiella förluster för producenter och handeln.

Efter skörd förändras den mikrobiella samhällsstrukturen på bladgrönsaker. Den styrs åt en större relativ abundans av bakterier förknippade med försämning (Rosberg et al., 2021). Låg temperatur har en dubbel effekt på mikroorganismer på och i bladen:

1. Genom reducerad nedbrytning av bladen (se flaskhals 1) frisätts mindre lättillgänglig näring som mikroorganismer kan tillgodogöra sig.
2. Många organismer tappar i vitalitet och förökar sig långsammare.

Psykrofila bakterier (dvs. bakterier som kan växa vid låga temperaturer) imponeras inte av sådana betingelser. Exempel på sådana bakterier är *Listeria monocytogenes* och *Yersinia enterocolitica*, två humanpatogener. *L. monocytogenes* förekommer på bladgrönsaker och i salladsmixar (Beuchat, 1996, Little et al., 2007, Söderqvist, 2017, Söderqvist et al., 2017, Thisted-Lambertz et al., 2012, Pingulkar et al., 2001, Nousiainen et al., 2016); i en engelsk studie återfanns den i 4,8% av blandsallader (Little et al., 2007). Denna smitta kan orsaka allvarlig

*En detaljerad sammanställning av miljöbetingelser som begränsar resp. befämjar *Listeria monocytogenes* finns i ICMSF 1998. *Microorganisms in food: Characteristics of microbial pathogens*, London, Chapman & Hall.

sjukdom hos gravida, nyfödda, äldre personer samt personer med nedsatt immunförsvar. Den kräver också stora samhällsresurser i och med att den kräver sjukhusvård för de flesta patienterna. Dödligheten ligger på 20–30%.

Utbrott av magsjuka orsakar lidande för den smittade personen men är också ett ekonomiskt avbräck för patienten. Det drabbar även samhället (sjukvård, både polikliniskt och kliniskt), samhällsfunktioner, handeln och odlarna, lokalt, regionalt, nationellt och internationellt. Utbrott på en viss produkt kan leda till konsekvenser för parallellprodukter.

L. monocytogenes är inte särskilt kräsen vad gäller miljöbetingelser och kan vistas i sura och alkalina miljöer (pH 4,3–9,8), under kalla och varma betingelser (0,5–43 °C) och i olika atmosfäriska betingelser. Höga salthalter och en vattenaktivitet lägre än 0,91 sätter stopp för osmotoleransen av *L. monocytogenes*.* Livsmedel som tillåter uppförkning av *L. monocytogenes* får enligt EU-riktlinjer inte överskrida 100 kolonibildande partiklar (CFU) /g (EU, 2005).

I studier med bladgrönsaker konstaterades mycket långsam tillväxt (låg dubblingstid; mycket marginell tillväxt) av *L. monocytogenes* vid låg temperatur (<5 °C) oberoende av växtslaget. Inte bara maximiantalet kolonier påverkas av temperatur utan också lagfasens längd förändras; den sjönk med ökande temperatur (se Alsanius et al. 2021 och referenser däri). Växtslaget inverkar på målorganismens tillväxtpotential. Enligt Sant'Ana et al. (2012) var tillväxtpotentialen av *L. monocytogenes* störst på rucola jämfört med andra bladgrönsaker lagrade vid 7 °C (rucola > spenat > huvudsallat > eskarolesallat), medan enterohämoragisk *E. coli* förökades effektivare på spenat än rucola (Söderqvist et al., 2017).

Facit 1B: För att stödja SDG2 och 3 (hälsa och välbefinnande) ska temperaturen i transportutrymmet inte överskrida 4 °C.



Strategi 2: Ändrad energi-plattform och infrastruktur

Redan år 2012 (dvs för 10 år sedan) varnade Williams et al. (2012) att ett energiskifte i transportsektorn är en förutsättning för att minska dess negativa effekt på klimatet. Enligt Williams et al. (2012) kommer enbart elektrifiering som också inkluderar transporter möjliggöra en drastisk reduktion av växthusgaser. I en livscykelanalys av tunga lastbilar lyfts batteridrivna tunga fordon fram som minsta klimatbelastande i drift, förutsatt att energin genereras från förnyelsebara energikällor (Sen et al., 2017). Hittills saknas undersökningar som specifikt belyser kyltransporter i tunga batteridrivna lastbilar. Kända utmaningar från vanliga batteridrivna lastbilar gäller också för kyltransporter, nämligen

1. missförhållandet mellan högt energibehov för transport och låg energitäthet i batterier,
2. lastutrymmets minskning till förmån av inhyssning av batterier samt
3. laddningsinfrastrukturen.

Val av lasttransporttyp pekas ut som en ytterligare begränsande faktor (Liimatainen et al., 2019).

Konsekvens 2: Byte av energiplattform förutsätter effektivisering av batterier, utbyggnad av laddningsinfrastrukturen, en grundläggande investering i lastbilsflottan samt en förändrad syn på logistik.

Övergång från diesel- till batteridrivna fordon är ett paradigmskifte. Att byta energiplattform kräver också en förändrad syn på logistik. Ett sådant ändrat perspektiv på logistik (laddnings sätt, laddningsintervall) förväntas också göra tunga batteridrivna fordon rimliga med hänsyn till ekonomin (Nykvist and Olsson, 2021). Genom ett ändrat laddnings sätt och laddningsintervall ligger fokus på laddningsinfrastrukturen och tillgång till snabbladdningsstationer. Med tillgång till snabbladdningsstationer med hög

laddningskapacitet (350 kW) kan transporter på medeldistans (400 km) och långdistans (900 km) reduceras till en tredjedel (8 h jf 22 h) resp. nästan hälften (29 h jf 46 h) av tiden som vid lägre laddningskapacitet (150 kW) (Alsanius et al. 2021).

Facit 2: En utbyggd infrastruktur för snabbladdning med hög laddningskapacitet möjliggör skyndsamt kyltransport av bladgrönsaker med batteridrivna tunga lastbilar, med sänkt klimatpåverkan.

Detta stödjer primärt SDG 7 (hållbar energi för alla), 9 (hållbar industri, innovationer och infrastruktur) och 13 (bekämpa klimatförändringar) och samtidigt de målen som identifierats under flaskhalsarna 1 och 2. Transport under dessa betingelser medför längsta möjliga produkt hållbarhet och tillåter en lång exponering i butikens kylhylla.



Slutsats

Byte av energiplattform medför ett paradigmskifte. Ändrat perspektiv vad gäller infrastruktur för laddning och logistik kan förena

annars motsatta miljömål vid kyltransport av ömtåliga livsmedel över medellånga och långa distanser.








Referenser

- ADEKOMAYA, O., JAMIRU, T., SADIKU, R. & HUAN, Z. 2016. Sustaining the shelf life of fresh food in cold chain – A burden on the environment. *Alexandria Engineering Journal*, 55, 1359-1365. doi: 10.1016/j.aej.2016.03.024.
- ALSANIUS, B.W., NICOLAIDIS LINDQVIST, A. & VÅGSHOLM, I. 2021. Green wheel – om målkonflikten rörande tunga batteridrivna vägtransporter och mikrobiella faror samt hållbarhet av bladgrönsaker. In: LTV-FACULTY (ed.). Alnarp: Department of Biosystems and Technology.
- ARTÉS, F. & ALLENDE, A. 2005. Processing lines and alternative preservation techniques to prolong the shelf-life of minimally processed leafy vegetables. *European Journal of Horticultural Sciences*, 70, 231-245.
- BEUCHAT, L. R. 1996. *Listeria monocytogenes*: Incidence on vegetables. *Food Control*, 7, 223-228. doi: 10.1016/s0956-7135(96)00039-4.
- CHEN, L., PAN, Y., LI, H., LIU, Z., JIA, X., LI, W., JIA, H. & LI, X. 2020. Constant temperature during postharvest storage delays fruit ripening and enhances the antioxidant capacity of mature green tomato. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, e14831. doi: 10.1111/jfpp.14831.
- ESTRADA-FLORES, S. & EDDY, A. 2006. Thermal performance indicators for refrigerated road vehicles. *International Journal of Refrigeration*, 29, 889-898.
- EU 2005. Commission regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L338, 1-26.
- FERRANTE, A. & MAGGIORE, T. 2007. Chlorophyll a fluorescence measurements to evaluate storage time and temperature of *Valeriana* leafy vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 73-80. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.02.003.
- ICMSF 1998. *Microorganisms in food: Characteristics of microbial pathogens*, London, Chapman & Hall.
- KOUKOUNARAS, A., BANTIS, F., KARATOLOS, N., MELISSAS, C. & VEZYROGLOU, A. 2020. Influence of pre-harvest factors on postharvest quality of fresh-cut and baby leafy vegetables. *Agronomy-Basel*, 10. doi: 10.3390/agronomy10020172.
- KUNGLIGA INGEJÖRSVETENSKAPS-
AKADEMIN (IVA) 2019. Så klarar Sveriges transporter klimatmålen. Stockholm: IVA
- LIIMATAINEN, H., VANVLIET, O. & APLYN, D. 2019. The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis. *Applied Energy*, 236, 804-814. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.12.017.
- LITTLE, C. L., TAYLOR, F. C., SAGOO, S. K., GILLESPIE, I. A., GRANT, K. & MCLAUCHLIN, J. 2007. Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* species in retail pre-packaged mixed vegetable salads in the UK. *Food microbiology*, 24, 711-717. doi: 10.1016/j.fm.2007.03.009.
- MOGREN, L., WINDSTAM, S., BOQVIST, S., VÅGSHOLM, I., SÖDERQVIST, K., ROSBERG, A. K., LINDÉN, J., MULAOSMANOVIC, E., KARLSSON, M. E., UHLIG, E., HÅKANSSON, Å. & ALSANIUS, B. W. 2018. The hurdle approach – A holistic concept for controlling food safety risks associated with pathogenic bacterial contamination of leafy green vegetables. A review. *Frontiers Microbiology*, 9, 1965. doi: 10.3389/fmicb.2018.01965
- NATURVÅRDSVERKET 2020. *Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen 2020*. Stockholm: Naturvårdsverket.

- NOUSIAINEN, L. L., JOUTSEN, S., LUNDEN, J., HANNINEN, M. L. & FREDRIKSSON-AHOMAA, M. 2016. Bacterial quality and safety of packaged fresh leafy vegetables at the retail level in Finland. *International Journal of Food Microbiology*, 232, 73-79. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.020.
- NYKVIST, B. & OLSSON, O. 2021. The feasibility of heavy battery electric trucks. *Joule*, 5, 1-13. doi: 10.1016/j.joule.2021.03.007.
- PIAGENTINI, A. M., MENDEZ, J. C., GUEMES, D. R. & PIROVANI, M. E. 2005. Modeling changes of sensory attributes for individual and mixed fresh-cut leafy vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 38, 202-212. doi: 10.1016/j.postharvbio.2005.07.001.
- PINGULKAR, K., KAMAT, A. & BONGIRWAR, D. 2001. Microbiological quality of fresh leafy vegetables, salad components and ready-to-eat salads: an evidence of inhibition of *Listeria monocytogenes* in tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 15-23.
- REGERINGENS PROPOSITION 2017. En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet. In: NÄRINGSDEPARTEMENTET (ed.). Stockholm.
- ROSBERG, A. K., DARLISON, J., MOGREN, L. & ALSANIUS, B. W. 2021. Commercial wash of leafy vegetables do not significantly decrease bacterial load but leads to shifts in bacterial species composition. *Food microbiology*, 94, 103667. doi: 10.1016/j.fm.2020.103667.
- SANT'ANA, A. S., BARBOSA, M. S., DESTRO, M. T., LANDGRAF, M. & FRANCO, B. D. G. M. 2012. Growth potential of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in nine types of ready-to-eat vegetables stored at variable temperature conditions during shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*, 157, 52-58.
- SEN, B., ERCAN, T. & TATERI, O. 2017. Does a battery-electric truck make a difference? Life cycle emissions, costs, and externality analysis of alternative fuel-powered Class 8 heavy-duty trucks in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 141, 110-121. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.046.
- SÖDERQVIST, K. 2017. Is your lunch salad safe to eat? Occurrence of bacterial pathogens and potential for pathogen growth in pre-packed ready-to-eat mixed-ingredient salads. *Infection Ecology & Epidemiology*, 7, 1407216–Article No.: 1407216. doi: 10.1080/20008686.2017.1407216.
- SÖDERQVIST, K., THISTED-LAMBERTZ, S., VAGSHOLM, I., FERNSTRÖM, L.-L., ALSANIUS, B. W., MOGREN, L. & BOQVIST, S. 2017. Fate of *Listeria monocytogenes*, pathogenic *Yersinia enterocolitica*, and *Escherichia coli* O157:H7 gfp(+) in ready-to-eat salad during cold storage: What Is the risk to consumers? *Journal of Food Protection*, 80, 204-212. doi: 10.4315/0362-028x.Jfp-16-308.
- TASSOU, S. A., DE-LILLE, G. & GE, Y. T. 2009. Food transport refrigeration – Approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport. *Applied Thermal Engineering*, 29, 1467-1477. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2008.06.027.
- THISTED-LAMBERTZ, S., NILSSON, C., BRÅDENMARK, A., SYLVÉN, S., JOHANSSON, A., JANSSON, L.-M. & LINDBLAD, M. 2012. Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods in Sweden 2010. *International Journal of Food Microbiology*, 160, 24/31.
- WILLIAMS, J. H., DEBENEDICTIS, A., GHANADAN, R., MAHONE, A., MOORE, J., MORROW III, W. R., PRICE, S. & TORN, M. J. 2012. The technology path to deep greenhouse gas emissions cuts by 2050: The pivotal role of electricity. *Science*, 335, 53-59.

SLU Future Food

SLU Future Food är en forskningsplattform vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) som samordnar forskning och samverkan för att utveckla ett ekonomiskt, ekologiskt och socialt hållbart livsmedelssystem.

-  www.slu.se/futurefood
-  SLU Future Foods nyhetsbrev
-  @SLUFutureFood
-  Feeding your mind
-  futurefood@slu.se



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE