

## Rapport 20230301

# Frysning och fryslagring av livsmedel; en viktig integrerad del av det totala livsmedelssystemet

Christina Skjöldebrand, Docent och tidigare professor i Livsmedelsteknik vid Lunds Tekniska Högskola och Cecilia Mark-Herbert PhD, Universitetslektor, docent vid Sveriges lantbruksuniversitet SLU

(arbetet har genomförts även med synpunkter från professorerna i Livsmedelsteknik från Lunds Tekniska Högskola Petr Dejmek Federico Gomez och docent i Livsmedelsteknik LTH Ingegerd Sjöholm)

### Bakgrund

Det finns inget fastställt mål för Sveriges försörjningsförmåga när det gäller livsmedel. Trots en otydlig målbild arbetar Jordbruksverket, Livsmedelsverket och Statens veterinärmedicinska anstalt, SVA, för målet att Sveriges befolkning ska ha tillgång till den mängd säkra livsmedel, inklusive dricksvatten, som behövs under minst tre månader vid en höjd beredskap och vid samhällsstörningar (Jordbruksverket 2023, Sveriges livsmedelsförsörjning). Försörjningsförmågan omfattar hela kedjan från jord till bord. Den är beroende av en fungerande inhemsk jordbruks- och livsmedelsproduktion och att flödet av varor i livsmedelskedjan kan fortsätta utan avbrott. Det innebär också att transporter, tjänster och insatsvaror behöver säkras. Livsmedelsmarknaden är global och förutsätter fungerande logistik-, valuta- och betalningsflöden. De flesta företag är vinstdrivande och har små lager i alla led.

Livsmedelssystemet består av alla företag som omvandlar jordbruksråvara till konsumtionsfärdiga livsmedel och distribuerar dessa till konsument i form av livsmedelsprodukter eller måltider. Exempel på omvandling kan vara mognad, infrysning, upptining eller annan maskinell behandling. I denna rapport beskrivs livsmedelssystemet och de olika delarnas funktion och hur de hänger ihop. Detta görs i fem olika led: Primär-produktion, livsmedelsindustri, handel och konsument samt återföring av resurser till primärproduktion.

### Syfte och mål med arbetet

Syftet med arbetet bakom rapporten är att ge en beskrivning av hela livsmedelskedjan, dess olika delars funktioner och kombinationen teknik och biologi. Detta ger viktig kunskap samt underlag för att omvandla råvaror i primärledet till, för konsumenten, önskade produkter plus att under vägen erhålla ett minskat svinn, d.v.s. använda råvaran, den biologiska produkten, så långt som är möjligt. Målet med arbetet är att utifrån kunskap och litteratur ha en noggrann beskrivning av funktionen hos livsmedelssystemet olika delar.

## Om Livsmedel - Råvaran som blir mat

Livsmedel och jordbruksråvaror betraktas i allmänhet som tämligen lågteknologiska produkter- men mängden kunskap och forskning som ligger inbäddad i produktion av en tomat eller en påse mjöl är långt mycket större än vad dagens livsmedelskonsumenter känner till. Bakom dagens grödor och produktionsdjur ligger årtionden av forskning inom bland annat genetik, växtförädling, ekologi och bioteknik.

En livskraftig bransch bör skapas som i framtiden kan exportera vårt kunnande – att arbeta systematiskt med teknik och automation. Sverige ligger högt i rankingen vad gäller innovationsförmåga i de flesta branscher, dock ännu inte inom livsmedelsområdet (Accorsiz & Manzini, 2019).

Sverige måste kunna skapa nya framgångsrika matprodukter och moderna livsmedelssystem med koppling till tjänster och processer baserade på innovationer. Detta minskar samtidigt belastning på miljö och klimat. Exempel på tidigare Svenska innovationer är just infrysning vilket utvecklades av just Frigoscandia under förra seklet

Livsmedelssektorns affärsstrategi är ofta kostnadsledarskap (det innebär att priset utgör den primära konkurrensfaktorn) men nu behövs också ”operativ excellens” baserad på teknik och biologi. Operativ excellens associeras till mycket stora företag men även små och medelstora företag kan uppnå om de använder ny teknik, som digitalisering och automation. Notera att dagens typiska livsmedelsföretag har mindre än 10 anställda. Man måste kunna visa hur dessa kan bli effektivare och mer konkurrenskraftiga.

Svinnet i de olika delarna är idag högt och detta måste minskas. Hela livsmedelskedjan måste samverka och varje steg hänger ihop med nästa steg för att systemet skall vara effektivt och för att konsumenten skall få önskade produkter (Livsmedelsverket, 2021).

## Livsmedel försörjningskedjan och dess delar – övergripande beskrivning

Livsmedelskedjan delas således in i fem led: Primärproduktion (jordbruksled), livsmedelsindustri, handel (försäljningsled), konsumentled och återföring till primärproduktion (jordbrukaren). (Bukeviciute, Dierx & Fabienne Ilzkovitz, 2009; Livsmedelsförsörjningskedjan 2022; Shafer, 2007)

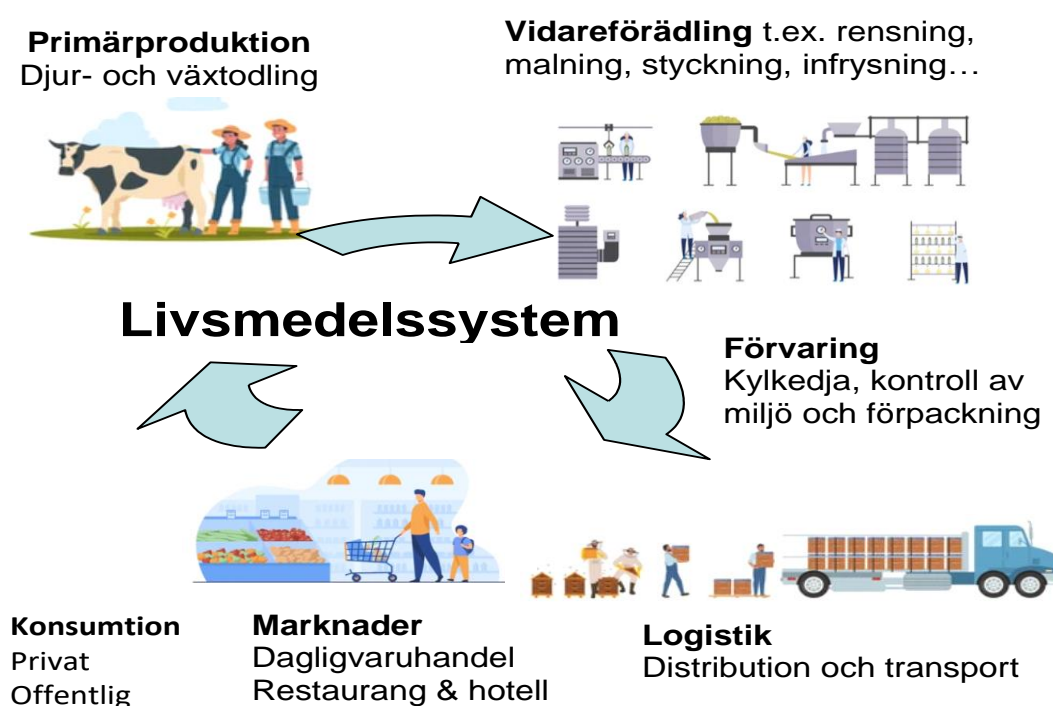
Förenklat finns primärproducenter i jordbruket, lantbrukare, står för primärproduktion i vilken insatsen av råvaror till livsmedelsföretagen produktion, för fortsatt förädling. Förädlingen innebär förändring av råvarorna så att dessa blir produkter som har egenskaper enligt krav från konsumenterna. Förädlingen sker oftast i processer med designade förhållanden som kan vara höga temperaturer, frysning eller mekaniska processer. De bearbetade produkterna levereras vidare till handelskedjorna i försäljningsledet som i sin tur möter konsumenterna i detaljhandeln.

Detta är en grov schematisk indelning och det kan finnas såväl direkta länkar mellan till exempel primärproducenter i jordbruket och konsumenter som vertikal integration av kedjans olika led. Dessutom kompliceras bilden av internationella länkar som import av insatsvaror eller export av företagens produkter. Dessa länkar är dock relativt begränsade för jordbruket och för parti- och detaljhandeln. Däremot är dessa länkar mer betydelsefulla för livsmedelsindustrin där värdet av företagets import och export som andel av totala omsättningen varierar från 2.5 procent i mejerisektorn upp till hela 22 procent i genomsnitt för den heterogena gruppen ”övriga” livsmedel

(Gidlund & Malmer, 2021).

Spårbarhet av olika komponenter, oönskade eller sådana som skall finnas i produkterna, har på senare år (ex Galna kosjukan i början av 2000 talet) blivit allt viktigare att få med och definieras/styrs från regelverken.

En sammanfattande bild av principiella delar i ett livsmedelssystem ges i Figur 1.



Figur 1. En förenklad bild av ett cirkulärt flöde i termer av ett livsmedelssystem (inspirerat av <https://africabusiness.com/2016/11/20/revolutinising-the-global-food-system/>)

Figuren förklaras vidare i den följande texten i termer av fem integrerade delar av livsmedelssystemet.

### De olika delarna i ett livsmedelssystem - funktion och hur de hör samman

Kärnan i livsmedelssystemet/livsmedelsvärdekedjan utgörs av de fem delarna. Dessa beskrivs i detalj i detta avsnitt. Leden måste integreras med och följa på varandra för att konsumenten skall få den produkt, och med de egenskaper, denna önskat sig.

1. Primärproduktionen (jordbruk)
2. Livsmedelsindustri (process förädling och frysning/värmesterilisering)
3. Handel
4. Konsumentledet
5. Återföring av resurser till primärproduktionen (jordbruk)

De fem leden är kärnan i livsmedelssystemet och omgärdas av nätverk av olika aktiviteter som förpackning, logistik, lagring och regelverk.

### 1. Primärproduktion

Detta begrepp används för att beskriva verksamheter på gård eller motsvarande nivå. Att odla och skörda grönsaker, föda upp djur före slakt, producera ägg och mjölk, fiska och jaga är exempel. Även att plocka och samla in vilda produkter som bär och svamp, musslor och kräftor ingår. Exempel på primärprodukter är spannmål, ägg, mjölk och honung. Primärproduktionen är starten på livsmedelskedjan. Egenskaperna hos primärprodukterna är beroende av t.ex. klimat i en odling, förhållanden för djurens uppfödning och sundhet. Egenskaperna hos dessa primärprodukter/råvaror bestämmer hur efterföljande processer skall hanteras. Exempelvis måste processerna designas utifrån den produkt som levereras från föregående led.

### 2. Livsmedelsindustri (förädling av livsmedlet från råvara till färdig produkt)

Enligt reglerna för Krav (miljö- och hållbarhetsmärkning på mat i Sverige) innebär förädling ett samlande begrepp för all beredning av jordbruksprodukter och andra livsmedelsråvaror till livsmedel, foder och produktionshjälpmedel (Krav, 2022). Exempel på förädling är malning av spannmål, safttillverkning, charkuteritillverkning, mejeri-, bageri-, slakteri- och styckningsverksamhet, konservering, djupfrysning, torkning eller annan konserverande behandling. Livsmedelsindustrin styrs av certifikat likt, BRC, IP livsmedel och Krav. Vi tvingas också följa dessa vilket inte är logiskt om vi inte är en aktör som hanterar livsmedlet under tillverkningsprocessen.

Förädling av livsmedel från råvara till produkt är omvandling av primärproduktionens råvaror till konsumentprodukter vilka har en speciell textur, sensoriska egenskaper och näringsegenskaper som kan erbjudas konsumenterna. Denna omvandling sker, oftast, med hjälp av processer där den tekniska omgivningen har designats baserat på råvarans egenskaper (näringsvärde, struktur, fukthalt/vattenhalt, proteinhalt, kolhydrater etc.) och slutmålet på förädlingsprocessen som bestämts utifrån konsumentens krav på egenskaper d.v.s. struktur, smak, näringsvärde färg etc. De tekniska förhållandena i processerna är ofta höga temperaturer (ugn eller värmekonservering), låga temperaturer (frysning, kylning) eller mekaniska förhållanden (kvarn). Förädling kan också innebära rensning, tvättning, skalning, blanchering, pastörisering, sönderdelning/malning, torkning (Björklund 2002; Hashmicro 2022 Business tech.)

### 3. Parti- och detaljhandel

I detta led av livsmedelssystemet lagras produkterna bl.a. hos detaljhandeln. Lagringsförhållandena måste designas utifrån produkternas egenskaper och optimala hållbarhet. Exempelvis temperatur som avgör produkternas lagringstid. Förvaringen kan vara frysning, kylning, rumstemperatur i butikens hyllor (Jensen, 2016). Kan man lägga till här att temperaturen dock vid överlåtagandet från producent till parti och detaljhandeln är på den nivån att den är säljbar (kärntemperaturen är -25°C vilket innefattar temperaturreserven utöver den -18°C som lager säger).

#### 4. Konsumentledet

I konsumentledet, även restauranter, tillagas produkterna utifrån vad de skall användas till som delar av en måltid. Tillagning och tillagningsprocedur har som bas att maten skall bli god för konsumenten, strukturen skall vara enligt önskemål, näringsvärdet optimeras för den enskilde samt att produktens pris skall vara hålla sig inom konsumentens acceptans

#### 5. Återföring av resurser till primärproduktionen

Efter konsumtion återförs en del av näringsämnen som inte förbrukats i förädlingen eller konsumentledet till jorden (i kompost, rötningsanläggningar och biogasproduktion eller i energiproduktion). Flödet av produkten följer alltid från råvara via förädling, processer till handelns lager och fram till konsument och ofta går flödet tillbaka till primärproduktionen.

Det man noterar ovan är att de olika delarna i systemet hänger ihop från råvarans egenskaper, som är utgångspunkt för förädlingen, processledet, transporten till handeln, eventuell följdprocess och förvaring enligt produktens egenskaper och möjlighet att lagras och säljas. Både t.ex. kyl- och frysförvaring eller värmekonservering förlänger "shelf-life", vilket också utgör en viktig del av hållbar utveckling i cirkulära system. Utan dess delar i systemet kan livsmedelssystemet inte anses cirkulärt.

Moderna perspektiv på livsmedelssystem (Se Figur 1 ovan) förutsätter ett cirkulärt resursflöde (Ellen Macarthur Foundation, 2023), vilket än mer pekar på behovet av att se helheter och resursflöden för alla parter som ingår i ett livsmedelssystem (direkta och indirekta intressenter). Utelämnas någon av delarna i systemet är det inte längre att betrakta som ett cirkulärt resursflöde.

#### Slutsatser

Slutsatsen av detta är att livsmedelsvärdekedjan, vilka består av fem huvuddelar, alla hänger intimt samman. Delarna är primärproduktion, där råvaran tas fram, industridelen förändrar produkten i processer bestående av värme, kyla och frysning, torkning, men även mekaniska förändringar. Därefter går produkten till detaljhandeln och lämplig förvaring – och sist till konsument och förhoppnings vid i viss retur till primärledet. Det som sker i föregående led påverkar helt nästa led. I varje led påverkas produkten i riktning mot målet. Alla delar i livsmedelssystemet är viktiga för kvalitetssäkring och hållbar utveckling.

Vår uppfattning är således att Frigoscandia bedriver en industriell tillverkningsprocess i form av infrysning, nedfrysning, upptining, fryslagring och saltlakebehandling och processen är integrerad med kundernas bidrag i ett livsmedelssystem.

## Referenser

- Accorsiz, R, Manzini, R. 2019. *Sustainable Food Supply Chains Planning, Designs and Control through Interdisciplinary Metodologies* Elsevier (<https://www.elsevier.com/books/sustainable-food-supply-chains/accorsi/978-0-12-813411-5> ).
- Beckeman M. 2011. *The Potential for Innovation in the Swedish Food Sector* Avhandling Lunds Tekniska Högskola (<https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/6010666/1939974.pdf> )
- Berk, Z. 2013. *Food Process Engineering and Technology* Academic Press, Elsevier, (ISBN: 9780124159235)
- Björklundc, M. 2002. Distribution av temperaturkänsliga livsmedel .Examensarbete Institutionen för Designvetenskaper Avdelningen för Förpackningslogistik (<https://www.lu.se/lup/publication/1318607>)
- Bukeviciute, L, Dierx, A. & Fabienne Ilzkovitz, F. 2009 *The functioning of the food supply chain and its effect on food prices in the European Union.* [https://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/pages/publication15234\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication15234_en.pdf)
- Ellen Macarthur Foundation. 2023. *A circular economy for food will help people and nature thrive* <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/food/overview>
- Hashmicro 2022 Business tech. *Beskrivning av livsmedelssystemet inklusive frys och kylteknik Tips om frysteknik i livsmedelskedjan* <https://www.hashmicro.com/blog/tips-for-controlling-the-frozen-food-supply-chain/>
- Båth K., 2014. *Hot spots i kylkedjan*, rapport Jordbruksverket. <https://docplayer.se/27593353-Hot-spots-i-kylkedjan.html>
- Fellows, PJ 2022 *Food Processing technology Principles and practice*, (5e utgåvan) CRC Press Bok (<https://www.sciencedirect.com/book/9781845692162/food-processing-technology>)
- Gidlund, M. & Malmer, T. 2021 *Livsmedelskedjans nationella innovationssystem En systembeskrivning* rapport från Sweden Food Arena 2021. <https://swedenfoodarena.se/wp-content/uploads/Livsmedelskedjan-210311.pdf>
- Google Scholar "freezing rate storage temperature quality" och så får massor av referenser att hänvisa till. Man kan lägga till crystall size om man vill ha det ännu vetenskapligare.

- Jensen, S. 2016 *Optimala kyltemperaturer i Sveriges livsmedelsbutiker* BELIVS Innovationskluster SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. [https://www.ri.se/sites/default/files/2021-01/Optimala%20kyltemperaturer\\_0.pdf](https://www.ri.se/sites/default/files/2021-01/Optimala%20kyltemperaturer_0.pdf)
- Jordbruksverket 2023. *Sveriges livsmedelsförsörjning*. En Livsmedelsstrategi för Sverige
- Klevås J, & Karlberg M 2001. *Kylkedjan för livsmedel - en kartläggning av den svenska distributionen med fokus på temperaturbrister*. Examensarbete Institutionen för Designvetenskaper LTH Lund (<https://www.lunduniversity.lu.se/lup/publication/1318518>).
- Krav, 2022. Regler Utgåva 2022. <https://regler.krav.se/unit/krav-edition/2d892b1b-14f1-4249-8574-a5d711fe8ada>
- Livsmedelsförsörjningskedjan 2022. *Siemens beskrivning av livsmedelsvärdekedjan* <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/food-supply-chain/56057>
- Livsmedelsverket 2021, *Branschriktlinjer , rätt temperatur under lagring och transport för kylda och frysta livsmedel*. <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/nyheter-for-livsmedelsforetag/nyheter-for-foretag/reviderade-branschriktlinjer-for-fryst-och-kyld-mat>
- Malmer, T. & Gidlund, M. 2021 *Livsmedelskedjan som utvecklingsarena för hållbarhet och konkurrenskraft* Slutrapport Sweden Food Arena Nilsson, K., 1990. Frysprocessen och dess påverkan på fisk och fiskkvalitet Examensarbete SIK (<https://swedenfoodarena.se/livsmedelskedjan-som-utvecklingsarena/#:~:text=Det%20g%C3%B6rs%20bland%20annat%20i,%C3%B6ka%20f%C3%B6retagens%20f%C3%B6rm%C3%A5ga%20att%20ta>)
- Shafer, R. 2007. *Om livsmedelsvärdekedjan och dess delar* . En beskrivning om denna <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/food-supply-chain/56057> *Handbook of Food preservation* Second Edition CRC Press Bok
- Stekning, Bakning kokning 1975 . Seminarium på SIK Rapport 392
- Svensk Daglivaruhandel 2016. *Branschriktlinjer för fyst och kyld mat, Rätt temperatur under lagring och transport* (<https://www.svenskdagligvaruhandel.se/wp-content/uploads/Branschriktlinjer-2018-final.pdf>)
- Van Arsdel, W. 2002 *Quality and Stability of Frozen Foods Time-Temperature Tolerance Studies and Their Significance* A The American Chemical Society.
- Zhong, R. Wang A. & Xun Xu, 2016. *Food supply chain management: systems, implementations, and future research* Industrial management and data systems. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-09-2016-0391/full/html>