

Den svenska mejerimjölken sammansättning 2019-2020

Maria Karlsson



Innehåll

Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Syfte	4
Metod	5
Insamling av mjölk	5
Analyserade parametrar	5
Laboratorier	5
Statistisk bearbetning	13
Multivariat statistik	13
Resultat	14
Proteiner och mindre kväveföreningar	14
Fett och fettsyror	14
Kolhydrater	15
Vitaminer	16
Mineraler och spårämnen	16
Övrigt	16
Variation över året	20
Geografisk variation	22
Variation över tid	24
Slutsatser	26

Den svenska mejerimjölkens sammansättning 2019-2020

Sammanfattning

Mjölakens sammansättning varierar över tid och det är därför motiverat att regelbundet kartlägga den svenska mejerimjölkens sammansättning. Variationer i mjölakens sammansättning beroende bland annat på avelsarbete, förändringar i mjölkningsrutiner, utfodring och djurhållning samt effekter av förändrade betalningssystem. Den svenska mejerimjölkens sammansättning har tidigare analyserats vid ett flertal tillfällen, senast 2009 och detta projekt som genomfördes 2019-2020.

Syftet med denna undersökning var att få aktuell kunskap om den svenska mejerimjölkens sammansättning, identifiera eventuella årstidsmässiga och geografiska variationer samt analysera hur mjölakens sammansättning ändrats över tid.

Obehandlad silomjolk samlades in från sju mejerier vid fyra tillfällen under 2019-2020. Silomjölken analyserades med avseende på innehåll av protein, fett, fettsyror, kolhydrater, vitaminer, mineraler med flera kvalitetsparametrar. Deskriptiv statistik användes för att beräkna mejerimjölkens genomsnittliga innehåll av de analyserade parametrarna. Multivariat statistik användes för att illustrera effekten av årstidsmässiga och geografiska variationer samt analysera hur mjölakens sammansättning ändrats över tid.

Sammanfattningsvis är den svenska mejerimjölkens sammansättning relativt konstant över året och innehåller 3,51 % protein, 4,32 % fett och 4,55 g/100 g laktos. Mejerimjolk insamlad i juli skiljer mest i sammansättning jämfört med övriga insamlingstillfällen pga. lägre andel mättat fett vilket kan bero på att kornas foder har en annan sammansättning under sommaren jämfört med resten av året. Mjölakens sammansättning varierar endast marginellt mellan mejerier och variationer i mjölakens sammansättning mellan norra och södra Sverige är försumbara. De största förändringarna i mjölakens sammansättning sedan förra mätningen 2009 är skillnader i fettsyrasammansättning, högre pH och lägre innehåll av laktos.

Bakgrund

Mjölakens sammansättning varierar över tid och det är därför motiverat att regelbundet kartlägga den svenska mejerimjölakens sammansättning. Variationer i mjölakens sammansättning bero bland annat på avelsarbete, förändringar i mjölkningsrutiner, utfodring och djurhållning samt effekter av förändrade betalningssystem. Tidigare har undersökningar av svensk mjölk gjorts 1937, 1966, 1971, 1996, 2001, 2009 och nu senaste 2019-2020.

En referensgrupp bestående av representanter från samtliga mejerier sattes samman i början av 2019 och har aktivt deltagit i projektets alla delar, inklusive val av parametrar att analysera, från vilka mejerier och hur ofta prov skulle tas samt efterföljande databearbetning och analys av resultaten.

Syfte

Syftet med denna undersökning var att få aktuell kunskap om den svenska mejerimjölakens sammansättning för att kunna hävda mjölakens och mjölkprodukters näringsinnehåll. Syftet var även att identifiera eventuella årstidsmässiga och geografiska variationer samt analysera hur mjölakens sammansättning ändrats över tid.

Metod

Ett önskemål från mejerierna var att denna översyn av mejerimjölakens sammansättning i möjligaste mån skulle ha samma upplägg som senaste mätningen 2009. Hänsyn till detta har tagit i utformandet av metoden.

Insamling av mjölk

Obehandlad silomjölk från sju mejerier samlades in vid fyra tillfällen jämnt fördelade över ett kalenderår 2019-2020. Representativa silomjölksprover samlades in i juli, oktober, januari och april från mejerianläggningarna i Malmö, Kalmar, Jönköping, Stockholm, Grådö, Östersund och Umeå. Silomjölksproverna, 12 st 1 litersflaskor från respektive mejeri, transporterades kyllda i kyllådor med frysklampar till Eurofins Sverige som administrerade uppdraget.

Komplettering 2024: En ny insamling i syfte att mäta mjölakens jod-innehåll gjordes i mars 2024 från mejerianläggningar i Burträsk, Falkenberg, Falköping, Grådö, Gäsene, Götene, Hjo, Jönköping, Kalmar, Kristianstad, Kvibille, Linköping, Luleå, Malmö, Stockholm, Umeå, Vimmerby, Visby och Östersund. De 19 silomjölksproverna med obehandlad mjölkråvara transporterades kyllda i kyllådor med frysklampar till Eurofins i Lidköping som administrerade uppdraget.

Analyserade parametrar

De parametrar som analyserades omfattade mjölakens innehåll av protein, fett, fettsyror, kolhydrater, vitaminer, mineraler med flera kvalitetsparametrar som totalantal bakterier, somatisk celler, fryspunkt och pH. Totalt analyserades 113 parametrar. I tabell 1 sammanfattas de parametrar som analyserades, vilka metoder som användes samt deras bestämningsgräns (LOQ). Bestämningsgränsen är den lägsta nivån av ett visst ämne som kan kvantifieras. Proverna analyserades i första hand med analysmetoder som var ackrediterade hos respektive analyslaboratorium. Analysmetoden för en viss parameter i denna undersökning kan vara en annan än den metod som använts vid tidigare undersökningar.

Laboratorier

De laboratorier som medverkade i analyserna var:

- ALS Scandinavia AB, Luleå, Sverige
- Eurofins Food & Feed Testing Sweden, Lidköping, Sverige
- Eurofins Milk Testing Sweden AB, Jönköping, Sverige
- Eurofins Scientific Food & Agro, Raisio, Finland
- Eurofins Steins Laboratorium Food, Vejen, Danmark
- Eurofins Vitamin Testing Denmark, Vejen, Danmark
- Livsmedelsverket, Uppsala, Sverige

Tabell 1. Sammanfattning av analyserade parametrar, analysmetoder och bestämningsgräns (LOQ)

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Proteiner och mindre kväveföreningar				
Protein	<u>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013). Milk and liquid milk products -- Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry</u>	Med en infraröd spektrometer registreras mängden strålning som absorberas i transmittans vid specifika våglängder.	Eurofins Milk Testing Sweden AB	2,00 %
Protein (N*6,38)	<u>ISO 8968-1:2014, mod. IDF 20-1.</u>	Provet mixas med en blandning av koncentrerad syra och kaliumsulfat. Användning av kopparsulfat som katalysator för att därigenom omvandla eventuellt närvarande organiskt kväve till ammoniumsulfat. Den frigjorda ammoniaken destilleras till överskott av borsyralösning och titrering görs med saltsyra. Kvävehalten beräknas från mängden producerad ammoniak. Mängden protein beräknas genom att multiplicera mängden kväve med en faktor 6,38.	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,1 g/100 g
Kasein	<u>ISO 17997-1: 2004 (IDF 29-1: 2004). Milk -- Determination of casein-nitrogen content -- Part 1: Indirect method (Reference method)</u>	Kaseinet fälls ut med ättiksyra och natriumacetat vid pH 4,6. Kaseinet filtreras ifrån. Kaseininnehållet beräknas genom att det totala kväveinnehållet minskas med innehållet icke-kaseinkväve i filtratet.	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,1 g/100 g
Vassleprotein	Intern metod*	Beräkning	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,1 g/100 g
Icke proteinkväve (NPN)	<u>ISO 8968-4:2016 (IDF 20-4). Milk and milk products -- Determination of nitrogen content -- Part 4: Determination of protein and non-protein nitrogen content and true protein content calculation (Reference method)</u>	Mjölakens protein fälls ut genom tillsats av triklorättiksyralösning så att slutkoncentrationen av triklorättiksyra i provet blir ungefär 12 %. De fällda proteinerna filtreras bort. Provets kväveinnehåll analyseras enligt metoden för proteinbestämning.	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,005 g/100 g

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Icke kaseinkväve (NCN)	<u>ISO 17997-1: 2004. IDF 29-1: 2004. Milk -- Determination of casein-nitrogen content -- Part 1: Indirect method (Reference method)</u>	Kasein fälls ut och icke-kaseinkväve innehållet i filtratet bestäms enligt ISO 8968-2/IDF 20-2.	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,05 g/100 g
Urea	<u>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013). Milk and liquid milk products -- Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry</u>	Med en infraröd spektrometer registreras mängden strålning som absorberas i transmittans vid specifika våglängder.	Eurofins Milk Testing Sweden AB	1,7 mmol/l
Fett och fettsyror				
Fetthalt	<u>ISO 9622:2013 (IDF 141:2013). Milk and liquid milk products -- Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry</u>	Med en infraröd spektrometer registreras mängden strålning som absorberas i transmittans vid specifika våglängder.	Eurofins Milk Testing Sweden AB	1,00 %
Råfett	<u>ISO 1211:2010. IDF 1:2010. Milk -- Determination of fat content -- Gravimetric method (Reference method)</u>	Fettkulemembranen spräcks med en ammoniak-etanollösning. Därefter extraheras det frigjorda fettet med etanol-dietyleter. Föroreningar och den i dietyleter lösta etanolen fälls ut med petroleumeter. Efter extraktionen avdestilleras lösningsmedel och återstoden, fettet, vägs ut.	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	
Fria fettsyror (FFA)	<u>International Dairy Federation (1991). Determination of free fatty acids in milk and milk products. Bulletin FIL – IDF No 265.*</u>	Fettemulsionen i provet sönderdelas av BDI-reagens och det frigjorda fettet titreras med etanolisk kaliumhydroxid.	Eurofins Steins Laboratorium Food	0,01 %
Kolesterol	<u>Ulberth F. & Reich, H. (1992). Gas chromatographic determination of cholesterol in processed foods. Food Chemistry 43 (5), 387-391.*</u>	Provet blandas med dehydrokolesterol som intern standard och bryts ned genom värmning. Extraktet renas genom kolonnkromatografi och mäts med gaskromatografisk teknik, GC-FID.	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	1 mg/100 g

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Fettsyrasammansättning (C4:0-C24:1)	Deutsche Einheitsmethoden. Fatty acid methyl ester, Alkaline transesterification. DGF C-VI 11d	Fettet extraheras och förestras med metanol kaliumhydroxidlösning och fettsyrasammansättningen bestäms med GC-FID.	Eurofins Scientific Food & Agro	0,05 %
Kolhydrater				
Laktos, Galaktos	AOAC 982.14, mod. Glucose, fructose, sucrose, and maltose in presweetened cereals.	Jonkromatografi (IC-EC)	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	0,04 g/100 g
Vitaminer				
Retinol (Vitamin A)	<u>EN 12823-1 2014</u>	Vitamin A förtvålås med etanol kaliumhydroxid extraheras två gånger ur vattenfasen med ett hexan som uppsamlas och indunstas. De indunstade resterna löses upp i metanol och bestämning görs med HPLC med fluorimetriska detektion (ex 325 nm, em 475 nm).	Eurofins Vitamin Testing Denmark	10 µg/100 g
β-karoten	<u>EN 12823-2:2000</u>	β-karoten frigörs från genom hydrolys med användning av etanol kaliumhydroxidlösning i 16 timmar vid rumstemperatur och extraheras en gång med EtOH:hexan (4:3 v/v) och två gånger med hexan. Bestämningen utförs med reversed phase HPLC med UV/DAD-detektion (452 nm).	Eurofins Vitamin Testing Denmark	5,0 µg/100 g
Vitamin D3	Analys med reversed phase HPLC med fluorescensdetektion	Hydrolys med lipas. Provet skakas med etanol/metanol-blandning, vitaminet extraheras därefter med heptan. Analys med reversed phase HPLC med fluorescensdetektion.	Livsmedelsverket	0,0 µg/100 g
α-tokoferol (Vitamin E)	<u>EN 12822:2014</u>	Provet förtvålås med kaliumhydroxid och α-tokoferol extraheras ur vattenfasen med ett organiskt lösningsmedel som uppsamlas och indunstas. De indunstade resterna löses upp i metanol och provet analyseras på HPLC. Alfa-tokoferol detekteras med FED 290/327 nm.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,080 mg/100 g

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Vitamin K1, Vitamin K2	Reversed phase HPLC med fluorescensdetektion	Hydrolys med lipas. Provet skakas med etanol/metanol-blandning, vitaminet extraheras därefter med heptan. Analys med reversed phase HPLC med fluorescensdetektion.	Livsmedelsverket	0,0 µg/100 g
Tiamin (Vitamin B1)	EN 14122:2014	Tiamin frigörs genom syrahydrolys under 30 minuter vid 121°C i 0,1M HCl följt av en defosforylering. Efter separation med reversed phase HPLC oxideras tiamin och mäts vid 368/440 nm.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,015 mg/100 g
Riboflavin (Vitamin B2)	EN 14152:2006, mod.	Riboflavin extraheras genom syrahydrolys följt av enzymatisk defosforylering. Efter separation med HPLC sker fluorometrisk detektion. Riboflavin mäts direkt vid 468/520 nm.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,010 mg/100 g
Niacin (Vitamin B3)	Reversed phase HPLC med fluorescensdetektion	Hydrolys med lipas. Provet skakas med etanol/metanol-blandning, vitaminet extraheras därefter med heptan. Analys med reversed phase HPLC med fluorescensdetektion.	Livsmedelsverket	50 µg/100 g
Pantotensyra (Vitamin B5)	<u>AOAC 945.74 / 45.2.05 (1990)</u>	Pantotensyra bestäms med en mikrobiologisk analysmetod. Tillväxten av <i>Lactobacillus plantarum</i> används för att bestämning och effekten av provets innehåll av pantotensyra jämförs med tillväxteffekten av kända halter pantotensyra. Mätningen görs turbidimetriskt.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,007 mg/100 g
Pyridoxin (Vitamin B6)	<u>EN 14164:2014</u>	B6-vitaminer utgörs av pyridoxamin, pyridoxal, pyridoxin samt fosfatderivat av dessa föreningar. Vid analysen defosforyleras dessa föreningar enzymatiskt över natten vid 37°C och pyridoxamin omvandlas samtidigt till pyridoxal som därefter reduceras till pyridoxin. Pyridoxin separeras med reversed phase HPLC och kvantifieras med FLD vid 290/395 nm.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,010 mg/100 g

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Biotin	LST AB 266.1:1995, analogue to FDA method	Biotin extraheras från provet i en autoklav med sur hydrolys. Efter spädning med bassubstratet som innehåller alla nödvändiga tillväxt näringsämnen förutom biotin så mäts tillväxten av <i>Lactobacillus plantarum</i> (ATCC 8014) till extraherat biotin turbidimetriskt och jämförs med kalibrering lösningar med kända koncentrationer.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	1,0 µg/100 g
Folat (Vitamin B9)	<u>NMKL 111:1985. Folate, biologically active. Microbiological determination in milk and milk products with Lactobacillus casei.</u>	Folat (inklusive folsyra) extraheras från provet i en autoklav med användning av en buffertlösning, följt av en enzymatisk nedbrytning med human plasma och pankreas V och slutligen av en andra autoklavbehandling. Efter spädning med medium innehållande alla nödvändiga tillväxtnäringsämnen utom folsyra mäts tillväxtresponsen av <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (ATCC 8043) på extraherat folat turbidimetriskt och jämförs med kalibreringslösningar med kända koncentrationer.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	2,5 µg/100 g
Kobalamin (Vitamin B12)	<u>AOAC 952.20</u>	Metoden bestämmer summan av flera besläktade föreningar och för att skydda dessa tillsätts bisulfit vid extraktionen. Provet autoklaveras under 10 minuter vid 121°C i en blandning av dinatriumvätefosfat/citronsyra och inkuberas därefter med <i>Lactobacillus delbrueckii</i> . Efter inkubationen under ungefär 20 timmar vid 37°C bestäms koncentrationen av vitamin B12 turbidimetriskt vid 650 nm.	Eurofins Vitamin Testing Denmark	0,010 µg/100 g

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Mineraler och spårämnen				
Askhalt	<u>NMKL 173:2005. Ash, gravimetric determination in foods.</u>	En känd mängd mjölk torkas och glödgas under 16 timmar i ugn vid 525-550°C. Glödningsresten i % av provmängden utgör askhalten.	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	0,1 g/100 g
Fosfor (P), Jod (I), Järn (Fe), Kalcium (Ca), Kalium (K), Koppar (Cu), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Molybden (Mo), Natrium (Na), Selen (Se), Zink (Zn)	<u>EPA Method 200.8: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</u>	Provet upplöses i koncentrerad HNO ₃ i mikrovågsugn. Analysen sker med ICP-SFMS.	ALS Scandinavia AB	
Klorid (Cl)	Silvernitrattitrering	Kloridtitrator	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	0,05 g/100 g
Övrigt				
Somatiska celler	<u>ISO 13366-2:2006. IDF 148-2:2006. Milk -- Enumeration of somatic cells -- Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters</u>	Mjölksprovet blandas med buffert/färglösning. Cellernas kärna färgas in och ger fluorescenssignal. På en roterande skiva läggs en tunn sträng av det preparerade provet ut kontinuerligt. Strängen belyses med ultraviolett ljus. Varje infärgad cell återger ett rött sken som registreras av en fotomultiplikator. Signalen omvandlas till antal räkningsbara celler och registreras i 1000-tal celler/ml.	Eurofins Milk Testing Sweden AB	50 000 celler/ml
Total antal bakterier	Mikroskopi	Fluorescens	Eurofins Milk Testing Sweden AB	10 000 cfu/ml
Frys punkt	<u>ISO 5764. IDF 108:2002. Determination of freezing point – Thermistor cryoscope method (Reference method)</u>	Mjölken underkyls till lämplig temperatur och inducera kristallisationen genom mekanisk vibration som gör att temperaturen snabbt stiger till en nivå som motsvarar fryspunkten.	Eurofins Milk Testing Sweden AB	-0.6 °C

Parameter	Metod	Princip	Laboratorium	LOQ
Torrsubstans	<u>ISO 6731:2010. IDF 21:2010. Milk, cream and evaporated milk -- Determination of total solids content (Reference method)</u>	Mjölksproven vägs in i förtorkade skålar och torkas i värmeskåp vid 102°C till dess vikten är konstant. Intorkningsresten definieras som mjölkens totala torrsubstans.	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	
pH	<u>NMKL 179:2005</u>	pH-metern och elektroden kalibreras med två buffertlösningar. Vid mätning nedsänks elektroden i lösningen och avläsning sker när pH-värdet är stabilt.	Eurofins Food & Feed Testing Sweden	2

* Ej ackrediterad analys

Statistisk bearbetning

Genom löpande dialog med analysföretaget Eurofins analyserades prover om så fort resultat rapporterades som inte varit i nivå med förväntade, baserat på resultaten från mejerimjölken sammansättning 2009. Alla analyser kan dock inte göras om, t.ex. på grund av att analys måste göras på färsk mjölk eller att det inte funnits prov sparat.

Av totalt 113 parametrar var 35 parametrar (fettsyror) under detektionsgränsen, dvs. samtliga prov var under LOQ. Därtill var 10 värden under detektionsgränsen (vitaminer, celltal, bakterier). 21 värden var oväntat låga eller höga (NPN, FFA, vitaminer, mineraler), så kallade outliers. Parametrar och analysvärden som var under detektionsgränsen eller outliers ingick inte i de statistiska beräkningarna.

Multivariat statistik

Multivariat statistik innebär att ett stort antal variabler analyseras samtidigt för att se om och hur de korrelerar. Värdena standardiseras för att bli jämförbara. Varje multivariat analys genererar en score plot som visar varje prov som en punkt och en loading plot som visar alla parametrar inkluderade i analysen. De parametrar som bidrar mest till den systematiska variationen i data finns längst ut på x-axlarna i loading ploten. De parametrar som bidrar näst mest till variationen finns längs y-axeln. Parametrar som i mycket låg utsträckning bidrar till variationen återfinns i centrum av loading ploten.

Multivariat statistik (PCA och PLS-DA) användes för att illustrera effekten av årstidsmässiga och geografiska variationer samt analysera hur mjölken sammansättning ändrats över tid.

Resultat

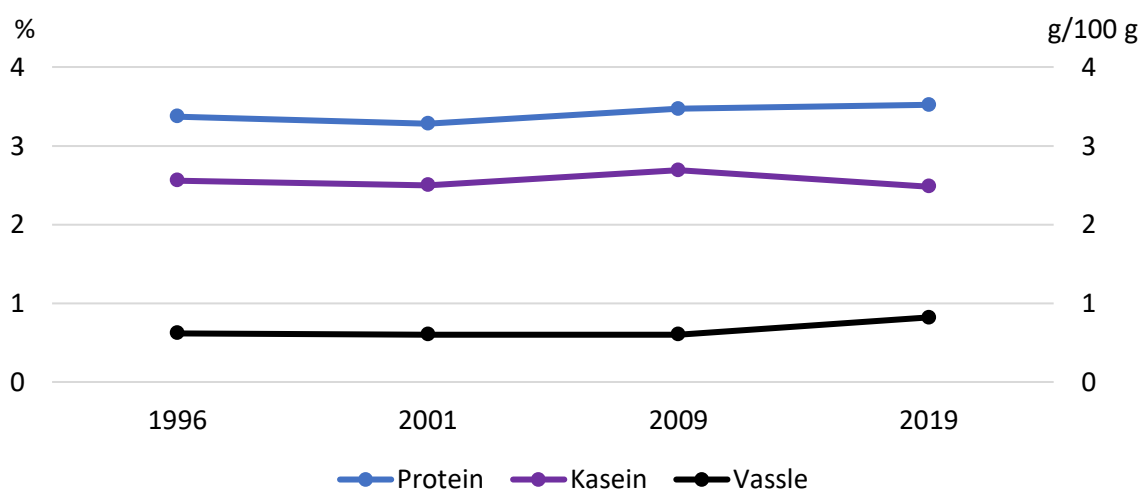
Nedan presenteras medelvärden av den svenska mejerimjölken sammansättning baserat på silomjolk insamlad från sju mejerier vid fyra tillfällen under 2019-2020. Medelvärden och standardavvikelser av de analyserade parametrarna finns sammanställda i Tabell 2 och fettsyror i Tabell 3.

Proteiner och mindre kväveföreningar

Proteinhalten i mjölken var 2019-2020 3,51 % vilket ger en fortsatt ökning i mjölkens proteinhalt (Figur 1). År 2009 hade mjölken en proteinhalt på 3,47 % vilket var en signifikant ökning från 3,28 % år 2001 och 3,37 % 1996. Mjölken innehåll av protein påverkas av genetiska faktorer såväl som fodrets sammansättning. Ett betalningssystem som ger mer betalt för mjolk med högre proteinhalt kan också antas bidra till att den svensk mjölkens proteinhalt ökar över tid.

Fördelningen mellan de vanligast proteinerna, kasein och vassleprotein, har ändrats sedan senaste mätningen genom att andelen kasein sjunkit och vassle ökat, vilket är negativt för ostutbytet. Förhållandet mellan kasein och vassle styrs främst av genetiska faktorer.

Innehållet av urea har sjunkit till 4,41 mmol/l jämfört med 4,7 mmol/l vid provtagningen i januari 2009. Ureahalten är ett mått på foderstatens proteinbalans där ett mer proteinrikt foder ger högre halt urea i mjölken.

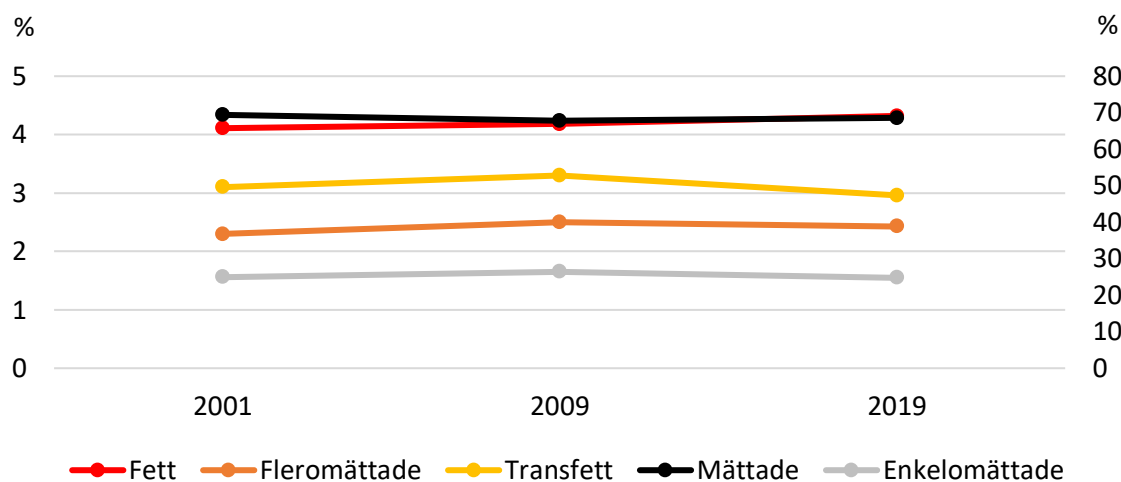


Figur 1. Förändring av den svenska mejerimjölken innehåll av protein, kasein och vasselprotein från 1996 till 2019.

Fett och fettsyror

Fetthalten i mjölken fortsätter att stiga från 4,11 % 2001, 4,18 % 2009 till 4,32 % 2019-2020 (Figur 2). Fettinnehållet styrs till viss del av genetiska faktorer men kan även påverkas med fodrets sammansättning. Mjölken fetthinnehåll är i likhet med proteininnehållet betalningsgrundande vilket är en faktor som motiverar mjölkföretagaren att öka fettinnehållet.

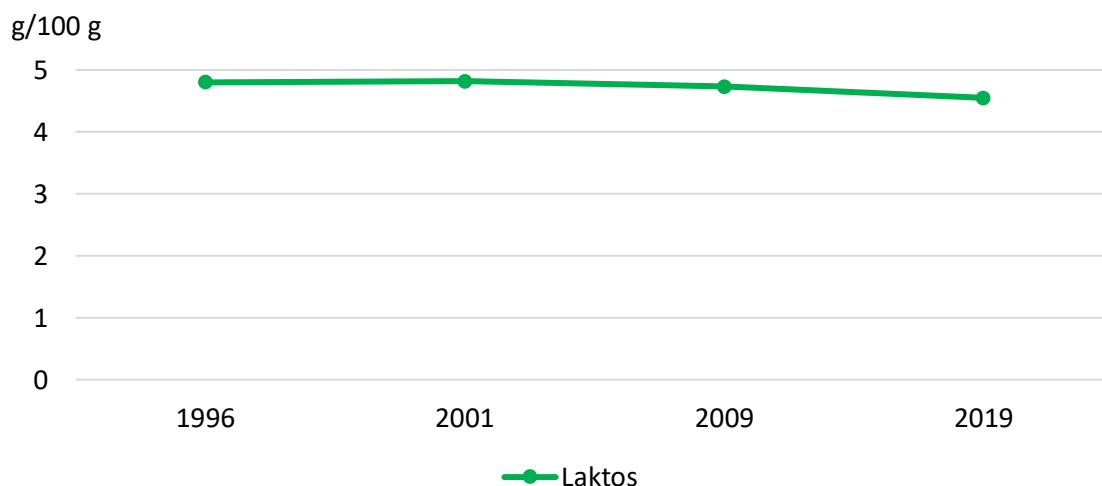
I mjölkens fettsyrasammansättning har det endast skett mindre förändringar mellan de senaste mätningarna (Figur 2). Den totala andelen mättade fettsyror har varierat från 69,4 % 2001 till 67,8 % 2009 och nu 68,5 % 2019-2020. På motsvarande sätt har enkelomättade fettsyror varierat kring 25 % och fleromättade fettsyror kring 2,4 %. Andelen transfett har sjunkit från 3,3 % 2009 till 2,96 % 2019-2020. Medelvärden för de individuella fettsyrorna (C4:0 till C24:1) finns sammanställda i Tabell 3.



Figur 2. Förändring av den svenska mejerimjölkens innehåll av total fetthalt, andel mättade, enkelomättade, fleromättade och transfettsyror från 2001 till 2019. Mättade och enkelomättade fettsyror visas på den högra sekundäraxeln.

Kolhydrater

Mängden laktos i mjölken har sjunkit från 4,73 g/100 g 2009 till 4,55 g/100 g 2019-2020 (Figur 3). Laktoshalten påverkas främst av genetiska faktorer.



Figur 3. Förändring av den svenska mejerimjölkens innehåll av laktos från 1996 till 2019.

Vitaminer

Mejerimjölkens vitamininnehåll sammanfattas i Tabell 2. Den största förändringen är att folat sjunkit från 14,9 µg/100 g 2009 till 8,7 µg/100 g 2019-2020. Under samma period har vitamin D3 nästan dubblats från 0,0096 µg/100 g till 0,018 µg/100 g. Även innehållet av niacin, biotin och pantotensyra har ökat medan kobalamin, tiamin och β-karoten har minskat.

Mineraler och spårämnen

Mejerimjölkens innehåll av mineraler och spårämnen sammanfattas i Tabell 2. De största förändringarna är att innehållet av fosfor ökat från 101 mg/100 g 2009 till 136 mg/100 g 2019-2020 samtidigt som molybden och zink minskat med ca 25 % till 3,78 µg/100 g och 0,345 mg/100 g. Mjölkens innehåll av jod har fortsatt minska och har nu ett medelvärde av 9,94 µg/100 g. Mjölkens innehåll av mineraler och spårämnen påverkas främst av fodrets sammansättning.

Komplettering 2024: Under hösten 2023 tog LRF Mjolk och Växa fram en rekommendation till foderföretagen gällande kraftfodrets innehåll av jod beroende på innehållet av rapsprodukter. Målet var att öka mjölken jodinhåll till minst 16 mikrogram jod per 100 g. Jodrekommendationen kommunicerades till samtliga foderföretag som unisont ställde sig bakom att följa detta. Succesivt under 2023 öka foderföretagen jodnivåerna i kraftfoder till mjölkkor. Den förnyade provtagningen som gjordes i mars 2024 visar att mjölkens jodinhåll ökat till 21,7 µg/100g. Vilket motsvarar 22 µg jod per 100 g konsumtionsmjolk.

Övrigt

Övriga kvalitetsparametrar som ingick var totalantal bakterier, somatiska celler, fryspunkt, torrsubstans och pH. Dessa syftade främst till att fungera som en kontroll av att proverna hållits kyllda under transporten från mejeriet till laboratoriet, att det inte skett någon vatteninblandning eller att mjölken på något annat sätt hade en onormal sammansättning. Totalantalbakterier varierade från <10 000 till 177 000 cfu/ml med ett medelvärde kring 60 000 cfu/ml. Celltalen har sjunkit från 223 000 2009 till 211 000 celler/ml 2019-2020. Under samma tidsperiod har pH-värdet höjts från 6,58 till 6,77. PH-värdet kan sänkas vid tillväxt av mikroorganismer.

Tabell 2. Sammanställning av medelvärden och standardavvikelser för analyserade parametrar

Parameter	Medelvärde	Std
Proteiner och mindre kväveföreningar		
Protein, %	3,52	0,09
Protein (N*6,38), g/100 g	3,51	0,09
Kasein, g/100 g	2,48	0,33
Vassle, g/100 g	0,82	0,25
Icke proteinkväve (NCN), g/100 g	0,16	0,04
Icke kaseinprotein (NCP), g/100 g	1,03	0,28
Icke proteinkväve (NPN), g/100 g	0,030	0,004
Urea, mmol/l	4,41	0,41
Fett		
Fetthalt, %	4,32	0,16
Råfett, g/100 g	4,19	0,17
Fria fettsyror (FFA), %	0,53	0,20
Kolesterol, mg/100 g	15,4	1,5
Mättade fettsyror, %	68,54	1,49
Enkelomättade, %	24,76	0,77
Fleromättade, %	2,43	0,14
Transfettsyror, %	2,96	0,23
Omega-3, %	0,62	0,09
Omega-6, %	1,80	0,11
O-6/O-3 kvot	2,97	0,49
Kolhydrater		
Laktos, g/100 g	4,55	0,07
Galaktos, g/100 g	<0,04	0,00
Vitaminer		
Retinol (vitamin A), µg/100 g	36	3,07
Tiamin (vitamin B1), mg/100 g	0,041	0,007
Riboflavin (vitamin B2), mg/100 g	0,137	0,019
Niacin (vitamin B3), mg/100 g	0,11	0,02
Pantotensyra (Vitamin B5), mg/100 g	0,502	0,032
Pyridoxin (vitamin B6), mg/100 g	0,045	0,006
Biotin (vitamin B8), µg/100 g	1,7	0,47
Folat (vitamin B9), µg/100 g	8,7	1,75
Vitamin B12 (Kobalamin), µg/100 g	0,431	0,070
Vitamin D3, µg/100 g	0,018	0,00
β-karoten (all-trans), µg/100 g	25,6	4,2
α-tokoferol (vitamin E), mg/100g	0,095	0,009
Vitamin K1 (Fyllokinon), µg/100 g	0,36	0,04
Vitamin K2 (Menakinon-4), µg/100 g	0,98	0,14
Mineraler och spårämnen		
Aska, g/100 g	0,73	0,03
Fosfor (P), mg/100 g	136	33,9
Jod (I), µg/100 g	21,72	4,63
Järn (Fe), mg/100 g	0,018	0,001
Kalcium (Ca), mg/100 g	121	6,23
Kalium (K), mg/100 g	156	9,61
Klorid (Cl), mg/100 g	90,0	0,00
Koppar (Cu), µg/100 g	4,46	0,52
Magnesium (Mg), mg/100 g	10,7	0,53

Mangan (Mn), µg/100 g	1,82	0,20
Molybden (Mo), µg/100 g	3,78	0,35
Natrium (Na), mg/100 g	33,7	1,9
Selen (Se), µg/100 g	1,64	0,18
Zink (Zn), mg/100 g	0,345	0,039
Övrigt		
Bakterier, cfu/ml	60 000	49 000
Somatiska celler (SCC), celler/ml	211 000	25 000
Fryspunkt, °C	-0,525	0,004
Torrsubstans, g/100 g	13,15	0,30
pH	6,77	0,06

Tabell 3. Sammanställning av medelvärden för analyserade fettsyror

Parameter	Medelvärde
Fettsyror (% av totala mängden fettsyror)	
C 4:0 Smörsyra	3,66
C 6:0 Kapronsyra	2,25
C 8:0 Kaprylsyra	1,31
C 10:0 Kaprinsyra	2,93
C 10:1 Decensyra + isomerer	0,29
C 11:0 Undekansyra	<0,1
C 12:0 Laurinsyra	3,52
C 12:1 Dodekansyra	<0,1
C 13:0 anteiso	<0,1
C 13:0 iso	<0,1
C 13:0 Tridekansyra	<0,1
C 14:0 anteiso	<0,1
C 14:0 iso	<0,1
C 14:0 Myristinsyra	10,97
C 14:1 Myristoleinsyra	0,92
C 15:0 anteiso	0,41
C 15:0 iso	0,41
C 15:0 Pentadecansyra	1,02
C 15:1 Pentadecensyra	0,20
C 16:0 anteiso	<0,1
C 16:0 iso	<0,1
C 16:0 Palmitinsyra	30,92
C 16:1 Palmitoleinsyra	2,52
C 16:4 Hexadecatetraenoic	nd
C 17:0 Heptadecansyra	0,59
C 17:1 n-7 Heptadecensyra	0,20
C 18:0 iso	<0,1
C 18:0 Stearinsyra	10,05
C 18:1 Oljesyra + isomerer	20,48
C 18:1 trans	2,24
C 18:2	<0,1
C 18:2 Linolsyra	1,55
C 18:2 konjugerad	0,59
C 18:2 trans	0,61
C 18:3 Linolsyra 9,12,15 alpha	0,45

C 18:3 Octadecatriensyra 6,9,12 gamma	<0,1
C 18:3 trans	0,1
C 18:4 Oktadekatetraensyra	<0,1
C 20:0 Arakidinsyra	0,17
C 20:1 cis n-11 gadoleic acid	nd
C 20:1 cis n-9 gondoic acid	<0,1
C 20:2n-6 Eikosadiensyra	<0,1
C 20:3n3 cis-11,14,17-Eicosatrienoic Acid	nd
C 20:3n6 cis-8,11,14-Eicosa-trienoic Acid	<0,1
C 20:4n-3 Eikosatetraensyra	<0,1
C 20:4n-6 Eikosatetraensyra	<0,1
C 20:5n-3 EPA	<0,1
C 22:0 Behensyra	<0,1
C 22:1 n-11	<0,1
C 22:1n-9 Erukasyra	<0,1
C 22:2 n-6 Dokosadien syra	<0,1
C 22:3 O-3 Docosatriensyra	nd
C 22:5 O-3 Docosapentaenoic Acid	<0,1
C 22:6n-3 DHA	nd
C 23:0 Tricosansyra	<0,1
C 24:0 Lignoserinsyra	<0,1
C 24:1 Nervonsyra	<0,1
Oidentifierade komponenter	0,71

Förkortning: nd = inte detekterad (not detected).

Variation över året

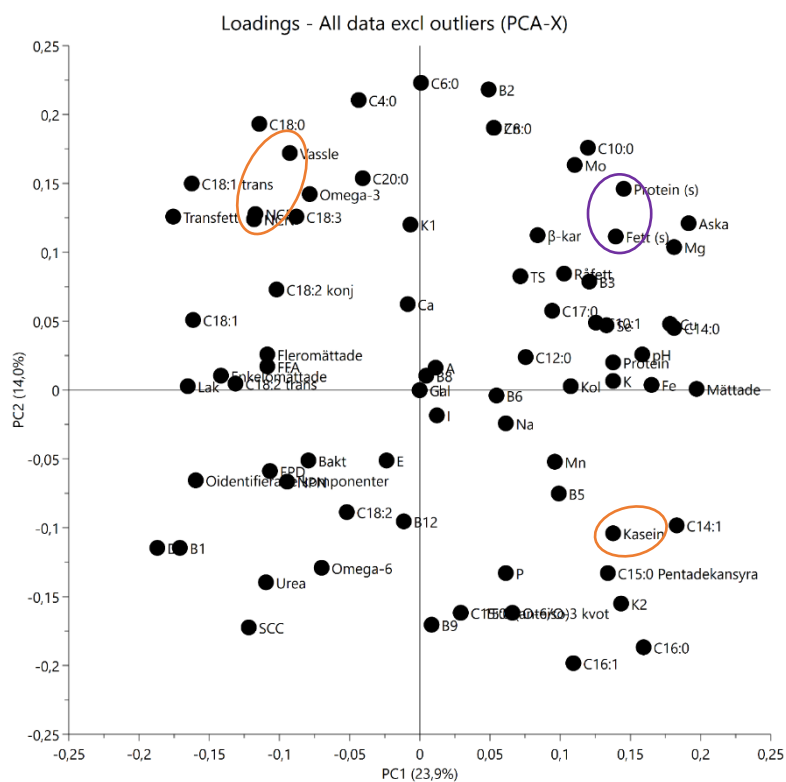
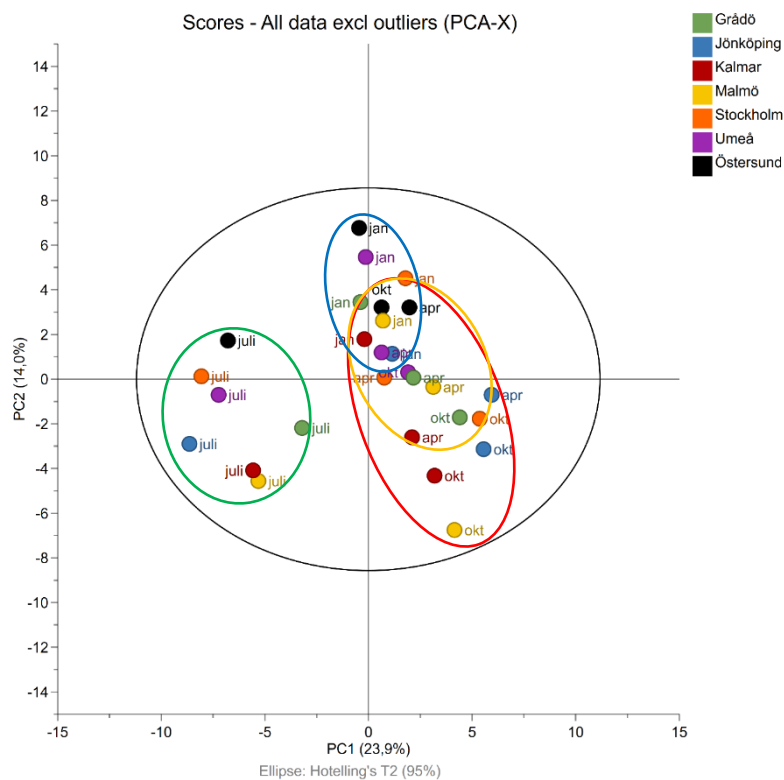
Multivariat statistik användes för att identifiera eventuella årstidsmässiga variationer, vilket även kan beskrivas som skillnader mellan insamlingstillfällen. Värden som låg under analysmetodens detektionsgräns, outliers eller värden där det inte fanns någon variation, dvs. alla prov hade samma värde, ingick inte i beräkningarna.

Score ploten visar att mjölken insamlad i juli (Figur 4; grön ring) skiljer sig något i sin sammansättning jämfört med mjölk insamlad resten av året. Mjölk insamlad i januari, april och oktober har liknande sammansättning då de överlappar varandra (Figur 4; blå, gul och röd ring). Score ploten visar också att mjölk insamlad i oktober varierar mest i sammansättning då dessa prover är mest spridda vilket ses genom att den röda ringen som omfattar mjölk insamlad i oktober är större än övriga ringar.

De analyserade parametrar som främst bidrar till skillnader mellan insamlingstillfällen är den lägre mängden mättade fettsyror i juli. Detta kan förklaras med att förhållandet mellan andelen mättade och omättade fettsyror ändras i juli då kornas foder till viss del består av bete som innehåller mer omättat fett och lägre andel mättade fettsyror. Övriga parametrar som bidrar till skillnader mellan insamlingstillfällen är aska, fettsyror C14:1 och C14:0, magnesium och vitamin D.

I loading ploten kan även ses att parametrarna för fett och protein ligger nära varandra, vilket visar att det finns ett nära samband mellan mjölkens fett- och proteinhalt (Figur 4; lila ring), dvs. om mjölken har en hög fetthalt så har den även högt proteininnehåll.

Loading ploten visar också att kasein finns på motsatt sida som vassle, vilket visar att mjölkens innehåll av kasein är negativt korrelerat med mängden vassle och mindre kväveföreningar (NCN och NCP) (Figur 4; orangea ringar), dvs. om mjölken innehåller mycket kasein så är innehållet av vassle lågt och omvänt.



Figur 4. Variation i mejerimjölakens sammansättning över året. I score ploten illustrerar varje prick ett mjölkprov. I loading ploten illustrerar varje prick en parameter som ingick i analysen.

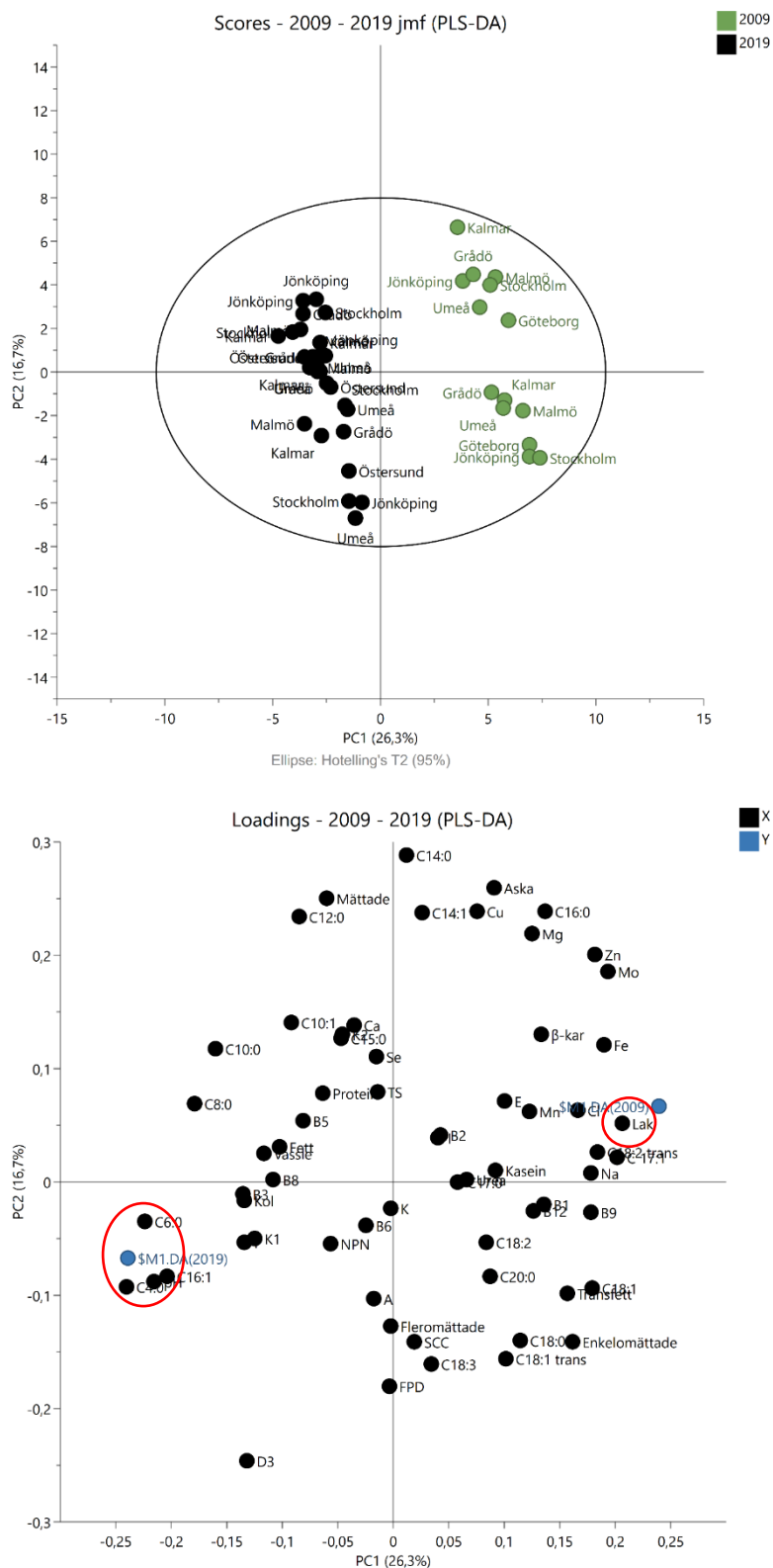
Geografisk variation

För att identifiera geografiska variationer mellan prov insamlade i norra respektive södra Sverige användes multivariat statistik. De statistiska beräkningarna visade en mycket liten skillnad i mejerimjölken sammansättning mellan olika mejerianläggningar (Figur 5). Av x- och y-axlarna i score och loading plotarna framgår att endast 13 % respektive 10 % av de systematiska variationen i data kan förklaras med skillnader mellan mejerianläggningarna, vilket är en låg förklaringsgrad. Eventuella skillnader i mjölkens sammansättning mellan mejerier beror på parametrar som inte studerats inom ramen för detta projekt.

Variation över tid

För att analysera hur mjölkens sammansättning ändrats över tid, användes multivariat statistik där resultaten från 2009 jämfördes med 2019-2020. Score ploten visar att det finns en liten skillnad i mjölkens sammansättning när mjölkprover insamlade 2009 (gröna prickar) jämförs med prover insamlade 2019-2020 (svarta prickar) (Figur 6). Att mejerimjölkens sammansättning ändrats över tid ses genom att prover insamlade 2009 grupperar sig på högra sidan i score ploten, medan prover från 2019-2020 återfinns på den vänstra sidan i figuren, och grupperna överlappar inte med varandra.

De parametrar som främst bidrar till skillnader i mejerimjölkens sammansättning mellan 2009 och 2019-2020 är förändringar i fettsyrasammansättningen. Mängd korta fettsyror (C:4, C:6 och C16:1) har ökat. Mjölken har även ett högre pH 2019-2020 jämfört med 2009, vilket kan förklaras med en annan provhantering 2019-2020 som lett till mindre tillväxt av mikroorganismer som sänker mjölkens pH. Dock saknas data för totalantal bakterier i mjölken insamlad 2009 vilket gör att andra orsaker till skillnader i pH inte kan uteslutas. Ytterligare en parameter av betydelse för skillnaden i sammansättning över tid är att mängden laktos minskat.



Figur 6. Variation i mejerimjölkens sammansättning över tid. I score ploten illustrerar varje prick ett mjölkprov insamlat 2009 (grönt) eller 2019-2020 (svart). I loading ploten illustrerar varje prick en parametrar som ingick i analysen. De parametrar som främst bidrar till skillnader i mjölkens sammansättning över tid är markerade (rött).

Slutsatser

Den svenska mjölkråvarans sammansättning är relativt konstant över året, med undantag för juli då mjölken har ett lägre innehåll av mättade fettsyror. Detta kan förklaras med att kors foder till viss del har en annan sammansättning under betesperioden, vilket påverkar mjölkens sammansättning. Mjölkråvaran varierar endast minimalt mellan norra och södra Sverige, variationer mellan mejerier beror främst på skillnader i fettsyrasammansättningen, vilket i sin tur kan förklaras med geografiska skillnader i foder. Sedan förra mätningen 2009 har mjölkråvarans innehåll av fettsyror C:4, C:6 och C16:1 ökat. Även pH har ökat medan laktos minskat. Variationer över tid kan t.ex. bero på att olika analysmetoder har använts.