



Effektiv mjölkning



Förord

Effektiv mjölkning har tagits fram för att ge bl.a. alla DeLaval anställda runt om i världen grundkunskap och förståelse för det komplexa ämnet mjölkutvinning. Det är från dessa fysiologiska, biologiska och beteende mässiga grunder som utrustning från DeLaval utvecklas. Vår filosofi är att arbeta i harmoni med biologi och miljö, och med naturliga förutsättningar nå optimalt utbyte av ett av naturens mest perfekta livsmedel – mjölken.

Vårt mål är att denna bok skall få en stor användning inom vårt verksamhetsområde. Vi har så långt som möjligt försökt att uttrycka oss enkelt samtidigt som fackuttryck måste tillämpas i denna typ av dokumentation.

Författaren till Effektiv mjölkning är Kersin Svennersten-Sjaunja, agronomie doktor, och tidigare anställd som forskningskoordinator, vid DeLaval International AB. Ingen publikation kan ges ut utan ett tack till dem som har samarbetat med författaren. Det är inte möjligt att nämna samtliga som bidragit men följande personer kan nämnas för deras speciella instatser:

Dr Hans Wiktorsson, Professor och chef för instutionen för husdjurens utfodring och vård vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Dr Lennart Nelson, chef vid Tetra Pak, forskning och utveckling

Mr Kjell Smidner och Mr Lennart Söderman, Dr Ole Lind, Mr Benny Örnerfors, och Dr Günter Schlaiss från DeLaval International AB.

Speciellt tack till Mr Gunnar Borgström var illustrationer livliggör texten på ett kreativt sätt.

DeLaval Sales AB

Jan Ove Nilsson
VD

Innehållsförteckning

I	Inledning	4
II	Den mjölkproducerande kon	5
	- Vad är speciellt med mjölkproducerande djur?	
	- Utfodring av mjölkproducerande djur	
III	Mjölkkörteln	12
	- Mjölkkörtelns anatomi	
	- Mjölksutsöndring och mjölksammansättning	
	- Kan mjölmängden och sammansättningen påverkas?	
IV	Mjölknings teknik	19
	- Mjölkningsgivning	
	- Varför stimulering av spenen?	
	Förstimulering	
	Efterstimulering	
	Stimulering under mjölkning	
	- Varför optimal mjölkutvinning?	
	- Mjölkningsintervall	
	- Mjölkningsfrekvens	
	- Mjölkningsrutiner	
	- Spenbehandling/mastitis	
	- Vad är mastitis?	
	- Kobeteende	
V	Kraven på mjölkningsutrustning	39
	- Bilologiska krav på mjölkningsmaskinen	
	- Spengummi	
	- Spenkopp	
	- Spenkoppcentral	
	- Mjölkningsorgan	
	- Vakuum och pulsering	
	- Ergonomi	
VI	DeLaval	51
	- Flödeskontrollerad mjölkning	
	- DeLaval mjölkningsorgan MU350	
	- ALPRO system	
	- Harmony mjölkningsorgan	
VII	Automatisk mjölkning	55
	- Statusövervakning	
VIII	Epilog	57
IX	Litteraturförteckning	58

I. Inledning

Mjök är en av de viktigaste animalieprodukterna bland våra livsmedel. Kravet på mjöklleverantörerna är att producera mjök av hög kvallitet med en sammansättning som tillgodoser konsumenternas krav.

Under de senaste årtiondena har mjökproduktionen i många delar av världen genomgått en revolutionsartad utvecklingen process som fortfarande pågår. Mjölken produceras av färre antal kor med högre avkastning. Strukturförändringarna har lett till att antalet mjöklleverantörer minskat, medan antalet kor per leverantör har ökat samtidigt har hög teknologi introducerats som hjälpmedel för mjökproducenterna.

De stora förbättringarna inom mjökproduktionen är att hänföra till framsteg inom olika områden. Genetiska framsteg har resulterat i en ökad mjökproduktion från ca 4000 kg för 30 år sedan till en genomsnittlig produktion idag på mellan 7000 och 13000 kg mjök. Ökad kunskap om betydelsen av noggrann skötsel och utfodring har också starkt bidragit till den ökade mjökavkastningen.

Mjökningen utgör en central del av skötselrutinerna för att optimera produktionskapacitet och mjökkvallitet. Mjökningen är inte enbart ett tillfälle där mjök utvinns från juvret. Det är ett tillfälle då fysiologiska förlopp aktiveras i kroppen på mjökkon. Via mjökningen/digivningen kan avkastningen, mjöksammansättningen, aptiten och djurens beteende påverkas. Möjligheten att påverka kons förmåga att producera mjök med hög kvallitet och optimal avkastning kan därför sägas ske delvis genom mjökningsmekniken och mjökningsrutinerna. Mjökningen är också ett tillfälle då mjölkaren har god möjlighet att kontrollera och observera korna.

Ändamålet med dessa sidor är att informera och utbilda läsaren i komplexiteten, men också det fascinerande ämnesområdet mjölkutvinning. Vi vill också skapa förståelse för hur de mjökproducerande djuren fungerar ur fysiologisk synpunkt och hur man har lyckats anpassa tekniken till de biologiska kraven från kon.

II. Den mjölkproducerande kon

Vad är speciellt med mjölkproducerande djur?

Mjölk är den huvudsakliga näringen under den första levnadstiden då ungen har sin största relativa tillväxt. Mängden mjölk och dess sammansättning är anpassad till de speciella behoven hos avkomman. Variationen i mjölksammansättning hos olika arter visas i tabell 1.

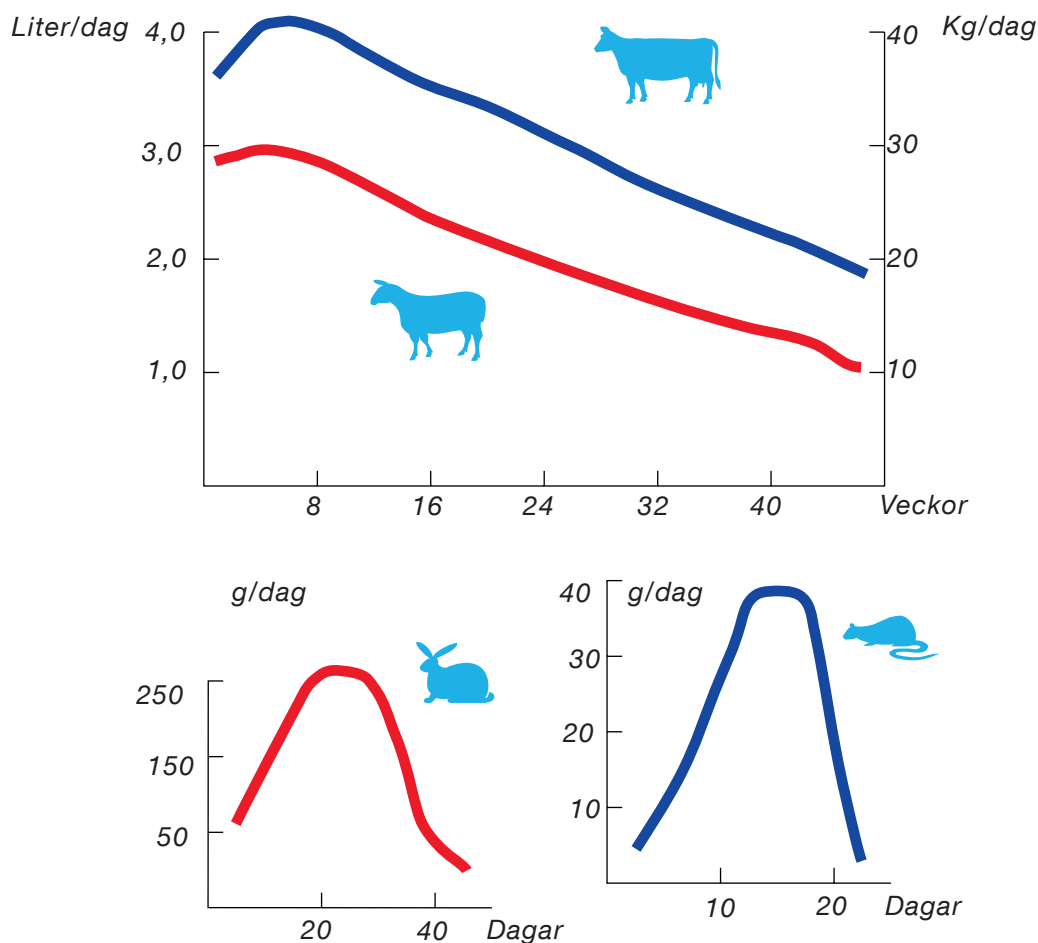
Djurart	Vatten %	Fett %	Kasein %	Vassle protein %	Laktos %	Aska %	Energi (kcal/100 g)
Människa	87.1	4.5	0.4	0.5	7.1	0.2	72
Råtta	79.0	10.3	6.4	2.0	2.6	1.3	137
Delfin	58.3	33.0	3.9	2.9	1.1	0.7	329
Hund	76.4	10.7	5.1	2.3	3.3	1.2	139
Häst	88.8	1.9	1.3	1.2	6.2	0.5	52
Ko	87.3	3.9	2.6	0.6	4.6	0.7	66

Tabell 1.
Sammansättning av mjölk hos olika arter.

Som exempel kan renen nämnas. Renen lever i mycket kalla områden. Mjölken som ges åt kalven har en hög fettprocent bl.a. för att kalven behöver mycket energi, för att tillväxa snabbt under sommarhalvåret. Musungarna föds nakna och behöver därför mjölk med ett speciellt innehåll av protein för att kunna utveckla pälsår. Formen på en laktationskurva skiljer sig mellan olika arter.

Större djur som kor och getter har en lång laktationskurva med högsta avkastningen i början av laktationen. Mindre djur som kaniner och råttor har däremot en kort och konisk laktationskurva (se figur nedan).

Fig. 1
Laktationskurvor för
olika arter. (Från Bio-
chemistry of lactation,
ed T.B. Mepham,
1983).



Trots att olika arter har varierande krav på sammansättning och mängd mjölk är förmågan att producera mjölk nästan densamma för samtliga djur. Ur förhållandet mellan mängden mjölk som produceras per dag och kroppsvikten finner man att kapaciteten att producera mjölk följer samma mönster. Man kan också säga att ca 1,7 ml mjölk produceras per gram mjölkproducerande vävnad per dag.

Den moderna mjölkproducerande kon har högre produktionsförmåga än vad kalven behöver. Detta är resultatet av genetiska framsteg och förbättringar i utfodring och skötsel. Konsumentens krav på mjölksammansättningen är ej helt relaterad till den biologiska kapaciteten hos idisslare. Konsumenterna och mejerierna föredrar mjölk med relativt lågt fettinnehåll och högt proteininnehåll. För att tillmötesgå dessa krav kan man genom avel och utfodring påverka mjölksammansättning. Ökad avkastning och förändrad mjölksammansättning ställer dock speciella krav på den moderna mjölkproducerande kon.

Mängden mjölk per dag

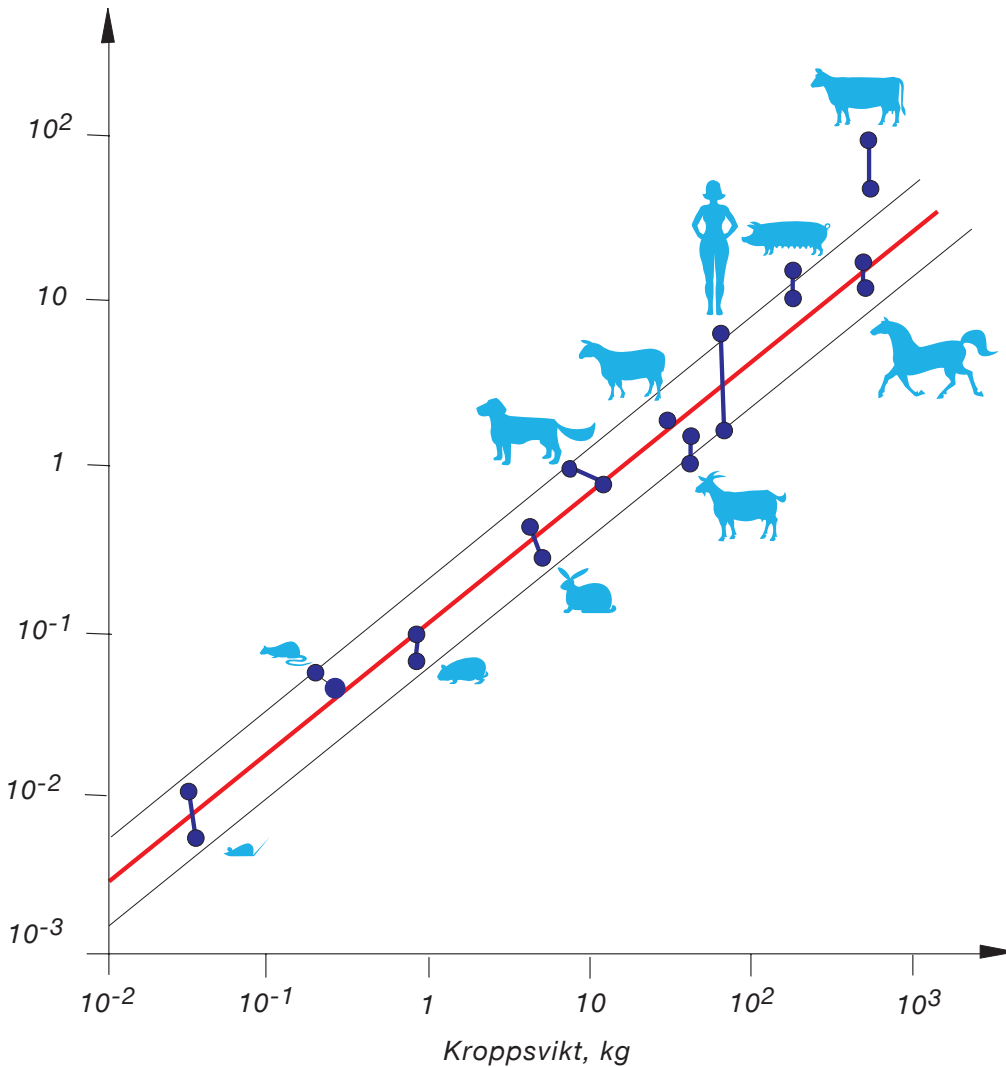


Fig. 2.
Förhållandet mellan
mängden mjölk per
dag och kroppsvikt.
(Från *Biochemistry of
lactation*, ed T.B.
Mepham, 1983).

Är det då möjligt för kon att klara av dessa krav? Låt oss först se vad som händer under dräktigheten och laktationen ur biologisk synpunkt. Under dräktigheten och laktationen är djuret utsatt för en speciell fysiologisk belastning. Under dräktigheten ska fostrets behov av näring tillgodoses för att utvecklas och växa. Under laktationen måste kon producera mjölk för att föda kalven. För att lyckas med detta äter kon mera, ändrar ämnesomsättningen och börjar bygga upp reserver (fettvävnad) under dräktighetsperioden. Matsmältningsorganen blir större och dess funktion optimeras. Under laktationen har kon en fortsatt hög energikonsumtion, där konsumtionen ökar under denna period. De kroppsreserver som byggts upp under dräktigheten används under laktationen och amnesomsättningen andras till en situation där de uppbyggda reserverna delvis bryts ned och används för mjölkproduktion.

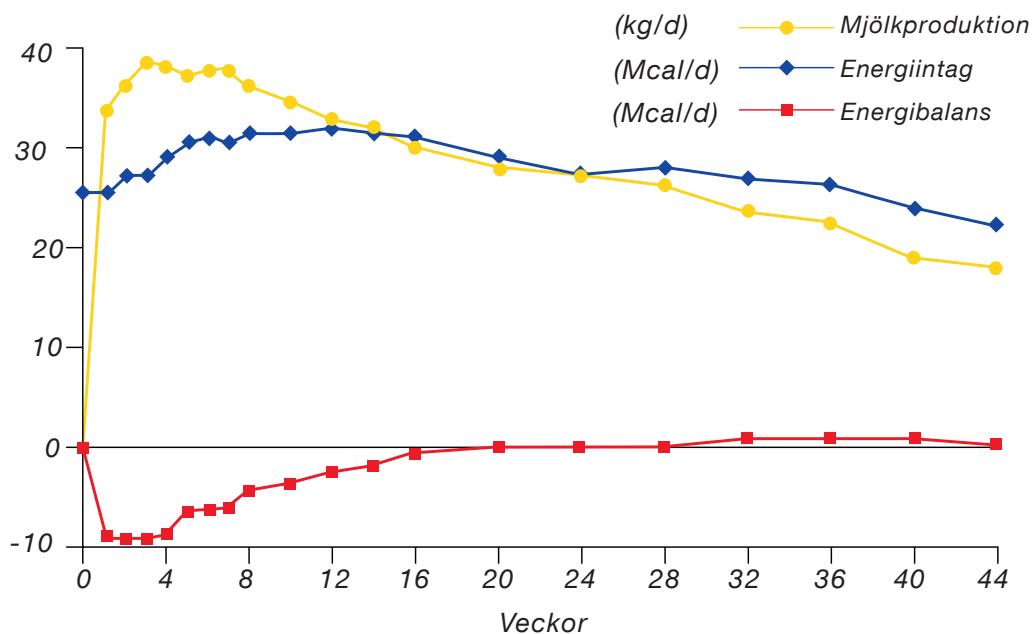
Utfodring av mjölk- producerande djur

Hur regleras denna process? Under dräktigheten aktiveras ett antal hormoner, där vissa reglerar amnesomsättningen medan andra förbereder mjölkkörtlarna för den kommande laktationen. Efter kalvningen regleras mjölkproduktionen av olika hormoner från hjärnan, magen och endokrina körtlar (hormonproducerande organ), men också från juvret. Diandet är nu den viktiga stimulansen för juvret, direkt och indirekt påverkande de hormoner som reglerar mjölkproduktionen, foderkonsumtionen och beteendet. Det faktum att juvret är ett organ som kontrollerar och inte endast kontrolleras är en mycket viktig faktor vid diskussionen om mjölkningsteknik.

Utfodring av mjölkproducerande djur

Den moderna mjölkkon har mycket högre behov av näring än sina äldre systrar som inte var anpassade för hög mjölkproduktion. För några hundra år sedan producerade kon endast mjölk tillräckligt för kalven dvs maximalt 2-10 liter per dag. Det är inte ovanligt att kor idag producerar upp till 80 kg mjölk per dag vilket är en anmärkningsvärt hög produktion. Den höga mjölkproduktionen är kopplad till ett högt näringsbehov. Som jämförelse kan nämnas att strax före födseln behöver kalven ca 10% av kons nettoenergiförbrukning för fostertillväxten medan däremot energibehovet för mjölkproduktion kan nå ca 80% av nettoenergiförbrukning.

Det är ett välkänt fenomen i en modern mjölkproduktion att den första delen av laktationen kan vara problematisk ur näringsförsörjningssynpunkt. Under de första veckorna av laktationen har högvastande kor ofta en negativ energibalans. Kon producerar stora mängder mjölk samtidigt som hon har svårigheter med energiförsörjning bl.a. beroende på begränsad foderkonsumtionsförmåga (se figur nedan). För att kunna producera stora mängder mjölk är hon därför tvungen att använda sina kroppsreserver. Under en övergång är det kanske inte ovanligt med en kort period med negativ energibalans i sig - kons ämnesomsättning skiftar från att bygga upp energireserver till en situation där dessa reserver förbrukas. Eftersom kon idag producerar mycket mer mjölk än vad hon var avsedd att göra från början är det en verklig utmaning att lyckas med utfodring av kon under hög laktation.

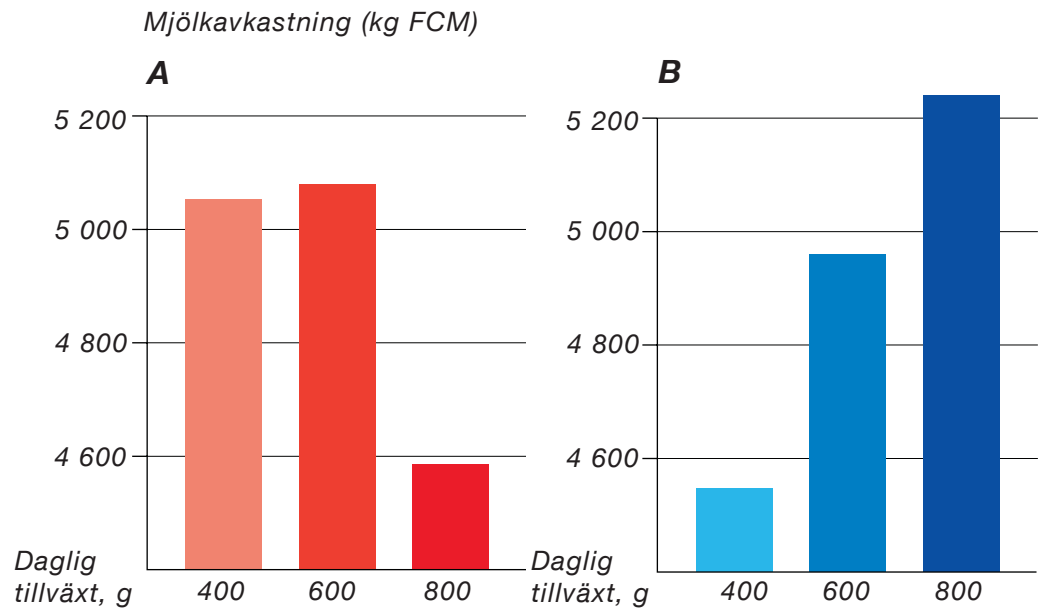


Mjölproduktion, netto energiintag och netto energibalans under laktationen för mjölkkor. (Från: Bauman and Currie J. Dairy Science 63:1514, 1980).

Det är emellertid inte enbart under laktationen som utfodringen av korna måste ges noggrann uppmärksamhet. Det är ett välkänt faktum att snabb och intensiv uppfödning kan resultera i en lägre inkalvningsålder. Alltför intensiv uppfödning under puberteten kan dock leda till att mjölkavkastningen blir lägre under första laktationen. Det inledande systemet av mjölkgångar på vilket den mjölkbildande vävnaden senare baseras anläggs före puberteten. Hos för feta kvigor reduceras denna tillväxt eftersom mjölkkörteln hos dessa djur har mer fettvävnad än kvigor som uppfötts i en långsammare takt. Dessutom har snabbuppfödda kvigor lägre cirkulerande nivåer av tillväxthormon - ett hormon som påverkar mjölkproduktionsförmågan. Den optimala uppfödningstakten hos Holstein kvigor och kvigor av liknande typ rekommenderas därför till ca 600-700 gram per dag under perioden 90 till 325-350 kg kroppsvikt. Efter att kvi-gan blivit dräktig kan hon växa 800 gram per dag och därefter fram till tre månader före kalvning (se figur nedan).

Utfodringen under sinperioden är också mycket viktig. Under sinperioden måste utfodringen begränsas för att undvika att korna blir feta, vilket kan störa ämnesomsättningen i början av laktationen. Det har rekommenderats att den dräktiga kon i slutet av sinperioden skall tillvänjas för högre fodergivor inför kommande laktation genom stegvis ökning av kraftfodergivan veckorna före kalvning. På så sätt kan risken för negativ energibalans i början av laktationen minskas. Om denna rekommendation är riktig eller inte diskuteras. Forskning pågår inom detta område.

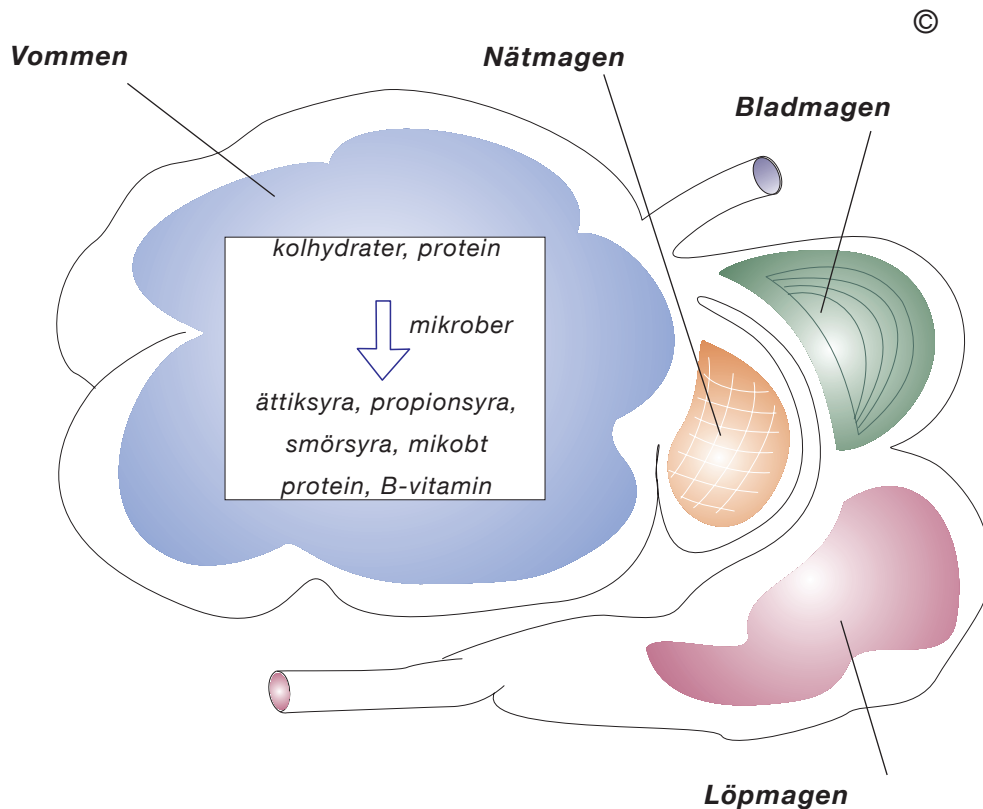
Mjölkkavkastning (kg, FCM-fett korrigerad mjölk) under de första 250 dagarna av första laktationen beroende på tillväxttakten (gram/dag) under perioden 90-325 kg kroppsvikt (A) och 325 kg kroppsvikt - 3 månader före kalvning (B). (Från Foldager & Sejrsen, 1989. I Mjölkkor, ed. Anderson et al. 1991, Stockholm).



Mjölkkon har som idisslare en speciell förmåga att smälta fodermedel med högt innehåll av fibrer såsom cellulosa, fodermedel som normalt inte är lämpliga för enkelmagade djur. Fodret till mjölkkor utgörs därför i regel av en större mängd grovfoder och en lägre mängd kraftfoder. För att reducera fettinnehållet i mjölken utfodras man idag korna med en större del kraftfoder (inklusive en stor mängd stärkelse). En stor mängd stärkelse och en mindre mängd fibrer påverkar förjäsningen i vommen. I slutänden kommer detta att påverka fettsyntesen i mjölkkörteln vilket resulterar i ett lägre fettinnehåll i mjölken. Alltför stor mängd kraftfoder kan skapa störningar i vommens amnesomsättning och bl. a. resultera i fetthaltsdepression.

Vad är det då som är så speciellt med vommens matsmältningsförmåga? Som nämnts ovan är det dess unika förmåga att bryta ned fibrer. Denna omvandling sker i vommen där en mängd olika bakterier och mikroorganismer svarar för denna process. Under jäsningsprocessen omvandlas kolhydrater till flyktiga, fria fettsyror (VFA) såsom ättiksyra, propionsyra och smörtsyra vilka till största delen absorberas av slemhinnorna i vommen. Nedbrytningen av protein i vommen ger 20-80% mikrobt protein medan återstoden 80-20% ej berörs utan absorberas i löpmagen eller tarmarna tillsammans med mikrobt protein. Mjölkkorns diet innehåller normalt relativt liten mängd fett vilket bryts ned till glycerol och fettsyror. De produkter som inte absorberas via vomvæggen transporteras vidare och absorberas i tarmen. Vommen, nätmagen och bladmagarna kan jämföras

med en jäsningskammare. Det är viktigt att komma ihåg att då vi utfodrar kon är det i första hand mikroberna som utfodras vilka i sin tur föder mjölkkon (se figur nedan).



Schematisk bild av magarna hos en mjölkko.

Hur mycket foder konsumerar en högmjölkanande ko? Den mängd foder som mjölkkon konsumerar beror på såväl kon som miljön. Kons aptit regleras bl. a. av hormoner men också av kemiska faktorer såsom de flyktiga fettsyrorna ättiksyra och propionsyra. Laktationsstadiet, mjölmängden, fodersammansättningen och frekvensen av utfodring är också faktorer av stor betydelse. Dessutom har man observerat att foderintaget reduceras hos feta kor. Generellt kan man säga att en mjölkko med 600 kg kroppsvikt och som producerar ca 50 kg mjölk konsumerar ungefär 25 kg torrs substans per dag. Detta betyder att en högproducerande ko måste konsumera åtminstone 4% av sin kroppsvikt av torrs substans per dag. Den totala vattenkonsumtionen är mellan 3,5 och 5,5 liter/kg torrs substans.

III. Mjölkkörteln

Mjölkkörtels anatomi

Mjölkkörtels anatomi

Mjölkkörtlarnas anatomi i stort skiljer sig en hel del mellan olika djurarter. Antalet körtlar och spenar är inte desamma för kon, suggan och hästen. Den mikroskopiska anatomin är emellertid mycket likartad hos de olika djurarterna.

Mjölkkörtlarna börjar bildas tidigt i fostrets liv. Redan under andra månaden av dräktigheten bildas spenarna och utvecklingen fortsätter t o m sjätte månaden av dräktigheten. Då kalvfostret är sex månader är juvret nästan fullt utvecklat med fyra separata körtlar och mellanliggande ligament (bindväv), spenar och körtelcisterner.

Mjölkgångarna och den mjölkbildande vävnaden utvecklas mellan puberteten och kalvningen. Juvret fortsätter att öka i cellstorlek och cellantal under de första fem laktationerna. Mjölkinproduktionskapaciteten ökar i motsvarande grad. Detta faktum utnyttjas ej alltid eftersom den produktiva livstiden för många mjölkkor idag är kortare än 2,5 laktationer.

Mjölkkörteln hos mjölkkon består av fyra separata körtlar vilka var och en har en spene. Mjolk som bildas i en av körtlarna kan inte passera till någon av de andra körtlarna. Den högra och den vänstra sidan av juvret är skilda från varandra av ett mellanliggande ligament (bindväv) medan däremot den bakre och den främre fjärdedelen är mera diffust avskilda.

Juvret är ett mycket stort organ som väger ca 50 kg (inklusive mjölk och blod). Emellertid förekommer också fall där vikten är uppemot 100 kg. Juvret måste därför vara väl anfäst till skelettet och musklerna. De mellanliggande ligamenten (bindväven) består av elastiska fibrer medan däremot ligamenten (bindväven) i sidled består av bindvävnad med mindre elasticitet. Om ligamenten (bindväven) försvagas blir juvret mindre lämpat för maskinmjölkning då spenarna ofta pekar utåt (se figur nedan).

Mjölkkörteln består av mjölkbildande vävnad och stödjande vävnad. Den sekretoriska (mjölkbildande) vävnaden eller antalet mjölkbildande celler är en begränsande faktor för juvrets kapacitet att producera mjölk. Det är en allmän tro att ett stort juver betyder hög kapacitet att producera mjölk. Detta är inte helt sant eftersom ett stort juver kan innehålla förhållandevis mycket bindväv och fettvävnad. Mjölken bildas i de sekretoriska (mjölkbildande) cellerna, vilka återfinns som ett enkelt lager i sfärisk form och som kallas alveoler. Diametern av varje alveol är 50-200 μ m. Flera alveoler bildar tillsammans en lob. Strukturen i den mjölkbildande delen av juvret påminner om strukturen hos

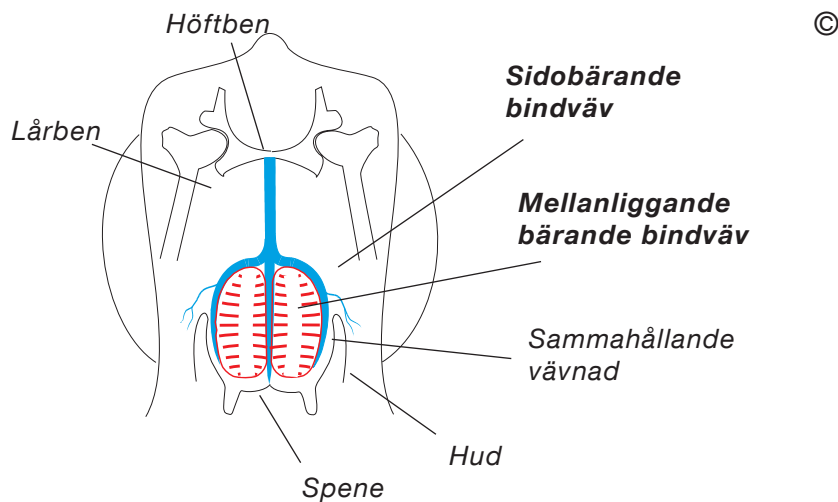


Fig. 6.
Juvrets bärande struktur (Från *The Bovine Udder and Mastitis*, ed Sandholm et al. 1995).

en lunga. Mjölken som bildas kontinuerligt i alveolerna lagras i alveolerna, mjölkgångarna, juver och spencisternerna mellan mjölkningarna.

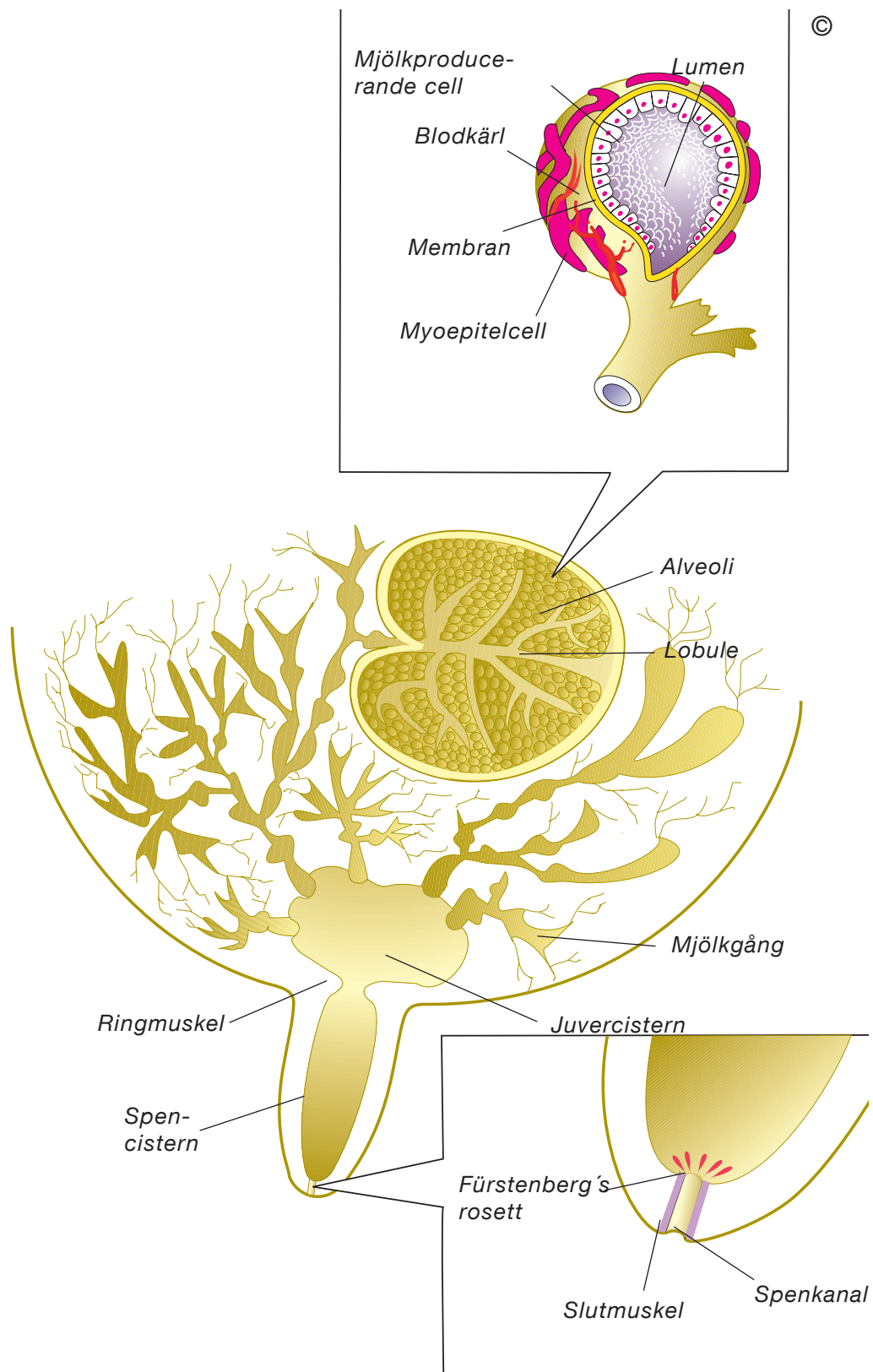
60-80% av mjölken lagras i alveolerna och de små mjölkgångarna medan cisternerna endast innehåller 20-40%. Det är emellertid relativt stor skillnad mellan olika mjölkkor i fråga om cisternernas kapacitet (se figur nedan).

Spenen består bl. a. av en spencistern och en spenkanal. Vid övergången mellan spencisternen och spenkanalen finns 6-10 längsgående veck den s k Furstenbergsrosetten vilken anses ha betydelse för det lokala försvaret mot mastitis (juverinflammation). Spenkanalen är omgiven av längsgående och cirkulära glatta muskelfibrer. Mellan mjölkningarna har musklerna till uppgift att hålla spenkanalen stängd. Spenkanalerna är också försedda med en keratinliknande substans, vilken mellan mjölkningarna tjänstgör som skydd mot patogena (sjukdomsallstrande) bakterier.

Mjölkkörteln är försedd med nerver, speciellt vid spenen. I spenhuden finns sensoriska (känslöförmedlande) nerver vilka är känsliga för kalvens sätt att suga och påverkas således av tryck, värme och sugfrekvens. Juvret är också försett med nerver kopplade till musklerna i blodkärlen och musklerna i mjölkgångarna. Det finns emellertid inga nerver som direkt kontrollerar den mjölkproducerande vävnaden.

Mjölkkörteln har rikligt med blodkärl, artärer och vener. Den högra och vänstra juverhalvan har i stort sett sina egna blodkärl men det finns också vissa mindre blodkärl som passerar mellan de två juverhalvorna. Den primära uppgiften för blodkärllsystemet är att svara för kontinuerlig tillförsel av näring till de mjölkproducerande cellerna (se figur nedan).

Fig. 7.
Schematisk bild av
juvrets anatomi.



©

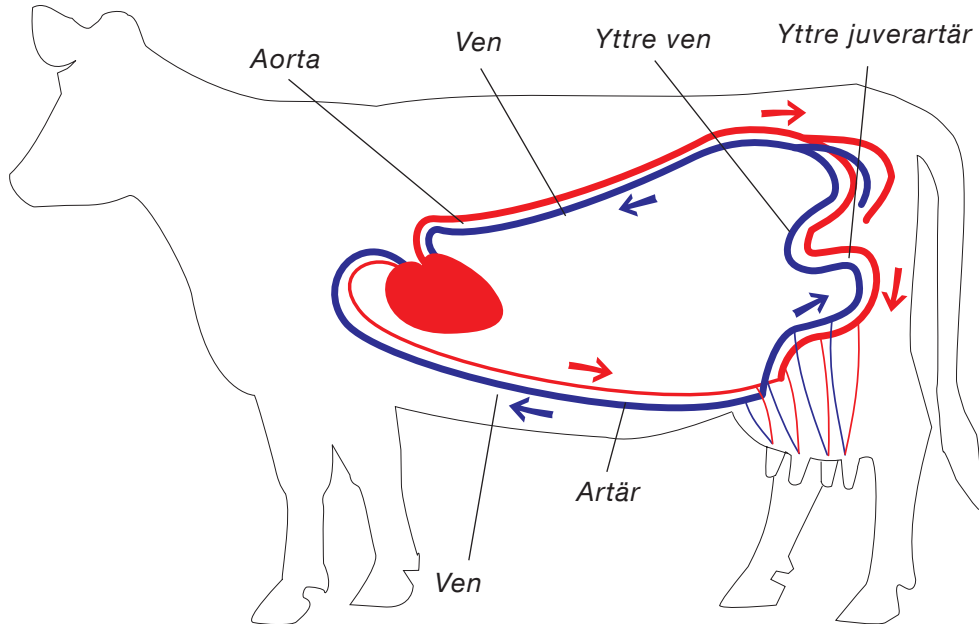


Fig. 8a.
Schematisk bild av juvrets blodsystem visande artärer som förser juvret med blod och vener som transporterar bort blod.

För att producera en liter mjölk måste 500 liter blod passera genom juvret. Om kon producerar 60 liter mjölk per dag borde alltså 30.000 liter blod cirkulera genom mjölkkörteln. En högproducerande mjölkko av idag utsätts således för relativt stora påfrestningar.

Juvret innehåller också ett lymfsystem. Det för bort avfallsprodukter från juvret. Lymfkanalerna tjänstgör som ett filter som förstör främmande substanser men säkerställer också tillgång på lymfvätska innehållande bl. a. vita blodkroppar som hjälper till att bekämpa infektioner. I anslutning till att kvigor kalvar in, uppstår ibland ödem (svullnad i juvret), orsakade bl. a. av att lymfkärlen pressas samman, delvis beroende på närvaro av mjölk i juvret (Se figur nedan).

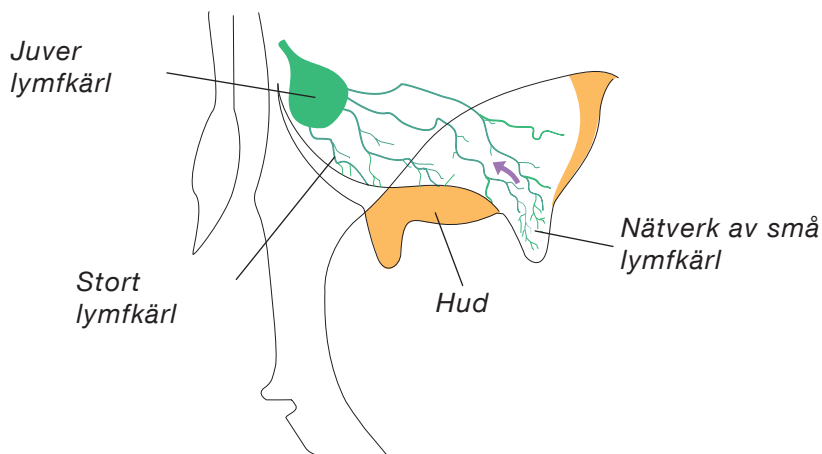


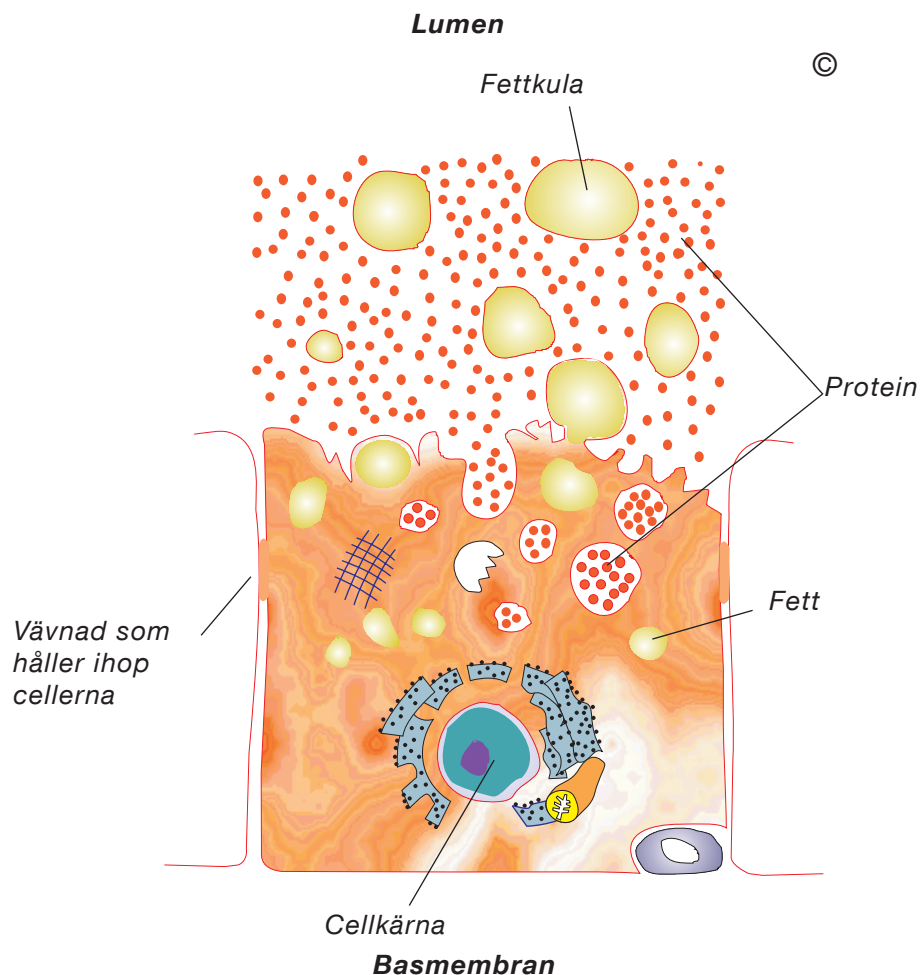
Fig. 8b.
Juvrets lymfkärl

Mjölksödring och mjölksam- mansättning

Fig. 9.
Schematisk bild av
alveolcellen.

Mjölksändring av mjölksammansättning

Mjök bildas i alveolerna där de mjölkbildande cellerna kontinuerligt förses med näring (se bild nedan).



Mjölkfett består huvudsakligen av triglycerider vilka bildas från glycerol och fettsyror. Långkedjiga fettsyror absorberas från blodet. Kortkedjiga fettsyror bildas i juverkörteln av komponenterna acetat (ättiksyra) och betahydroxybuturat (smörsyra) vilka också absorberas från blodet. Mjolkprotein bildas av aminosyror vilka tas upp från blodet. Proteinet består huvudsakligen av kasein (ca 80%) och i mindre grad av vassleproteiner (20%). Laktos bildas av glykos och galaktos i den mjölkproducerande cellen. Vitaminer, mineraler, salter och antikroppar överförs från blodet till alveolerna (se figur nedan).

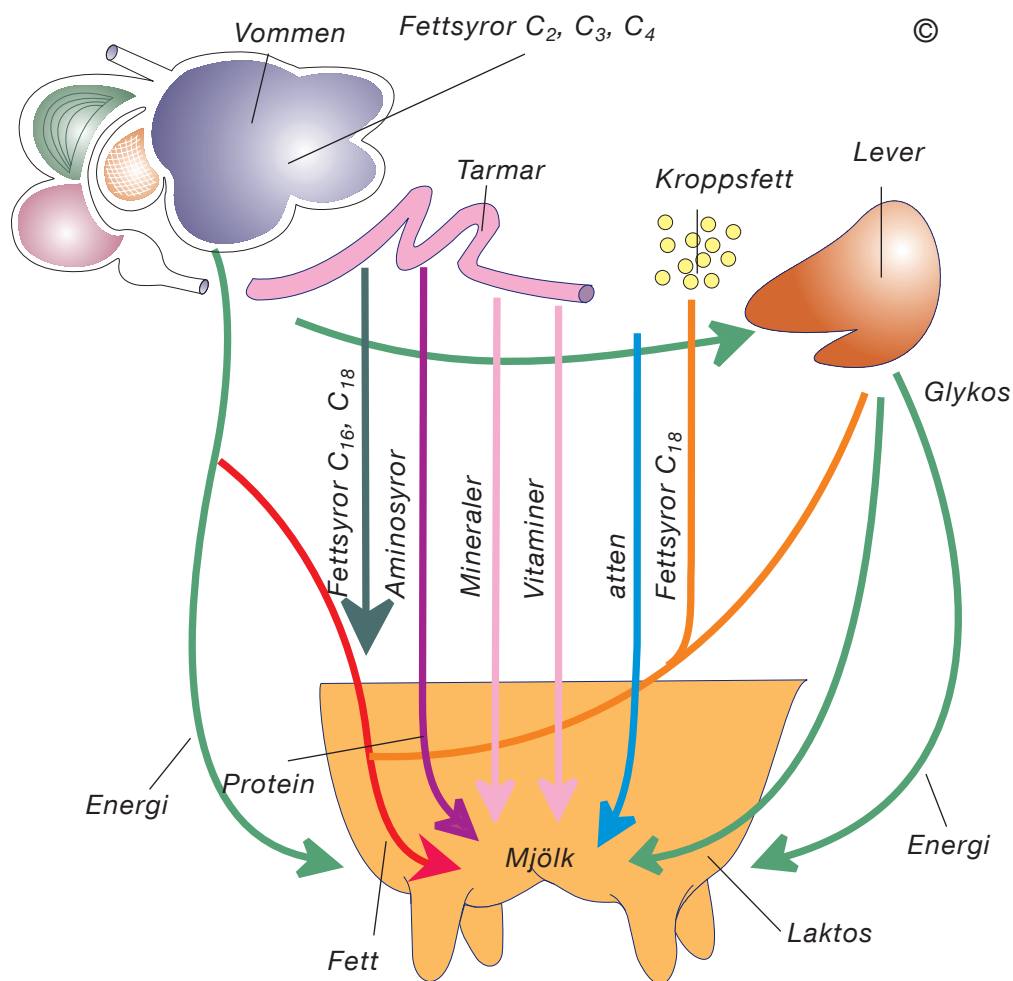


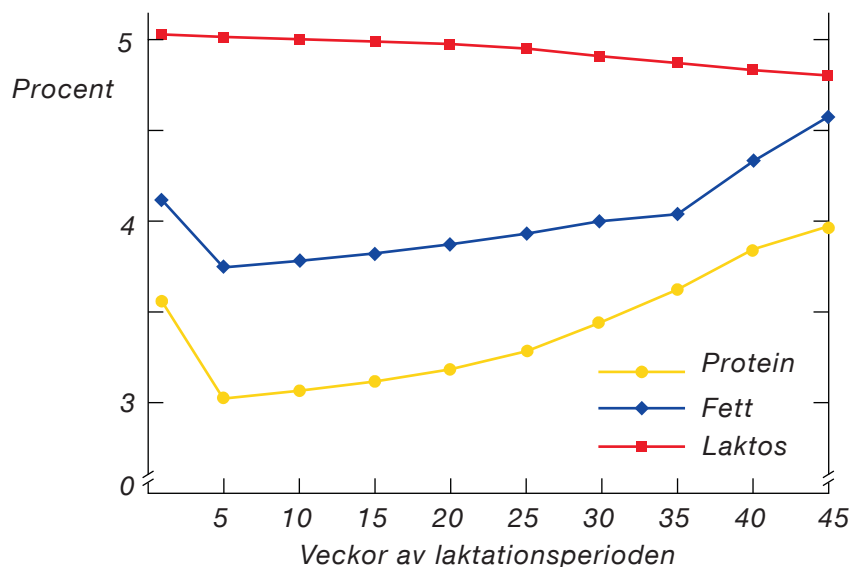
Fig 10.
Mjölken byggstenar transporterade till juvret där syntes av mjölkfett, mjölkprotein och laktos äger rum.

Sammansättningen av mjölken varierar mellan olika koraser men också under laktationen inom respektive koras (se tabell nedan).

Ras	Torrsubstans%	Fett %	Kasein %	Vassle protein %	Laktos %	Aska %
Brown Swiss	12.69	3.80	2.63	0.55	4.80	0.72
Holstein	11.91	3.58	2.49	0.53	4.61	0.73
Jersey	14.15	4.97	3.02	0.63	4.70	0.77

Sammansättning av mjölken hos tre olika raser av kor (Från B.L. Larson, in Lactation, ed. Bruce L. Larson 1985).

Fig. 11.
Ändringar i fett, protein
och laktosinnehåll hos
mjölk från mjölkkor
under laktationsperi-
oden (Från R. Jenness,
in Lactation, ed B.L.
Larson, 1985).



Vid början och slutet av laktationsperioden är fett och proteininnehållet högre än i mitten av laktationsperioden (se figur nedan).

Den högre koncentrationen av torrsubstans i mjölken vid början av laktationsperioden beror på kalvens speciella behov. Det högre innehållet av protein under de första dagarna efter kalvningen beror på en hög halt av immunglobulin. Mjölken från mjölkkor har i genomsnitt ett fettinnehåll mellan 3,0 och 5,5%, ett proteininnehåll mellan 3,0 och 3,8% och laktos mellan 4,5 och 5%.

Kan mjölk- mängden och sammansätt- ningen påver- kas?

Kan mjölmängden och sammansättningen påverkas?

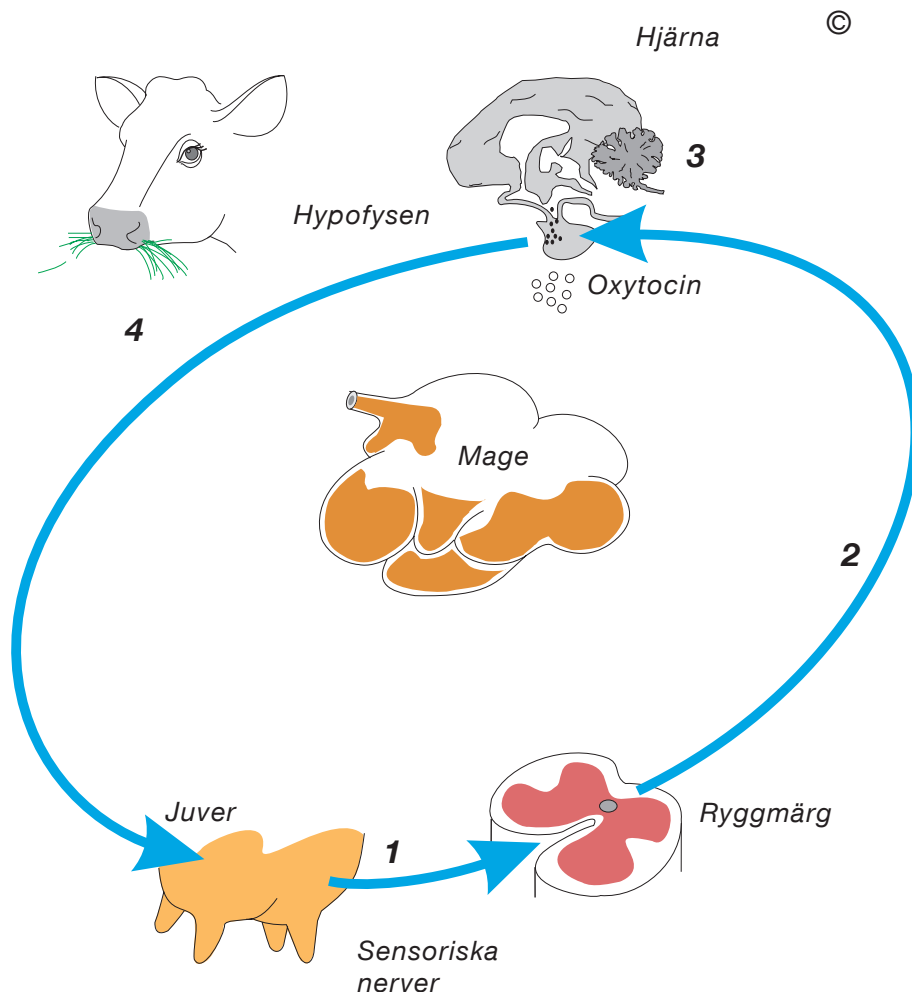
Det är ett välkänt faktum att mängden mjölk som produceras i hög grad påverkas av den mängd foder man ger till korna. Det är också möjligt att i viss utsträckning påverka sammansättningen av mjölken via utfodringen, särskilt genom sammansättningen av fodret. Som exempel kan nämnas att foder med lågt fiberinnehåll eller foder med högt innehåll av stärkelse kan leda till sänkt fetthalt i mjölken. Sådan utfodring kan ändra sammansättningen av de flyktiga fettsyrorerna i vommen, vilket i sin tur påverkar fettbildningen i mjölkkörteln. Det är emellertid svårare att ändra proteininnehållet genom ändrad utfodring. Möjligheten att ändra mjölksammansättningen genom mjölkningen finns också men är i huvudsak att hänföra till fettinnehållet. Via avelsarbetet kan innehållet av fett och protein i mjölk också påverkas på längre sikt.

IV. Mjölkningssteknik

Mjölknedgivning

Redan för länge sedan kände människor till vikten och behovet av att stimulera juvret för att kon skulle släppa mjölken. På målningar i grottor finns effekten av vaginastimulering för mjölknedgivning beskriven liksom också betydelsen av att hålla kalven nära kon under mjölkningen. Hur viktig är stimulering av nedgivningsreflexen under mjölkning för våra moderna mjölkkor? Är det ett fenomen vars vikt har försvunnit beroende på genetiska förbättringar? För att besvara dessa frågor måste vi först diskutera biologin bakom mjölknedgivningen.

Under mjölkning och digiving aktiveras nervreceptorerna (känslorgan) i huden på spenarna vilka är känsliga för beröring. Denna mekaniska stimulering leder till att impulser överförs till hypofysen i hjärnan varvid hormonet oxytocin utsöndras. Hormonet transporteras till juvret via blodet. Figur nedan ger en schematisk bild av nedgivningsreflexen.



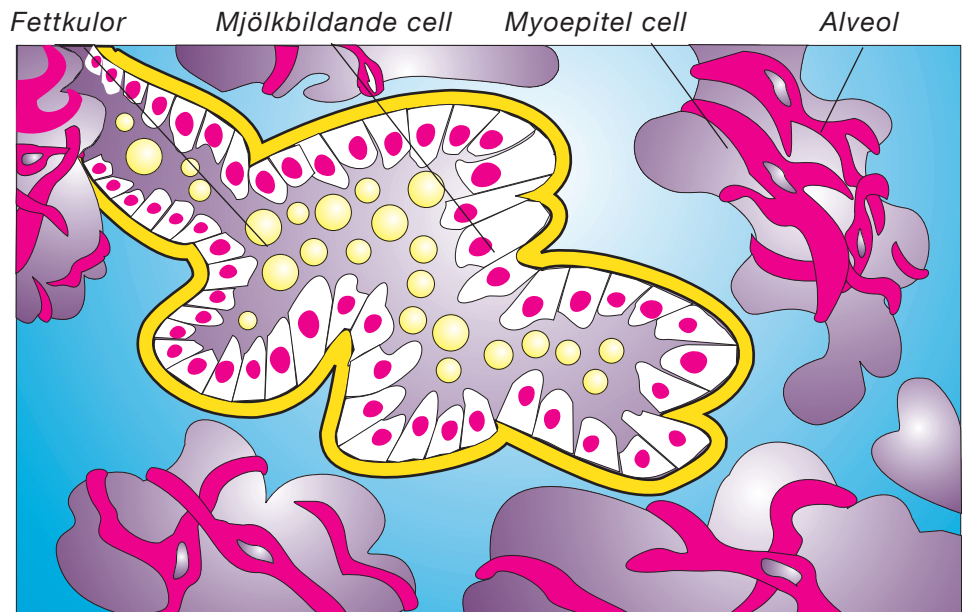
Mjölknedgivning

Fig. 12. Nedgivningsreflex. Stimulering av spenarna (1), ger nervimpulser som överförs via ryggmärgen (2) till hypofysen (3), där oxytocin utsöndras och transporteras via blodet (4) till juvret.

I mjölkörteln påverkar hormonerna de muskelceller som omger alveolerna så att dessa dras samman varvid mjölken pressas ut i mjölkgångarna och mjölkcisternerna (se figur nedan).

©

Fig. 13.
En sammapressad
alveol.



Tiden som åtgår från början av stimulering av spenarna till mjölknedgivningen är ca 30-60 sekunder, men varierar från ko till ko men också hos respektive ko beroende på laktationss-tadiet. Det har tidigare antagits att oxytocinutsöndringen är kortvarig och sker endast en gång per mjölkning. Senare forskning har emellertid indikerat att oxytocin utsöndras under hela mjölkningsprocessen.

Mjölknedgivningsreflexen inklusive oxytocinutsöndringen kan stimuleras på många sätt. Olika typer av sensorisk stimulering av spenen, närvaron, åsynen av och/eller förnimmelsen av kalven och utfodring av kraftfoder i samband med mjölkningen är några exempel (se bild nedan). Den mest effektiva stimuleringen av spenarna för mjölknedgivning utförs av kalven. En optimal mjölkningsteknik bör därför imitera kalvens diande. Kalvens sugande inkluderar förstimulering, mjölkutvinning och efterstimulering.

Varför stimulering av spenen?

Varför stimulering av spenen?

Förstimulering (förbehandling)

Förstimulering är generellt sett den åtgärd som vidtas före påsättning av spenkopparna, d.v.s. rengöring och torkning av spenarna, massage av spenarna och juvret och kontrollmjölkningen. Under förstimuleringen stimuleras nervkänselfropparna

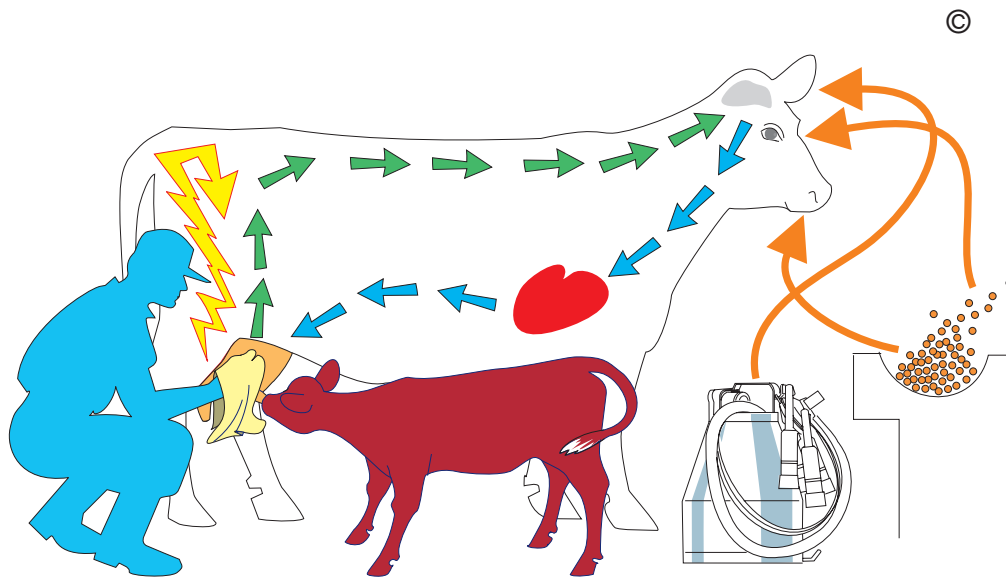


Fig. 14. Mjölknedgivningen kan stimuleras på olika sätt såsom beröring av spenarna, åsynen eller upplevelsen av kalven, ljudet från mjölkningsmaskinen och i vissa fall utfodring av kraftfoder.

i spenarna och mjölknedgivningsreflexen aktiveras. Detta resulterar i mjölknedgivning där oxytocinet redan har börjat verkat på myoepitelcellerna (muskelceller som omsluter alveolerna) då mjölkningsmaskinen sätts på juvret. En kortare mjölkningstid, ett kraftigare mjölkflöde och i vissa fall en bättre juvertömning är fördelar med en rätt genomförd förstimulering. Eftersom mjölknedgivningen redan har aktiverats då mjölkningsmaskinen sätts på juvret blir mjölkflödeskurvan sällan bimodal (två toppar) (se figur nedan).

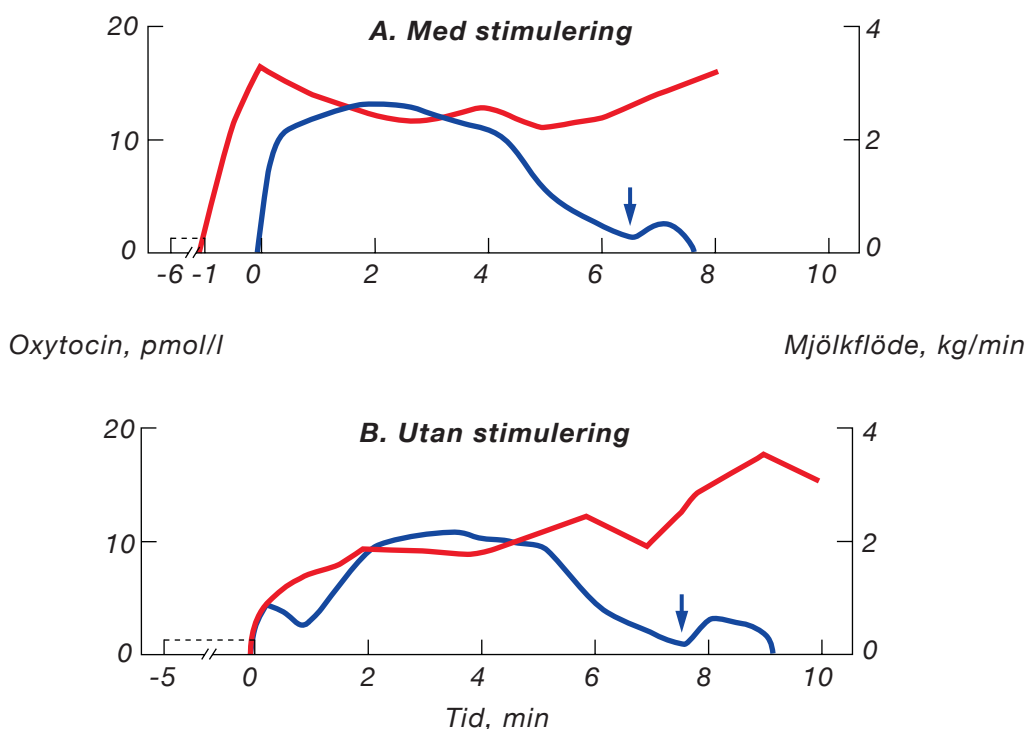


Fig. 15. Inverkan av 1 minuts manuell förstimulering på genomsnittliga frisättningen av oxytocin (röda linjen) och mjölkflödet (blå linjen) under mjölkningen. Mjölkningen påbörjades omedelbart vid tid 0; pilarna visar påbörjandet av eftermjölkningen. (Från Mayer et al J. of Endocrinol, 103:355, 1984).

Detta betyder att det inte blir någon fördröjning i flödet mellan den mjölk som kommer från cisternerna och den mjölk som kommer från alveolområdet, vilket förbättrar spenbehandlingen. Förstimuleringen kan antingen utföras manuellt eller av maskinen. Hittills har man emellertid inte funnit någon mekanisk variant som är lika effektiv som handstimulering.

Efterstimulering

Efterstimulering

Efterstimulering motsvarar det skede då spenarna och juvret behandlas efter det att mjölkflödet har minskat eller upphört. Maskin- eller handeftermjölkning är exempel på detta. Vid experiment som utförts på mjölkkor har man funnit att maskineftermjölkning eller extra efterstimulering delvis kan påverka mjölkproduktionen. Hos andra djurslag (gris) fann man att fortsatt sugning efter det att mjölkflödet upphört stimulerar en högre mjölkproduktion. Efterstimuleringens påverkan på mjölkproduktionen kan delvis förklaras av aktivering av lokala regleringsmekanismer i juvret. Dessa mekanismer kan påverka tömningen av juvret men också kapaciteten hos de mjölkproducerande cellerna. Efterstimulering rekommenderas dock inte idag då det kan medföra stort slitage på spenarna.

Stimulering under mjölkning

Stimulering under mjölkning

Det sätt på vilket spenarna stimuleras genom spenmassage under mjölkning är av betydelse. Man har visat att utsöndring av hormonerna oxytocin och prolaktin som båda är betydelsefulla ur mjölkproduktionssynpunkt påverkas av massagen av spenarna. Vid experiment då handmjölkning har jämförts med maskinmjölkning (handmjölkning är det mjölkningssätt vilket mest efterliknar kalvens diande) fann man att utsöndringen av ovan nämnda hormoner blev både högre och förlängd under handmjölkningen jämfört med maskinmjölkningen. Detta kan delvis ha betydelse för mjölkproduktionskapaciteten.

Vid spenstimuleringen kan också lokala regleringsmekanismer i juverkörteln aktiveras. Ett mycket bra exempel på att det finns lokala mekanismer i juverkörteln som är av viss betydelse ur produktionssynpunkt är kängurun. Hon kan samtidigt föda upp två kanguruungar av olika ålder. Den äldre ungen har sin egen spene som producerar mjölk anpassad till sina krav medan den mindre ungen har sin egen spene som producerar mjölk anpassad till sina speciella krav. Detta sker trots att båda körtlarna har samma närings- och hormonella miljö. Det är endast genom sugandet som sammansättningen liksom också mängden mjölk som produceras i varje enskild körtel kan regleras för att motsvara kravet hos ungar.

Det har också visats, i fråga om mjölkcor, att aktiveringen av lokala mekanismer har betydelse både för mjölkproduktionskapaciteten och mjölksammansättningen. Vid experiment har man funnit att handmjölkning ger en högre mjölkproduktion och mjölk med högre fetthinnehåll jämfört med maskinmjölkning (se figur nedan).

Daglig produktion av fett (gram)

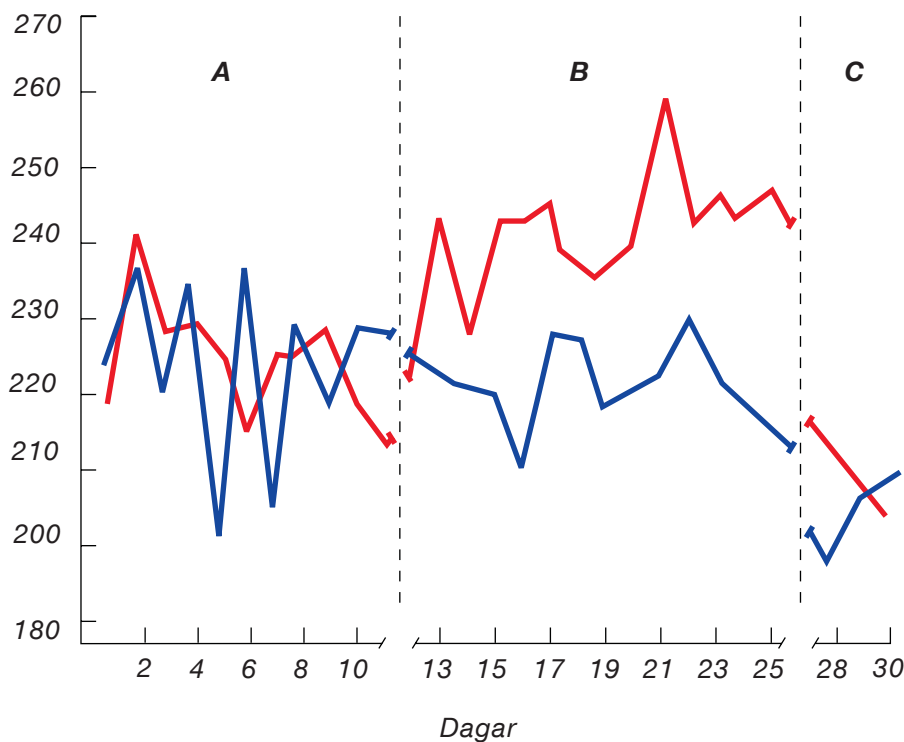


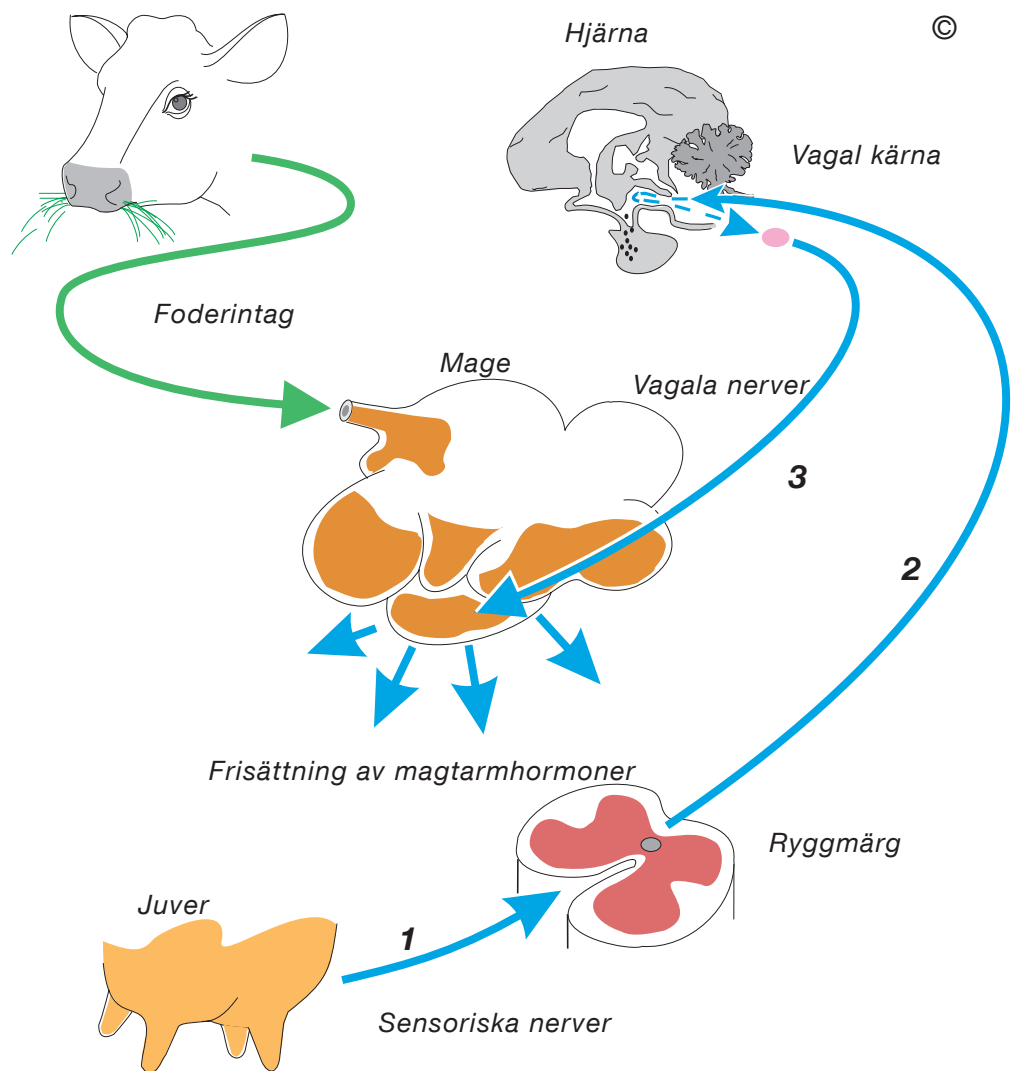
Fig. 16. Daglig avkastning av fett vid maskinmjölkade (blå linjen) och handmjölkade (röda linjen) framre spenarna under tre perioder; A- då båda framre spenarna maskinmjölkades, B- då ena framre spenen handmjölkades och den andra maskinmjölkades, C- då båda främre spenarna åter maskinmjölkades (fyra kor) från Svennersten och medarbetare J. Dairy Sci. 73:971, 1990).

Den biologiska förklaringen bakom dessa resultat har man ännu inte funnit. Det finns indikationer på att det existerar lokala nervreflexer i juvret vilka indirekt skulle kunna påverka kapaciteten hos de mjölkproducerande cellerna. Faktum är att redan under femtio- och sextiotalet hade ryska vetenskapsman kännedom om detta fenomen.

En annan mycket intressant upptäckt är att hos såväl enkelmagade djur som hos idisslare kan sugning/mjölkning också aktivera hormoner i magen. Vilken betydelse har då detta? Föreställ dig en ko som producerar 100 kg mjölk per dag, vilket är en mycket hög produktion. Att tillhandahålla denna stora mängd av näring och kalorier är inte möjligt med mindre än att det lakterande djuret konsumerar en stor mängd foder. Under digivningen aktiveras en del hormoner i magen (se figur nedan).

Vissa av dessa hormoner påverkar aptiten och vissa av hormonerna stimulerar magens aktivitet. Det är därför möjligt att den mjölkningsrelaterade frisättningen av dessa hormoner är involverade i anpassningen av magtarmkanalerna under dräktighet och laktation för att möjliggöra den ökade foderkonsumtionen. Med tanke på att mjölkningen kan påverka foderkonsumtionen indirekt är det av stor vikt att skötselrutiner såsom mjölkning och utfodring är optimala.

Fig. 17.
Både mjölkning och foderintag aktiverar magtarmhormonerna.



Mjölkkörteln är följaktligen ett organ som kontrolleras av hormoner och tillförs näring via blodet för att producera mjölk. Mjölkkörteln är emellertid också ett organ som kontrollerar sin egen funktion men också kontrollerar andra organ i kroppen. Vissa av dessa system aktiveras vid mjölkningen/ldigivningen vilket indikerar betydelsen av hur mjölkningsmaskinen stimulerar eller påverkar spenen under mjölkningen.

Varför optimal mjölkutvinning?

Optimal mjölkutvinning är en viktig faktor då det gäller mjölkningsteknik och mjölkningsrutiner. Det finns många skäl för detta. Optimal mjölkutvinning ger högre avkastning. Sammansättningen av mjölken påverkas särskilt i fråga om fettinnehåll. Då lantbrukaren betalas enligt fettinnehållet i mjölken är det viktigt att tömma juvret så fullständigt som möjligt eftersom den sista delen av mjölken har den högsta fettprocenten (se figur nedan). Vid våra egna försök har ett fettinnehåll på 15-20% noterats i eftermjölken.

Varför optimal mjölkutvinning?

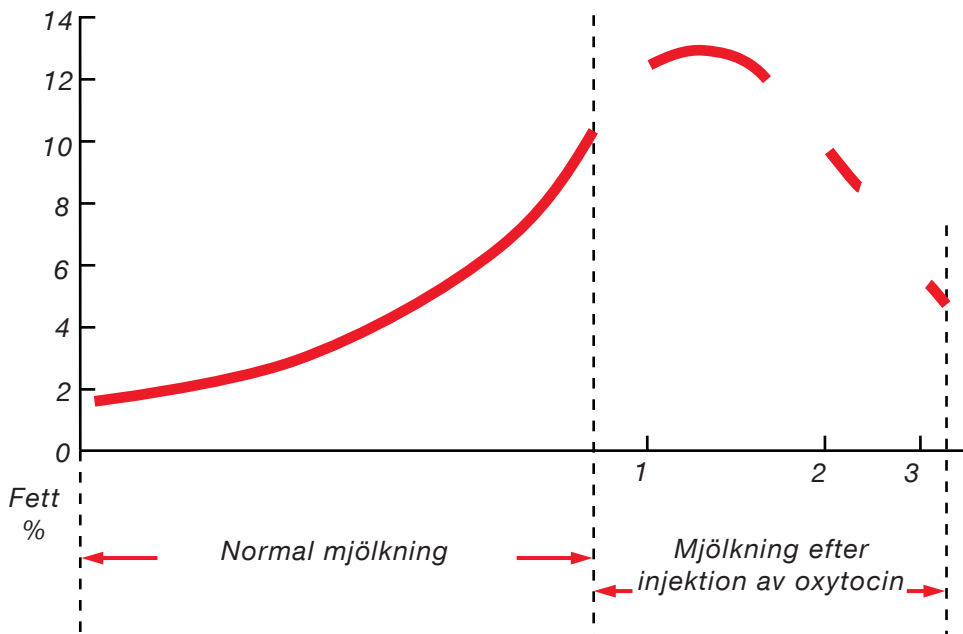


Fig. 18. Stegning av fettprocent i på varandra följande prov som tagits under en normal mjölkning, och vid efterföljande mjölkningar efter injektion av oxytocin för att utvinna residualmjölken. (Från J Johansson, Acta Agri Scandinavia, 2:82, 1952).

Ett intressant försöksresultat som stöder tanken bakom en optimal mjölkutvinning är upptäckten att mjölken innehåller ett protein (inhibitor) som har en hämmande inverkan på de mjölkproducerande cellerna. Eftersom inhibitorn direkt påverkar den mjölkproducerande cellen är det viktigt att tömma alveolen så fullständigt som möjligt. Att det finns en hämmande substans i mjölken har visats i experiment som utförts på mjölkande getter. Ena juverhalvan tömdes helt och hållet på mjölk medan den andra halvan ej mjölkades. Den urmjolkade halvan fylldes därefter omedelbart med sockerlösning och i denna halva fortsatte mjölkproduktionen trots det höga juvertrycket. Omvänt upphörde mjölkbildningen i den omjolkade juverhalvan. Ur juverhälsosynpunkt är optimal mjölkutvinning också viktigt. Strävan att tömma juvret så fullständigt som möjligt betyder

Melkingsintervaller

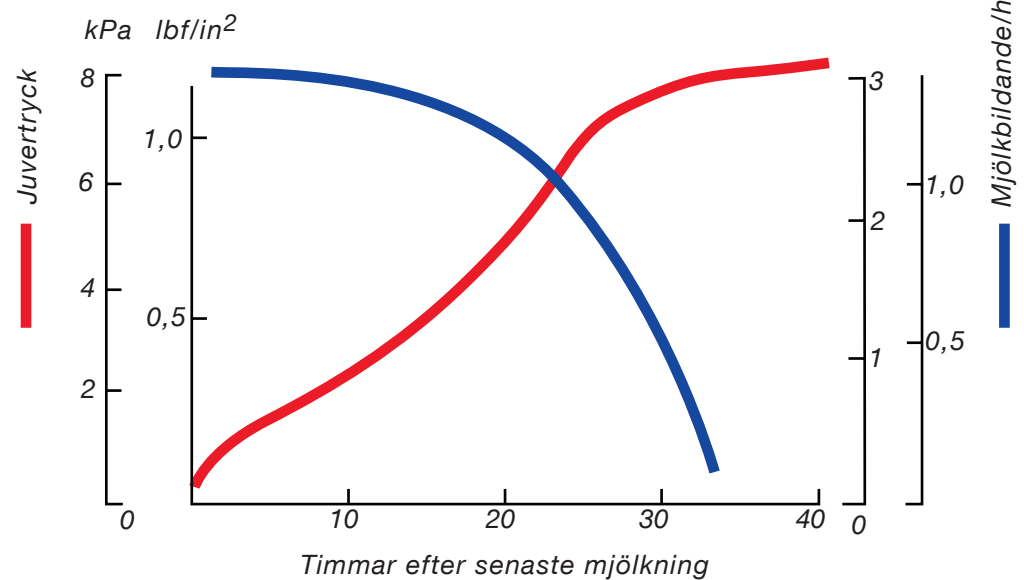
emellertid inte att man kan tillåta övermjölkning, eftersom detta kan förorsaka dålig spenbehandling och resultera i mastitis (juverinflammation).

Mjölkningsintervall

Mjölkningsintervallets längd varierar mellan olika länder. I de flesta länder är 8- 16 timmars mjölkningsintervall vanligt beroende på arbetskraftssituationen. I större besättningar praktiseras dock ofta 12- 12 timmars mjölkningsintervall. 12 timmar mjölkningsintervall är det mest optimala vid mjölkning två gånger per dag. Mjolkproduktionen (kg mjölk) ökar några procentenheter vid jämna mjölkningsintervall jämfört med ojämna intervall.

Vilken mekanism ligger då bakom detta fenomen? Mjolkutsöndringen börjar minska redan 10 timmar efter den senaste mjölkningen medan juvertrycket ökar. Ca 35 timmar efter den senaste mjölkningen upphör produktionen av mjölksekret (se figur nedan).

Fig. 19. Ökningen av juvertryck och minskningen i mjölk- avsöndringstakt vid förlängda mjölkningsintervall (Från Hamann & Dodd, i *Machine milking and lactation*, ed Bramley och medarbetare, 1992).



Av tidigare diskuterade resultat framgår att juvertrycket ej är den enda faktorn som reglerar mjölksekretionen (mjölkbildning) utan också den nämnda hämmande mekanismen som diskuterats ovan. För att optimera mjölkproduktionen måste följaktligen tiden mellan mjölkningsintervallen beaktas.

Mjölkningsfrekvens

Mjölkning två gånger per dag har länge varit mest förekommande i industriländer, i huvudsak beroende på arbetskraftssituationen. I vissa länder där arbetskraften är billig praktiseras ibland mjölkning flera gånger per dygn. Under det senaste årtiondet har mera frekvent mjölkning åter aktualiserats särskilt i besättningar med hög avkastning. Fördelarna med mera frekvent mjölkning är många.

Övergång från mjölkning två gånger per dag till tre gånger per dag ökar mjölkproduktionen markant. Data som publicerats visar en ökning från 10-15% mjölk per dag. Dessutom tenderar laktationen att förlängas. Orsaken till att mjölkproduktionen ökar vid mera frekvent mjölkning kan vara en mera frekvent frisättning av hormoner som stimulerar mjölkbildningen i mjölkkörteln. Som nämnts ovan innehåller mjölken emellertid en hämmande faktor med negativ påverkan på mjölkbildningen. Ett mera frekvent avlägsnande av denna hämmande faktor resulterar därför i en högre produktion. En intressant observation i detta avseende är att kor med en liten juvercistern är känsligare för mjölkningsfrekvensen. Ju mindre juvercisternen är desto större blir effekten av mera frekvent mjölkning på mjölkproduktionen och ju större cisternen är desto mindre blir ökningen.

Frekvent mjölkning har både långsiktig och kortsiktig inverkan. Ett kortsiktigare resultat är en ökad mjölkproduktion beroende på ökande aktivitet hos de mjölkproducerande cellerna medan det långsiktiga resultatet är ökad produktion beroende på ökat antal mjölkproducerande celler. Det senare visar att det är möjligt att påverka antalet mjölkproducerande celler och deras aktivitet med hjälp av mjölkningsfrekvensen (Figur 20).

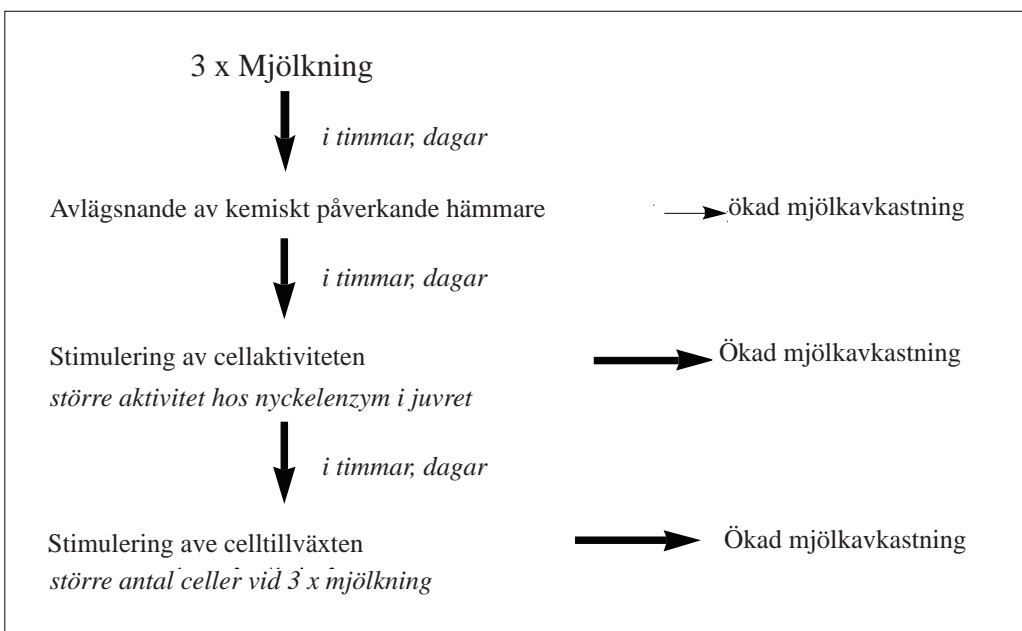
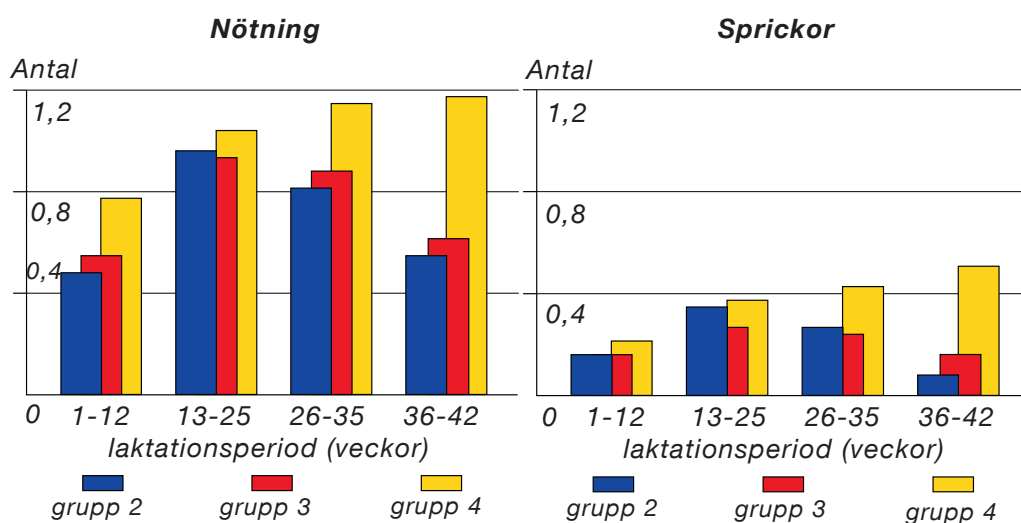


Fig. 20.
Kort, medel och långsiktig påverkan på laktationen av mjölkning tre gånger per dag. (Från Harmann & Dodd, *Machine milking and lactation*, ed Bramley och medarbetare, 1992)

Man har konstaterat att juverhalsan förbättras vid mera frekvent mjölkning. Man måste emellertid också konstatera att spenarna får mera sår, sprickor och andra skador vid mera frekvent mjölkning. Å andra sidan visade det sig att antalet nya infektioner minskade liksom också celltalet i mjölken. Mera frekvent mjölkning medför att bakterier som lyckats komma in i spenen oftare spolats ut, vilket delvis kan förklara fenomenet med förbättrad juverhälsa (se figur nedan).

Fig. 21. Spenspetstillstånd per grupp (grupp 2 mjölkade två gånger per dag, grupp 3 tre gånger per dag och grupp 4 fyra gånger per dag) och laktationsperiod. (Rån Ipema & Benders, In Proc. Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking, 1992).



Foderkonsumtionen synes påverkas av mera frekvent mjölkning. Vid vissa försök har man rapporterat att en ökad mjölkproduktion med 10-15% har resulterat i ökad foderkonsumtion med endast 3-5% (se tabell).

Tabell 3. Ökning av torrsubstansintag (%) och mjölkproduktion (%) då korna mjölkades tre och fyra gånger per dag jämfört med två gånger per dag. (Från Ipema & Benders, In Proc. Int. Symp. on Prospects for Automatic Milking, 1992).

	Mjölkningsfrekvens		
	II	III	IV
Mjölmängd	100 %	114%	115%
Torrsubstansintag	100%	103%	104%

Hur är detta möjligt? Man har noterat att djur som mjölkas oftare utnyttjar sina kroppsreserver i större utsträckning än djur som mjölkas två gånger per dag. Det är också möjligt att deras ämnesomsättning blir mera effektiv beroende på mera frekvent aktivering av det hormonsystem som är relaterat till ämnesomsättningen.

Det har indikerats att matsmältningshormoner aktiveras i samband med mjölkningen. På enkelmagade djur har man dessutom funnit att mjölknedgivningshormonet oxytocin är involverat i amnesomsättningen. Den största fördelen av mera frekvent mjölkning är kanske förbättrat välbefinnande hos djuren. Man har noterat att de mest högmjölkkande korna inte ligger ned under de sista timmarna före mjölkning. Många högmjölkkande kor producerar upp till 60 kg mjölk per dag och mjölkas två gånger per dag med 8-16 timmars intervall. Det betyder att dessa kor mjölkar nära 40 kg mjölk vid morgonmjölkningen. Kor med denna stora mängd mjölk i mjölkkörteln utsatts för särskilt högt juvertryck vilket utan tvekan förorsakar obehag. Man har också noterat att högmjölkkande kor önskar bli mjölkade oftare än två eller tre gånger per dag om de själva får välja.

Sammanfattningsvis kan sägas att mera frekvent mjölkning påverkar de högproducerande mjölkorna på ett positivt sätt i fråga om avkastning och hälsa enligt de försök som gjorts. Mera frekvent mjölkning än två gånger per dag är också bättre anpassat till kornas normala beteende och behov eftersom kalven diar så ofta som 4-7 gånger per dag.

Mjölkningsrutiner

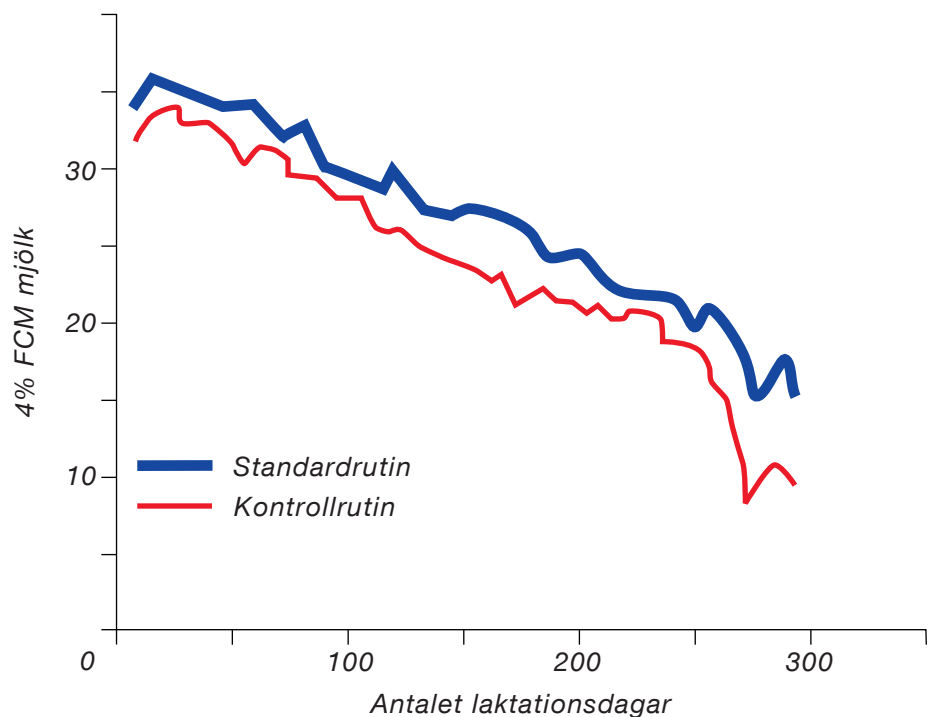
Det har ingen betydelse hur väl den genetiska potentialen och utfodringen av de högmjölkkande korna beaktas för att nå optimal mjölkproduktion om mjölkningsrutinerna och mjölkningssutrustningen inte är optimal. Mjölkningsrutinen måste genomföras på ett riktigt sätt. Dimensionering av mjölkningsanläggningen, montering av mjölkningssutrustning, samt slangdragningen under mjölkningen är några exempel på faktorer som måste vara korrekta.

En optimal mjölkningsrutin innefattar olika steg som rengöring av spenar och juver, manuell förstimulering, kontrollmjölkning och desinfektion av spenarna efter mjölkningen då så erfordras. Rätt manuell förstimulering av spenarna underlättar mjölkningen. Vikten av förstimulering har diskuterats tidigare.

Hur utförs då en optimal förbehandling av kon? Betydelsen av mjölkningsrutinen ur produktionssynpunkt har visats experimentiellt. En strikt mjölkningsrutin (rengöring och torkning av spenar och juver under ca 30 sekunder och påsättning av mjölkningsmaskinen inom 60 sekunder räknat från början av stimuleringen) resulterade i en ökad avkastning över hela laktationen på ungefär 450 kg. Kontrollbehandlingen utgjordes av en rutin med kort avtorkningstid och varierande väntetid (se figur).

Mjölkningsrutiner

Fig. 22.
Påverkan på mjölkproduktionen av förbehandling, kor i andra och tredje laktationen. För korna tillämpades en standard mjölkningssrutin bestående av 31 +/- 9s förmjölkningsstimulering och 1,22 +/- 0,25 minuters intervall innan mjölkningssmaskinen sattes på spenarna och en kontrollrutin bestående av 17 +/- 5 sekunder förmjölkning/stimulering och 3,06 +/- 1,56 minuters intervall. (Från M.D. Rasmussen, *J. Dairy Sci.* 73:3472, 1990).



Spenarna och juvret måste rengöras och torkas för att nå god mjölk kvalitet. Inblandningen av gödselbakterier och bakteriesporer måste minimeras. Spenarna skall rengöras med en separat fuktad duk för varje individuell ko för att förhindra överförandet av mastitpatogener (bakterier som förorsakar juverinflammation) mellan korna. Om möjligt skall respektive hörn på duken användas för varje separat spene för att förhindra överföring av bakterier mellan spenarna.

För att skapa en bra mjölkningssrutin hjälper det ibland med att börja att använda rutiner vilka skapar positiva känslor hos kon. Rutinen måste därefter vara lika från gång till gång. Under sjuttio-talet visade vetenskapsmän att utfodring under mjölkningen resulterade i en bättre juvertömning, högre flöde och en tendens till ökad produktion. Dessa observationer resulterade i en rekommendation i vissa länder att utfodra kraftfoder i mjölkningstallet. Men vilken var den biologiska förklaringen bakom dessa observationer och är det av betydelse att fortsätta utfodra kraftfoder i mjölkningstallet? Intressant nog har man funnit att utfodring under mjölkningen både förlänger och ökar den mjölkningsrelaterade frisättningen av hormonet oxytocin (se figur nedan). Ur produktionssynpunkt fann man vidare indikationer på att mjölkning och utfodring samtidigt ökade mjölkflödet, minskade mjölkningstiden och visade en tendens att öka mjölkproduktionen. Nya forskningsresultat indikerar att utfodring före och under mjölkning ger högre mjölkningsrelaterade

Plasma Oxytocin (pM)

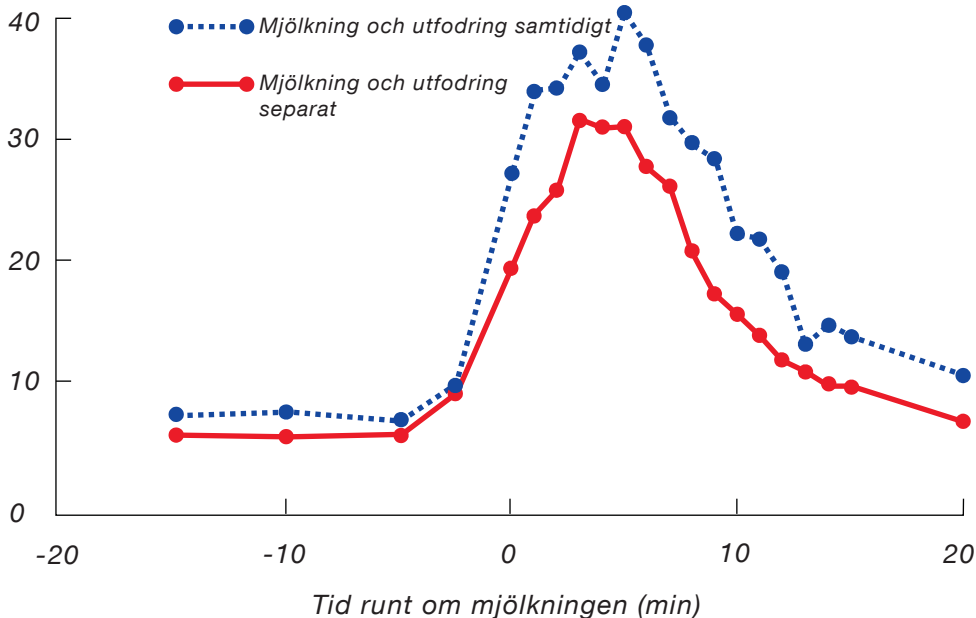


Fig. 23. Dagligt plasmaoxytocinivärde (pM) då korna blev mjölkade och utfodrade samtidigt i fyra på varandra följande dagar och mjölkade och utfodrade separat i fyra på varandra följande dagar. (Från Svennersten och medarbetare *Acta Physiol Scand*, 153:309, 1995)

oxytocinnivåer än utfodring efter mjölkning. Intressant var också att kor med högre oxytocinnivåer tenderade att ligga och idissla mer samt att de utövade mer sociala interaktioner, vilket talar för att oxytocin påverkar även kornas beteende.

Mjölknedgivningsreflexen kan också hämmas. Det finns olika typer av hämningar, centralt i hjärnan eller lokalt i juvret. Vad kan då förorsaka en hämning av reflexen? Omild behandling av korna av mjölkaren, störningar under mjölkningen förorsakade av mjölkningsmaskinen, obekant omgivning och inkonsekvent skötsel är några exempel.

För att stimulera nedgivningsreflexen och inte hämma den är det mycket viktigt att behandla korna på bästa möjliga sätt både före och under mjölkningen. Mjölkningen representerar en mycket komplex serie av betingade processer. Det allra första tecknet på att mjölkningen närmar sig (ljudet av mjölkningsmaskinen som startas, insamling av korna till mjölkningsstallet etc) startar en komplex serie av betingade processer som förbereder kon för mjölknedgivning. Om denna process störs på ett eller annat sätt kan mjölkutvinningen hämmas. Därför rekommenderas en konsekvent följd av rutiner såsom juverrengöring, kontrollmjölkning, spenkoppsspåsättning och synkronisering av andra rutiner såsom utfodring. Dessa händelser skall äga rum i samma följd varje dag.

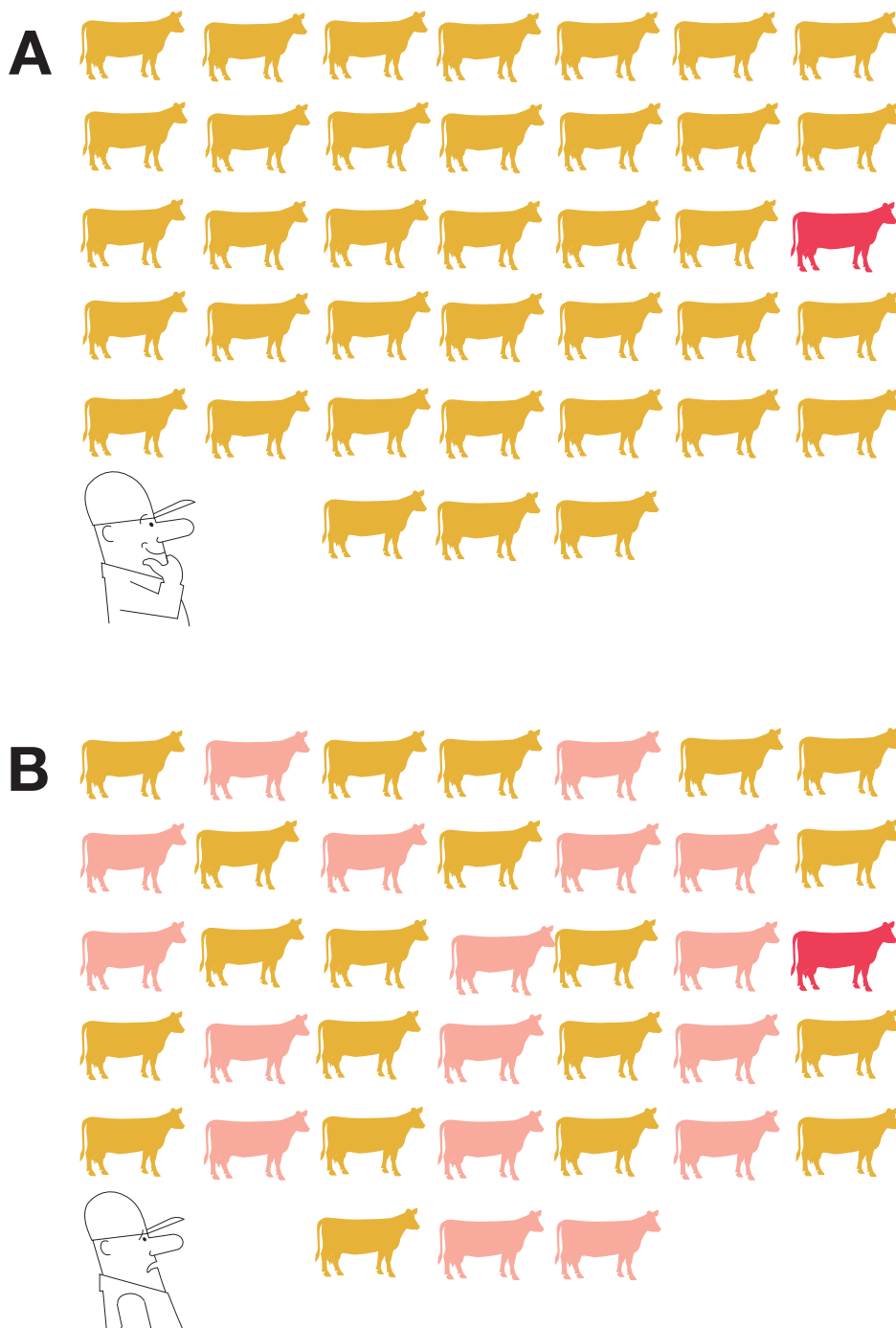
Spenebehandling/mastitt

Fig. 24.
Kliniska fall (A) och
subkliniska fall (B) av
mastitis. (Från Nelson
Philpot, *Mastitis Man-
agement*, 1978).

Spenebehandling/mastitis (juverinflammation)

Förutsättningarna för att producera mjölk på ett ekonomiskt sätt är att ha relativt högmjolkande kor och mjölk av hög kvalitet. Detta betyder hög avkastning från friska djur som ej lider av någon form av sjukdom i mjölkkörteln. Mastitis (juverinflammation) är den mest vanliga och kostsamma sjukdomen i en mjölkdjursbesättning. I många fall är ägaren endast medveten om de kliniska (synliga) fallen (se figur).

©



Man har funnit att antalet fall av klinisk mastitis generellt sett är 20- 100 fall/100 kor och år. Nivån av subkliniskt (osynligt) infekterade juverfjärdedelar är 5-35%, vilka är infekterade av i huvudsak patogena (sjukdomsalstrande) bakterier. Klinisk mastitis är relativt lätt att upptäcka för ägaren. Symptomen är flockbildning och missfärgning av mjölken. Dessutom blir juverdelen hård, röd eller svullen och i många fall får kon feber och förlorar aptiten. Subklinisk mastitis är svårare att upptäcka eftersom både mjölken och juvret kan synas vara normala medan däremot antalet somatiska (kroppsliga) celler i mjölken ökar (se figur).

©

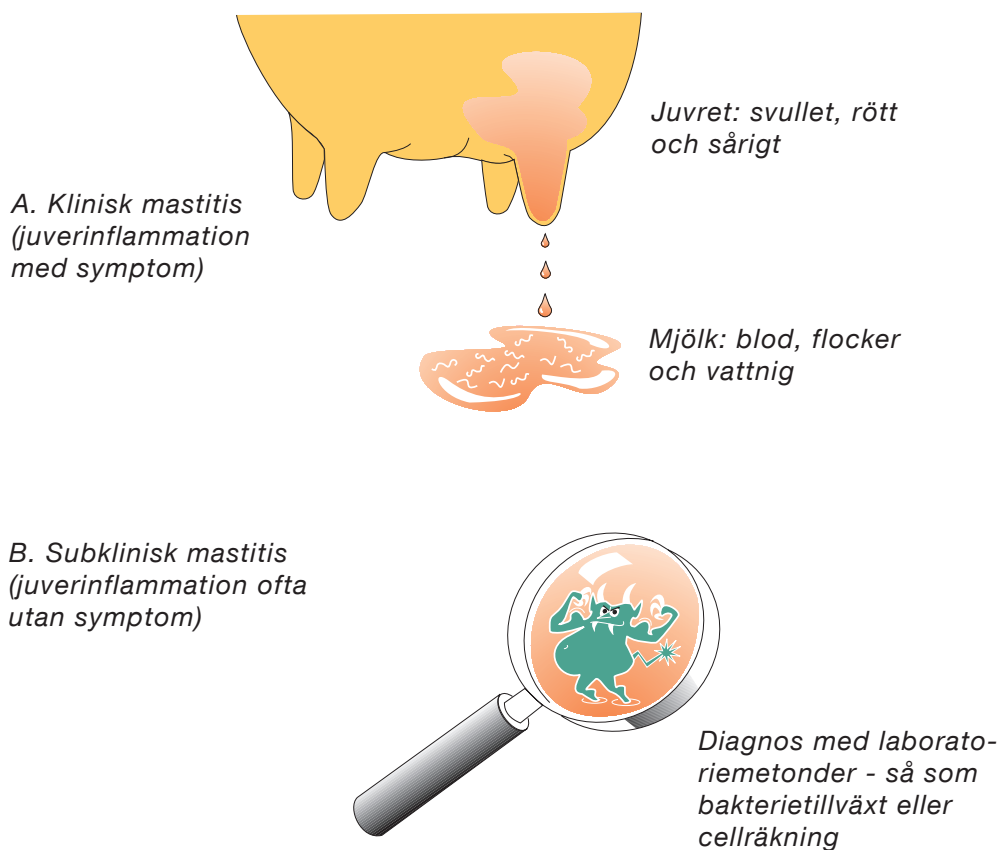
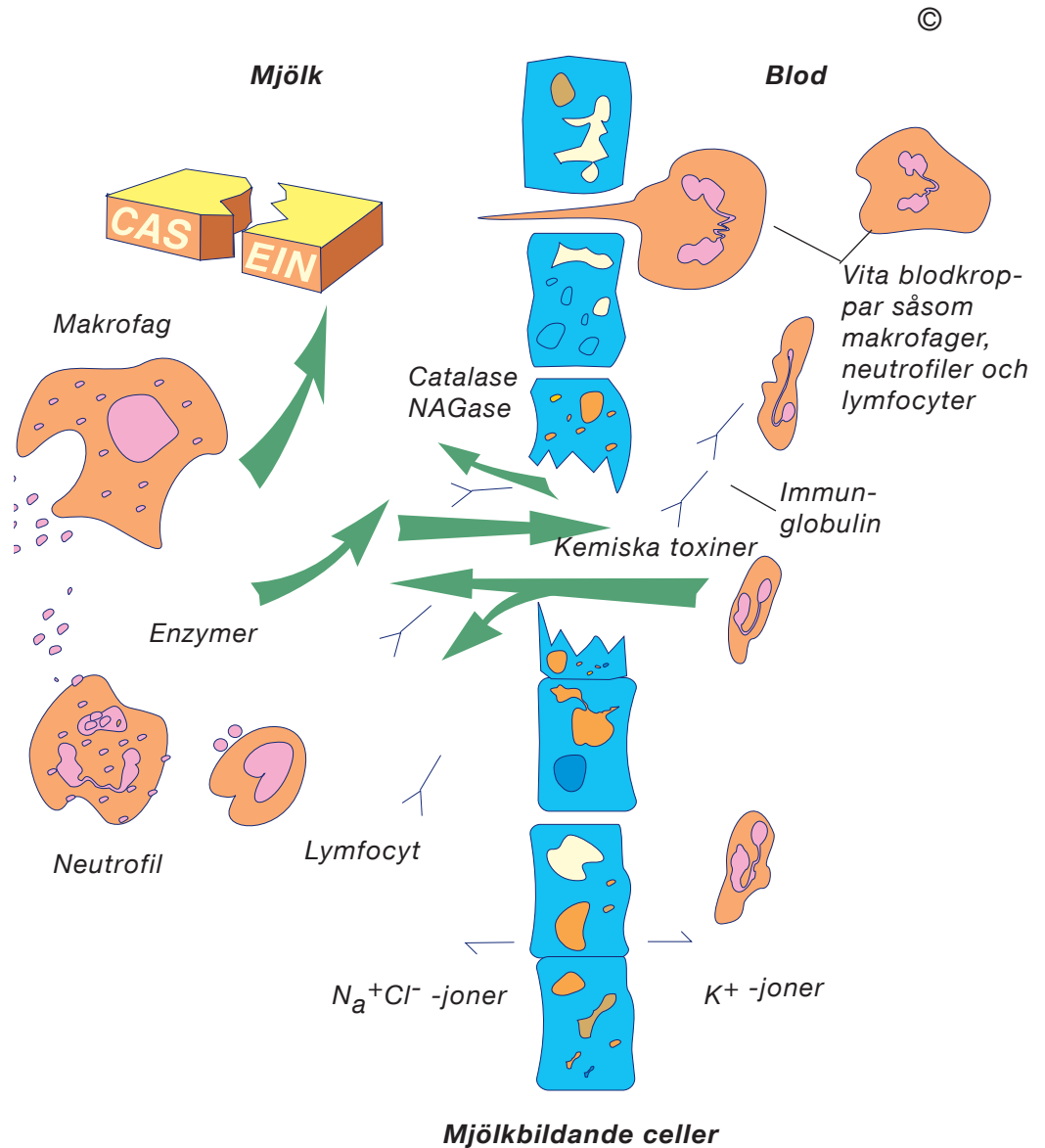


Fig. 25.
Diagnos av mastitis:
A-klinisk, B-subklinisk.

Mastitis är en inflammation i mjölkkörteln vilken kan förorsakas av bakterier eller någon form av skada. Då bakterierna ökar i antal frigörs metaboliter (nedbrytningsprodukter) och toxiner (bakteriegifter) vilka aktiverar försvarsmekanismerna hos kon. Vid inflammationen överförs vita blodkroppar från den perifera blodcirkulationen till juvret. Celltalet i mjölken ökar från normalt 50 000 celler/ml eller mindre per juverfjärdedel upp till åtskilliga miljoner per ml. Ökningen av celltalet åtföljs av en aktivering av olika enzymer (se figur).

Den patologiska (sjukliga) följden av mastitis är att den mjölkbildande vävnaden skadas och dess funktion förändras. Detta leder till en reducerad mjölk mängd och ändringar i mjölksam-

Fig. 26. Inflammationsprocessen förorsakad av mastitis (från AJ Bramley. *Machinemilking and lactation*, ed Bramley och medarbetare 1992)



mansättningen. Det är svårt att uppskatta minskningen i mjölk mängd eftersom de icke infekterade juverfjärdedelarna har en tendens att öka mjölkproduktionen för att kompensera minskningen i den infekterade juverfjärdedelen. Orsaken till denna omfördelning är fortfarande okänd. Då det gäller den ändrade mjölksammansättningen minskar fett- och laktosnivåerna medan däremot proteinnivån endast ändras obetydligt. Vassleproteiner ökar och kaseinet minskar vilket betyder en försämring ifråga om mjölk kvalitet för osttillverkning. Koncentrationen

av elektriskt laddade partiklar i mjölken ökar vilket resulterar i ökad elektrisk ledningsförmåga hos mjölken (se figur).

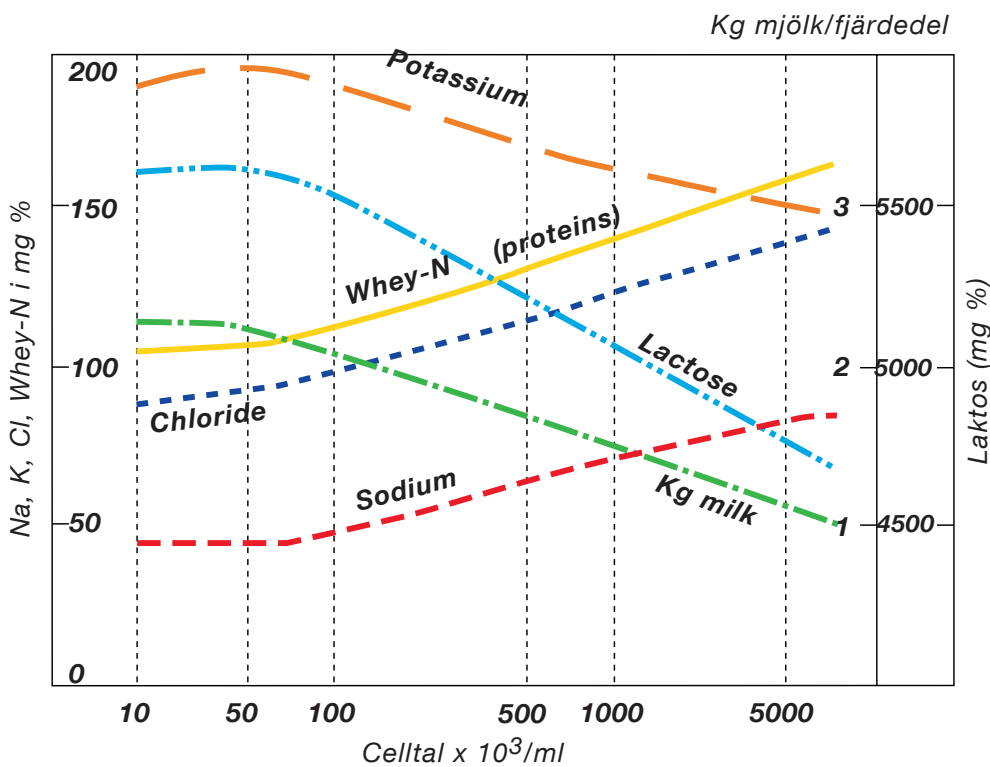


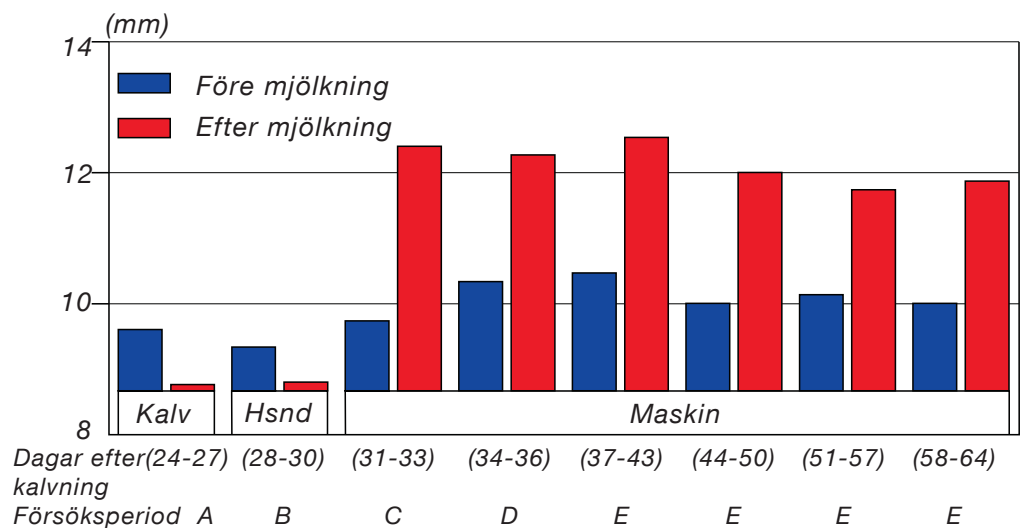
Fig. 27. Relationen mellan somatiska celltalet i mjölken, mängden olika komponenter i mjölken och mjölkproduktionen. (Från Giesecke och medarbetare, I Practical mastitis control in dairy herd, 1994)

Hur påverkar då mjölkningsmaskinen mastitis? Mjölkningsmaskinen kan underlätta överförandet av patogener (sjukdomsalstrare) mellan korna och mellan de olika juverfjärdedelarna. Mjölkningsmaskinen kan också vara orsak till att bakterier överförs från utsidan av spenen in i spenöppningen beroende på stora vakuumvariationer. Dessutom kan vakuumvariationer i centralen förorsaka att mjölk förs över mellan spenkopparna. Mjölkningsmaskinen kan också förorsaka skador vid spenspetsen som kan infekteras av bakterier. Allt för hög vakuumnivå, övermjölkning och ojämn pulsering (otillräcklig eller för kort massagefas) är andra faktorer som kan bidra till skador på spenarna. Dessa exempel visar vikten av att mjölkningsmaskinen är rätt konstruerad, regelbundet servad och att mjölkaren använder den på rätt sätt.

Vid konstruktion av mjölkningsmaskiner är det mycket viktigt att kontrollera att en ny maskin inte påverkar spenen negativt. En metod för att mäta spenbehandlingen har utvecklats där ändringar i tjockleken hos spenen efter mjölkningen jämförs med tjockleken före mjölkningen. Om mjölkningen har blivit utförd på rätt sätt ur spenbehandlingssynpunkt bör spenens tjocklek efter mjölkningen ej ha ändrats jämfört med före mjölkningen (se figur nedan). Emellertid är det inte ovanligt att skador och avvikelser hos spenarna förekommer vilka inte kan relateras till mjölkningsmaskinen. Det är därför viktigt att komma ihåg att olika faktorer i omgivningen kan påverka spenen och juverhålsan.

Fig. 28.
Förändring av spenspetstjocklek, (cutimeter) före och omedelbart efter mjölkning i förhållande till olika mjölkningsmetoder och försöksmetoder. (Från Hamann and Stanitzke, *Milchswissenschaft*, 45: 632-637, 1990)

Spentjocklek



Vad kan då mjölkaren göra för att undvika mastitis? Generellt sett kan sägas att en god hygienisk mjölkningsrutin är nödvändig. Förberedelser då spenarna rengörs med individuella förfuktade juverdukar. Kor med mastitis eller kor med ökat antal somatiska (kroppsliga) celler skall mjölkas vid slutet av mjölkningen. Spendoppning ska utföras genast efter mjölkningen där det erfordras. En god hygienisk standard i omgivning och miljö är också en mycket viktig faktor vilket betyder att korna skall vara rena och att båspallen och liggbåset måste hållas rent. Sist men inte minst måste mjölkningsmaskinen kontrolleras regelbundet, provas och genomgå service ifråga om t ex vakuumnivå, pulseringshastighet och pulseringsförhållande samt byte av gummidetaljer.

Kobeteende

För en framgångsrik djurhållning måste de grundläggande biologiska kraven hos djuren respekteras. Detta betyder att vi måste känna till djurens behov av utrymme, ventilation, varmeskydd, näringsbehov, beteende etc. Beträffande beteendet är det viktigt att ha kännedom om kons förmåga att upptäcka händelser i sin omgivning, komma ihåg speciella signaler och handla enligt dessa. Som ett exempel kan nämnas att riktig skötsel kräver god kännedom om inlärningsförmågan hos mjölkarna, särskilt då det gäller mjölkningsstallar och automatiserade mjölkningssystem.

Som exempel på olika sätt och betydelsen av tillvänjning kan nämnas följande. Då korna flyttas till en ny ladugård är det värdefullt att låta dem lära känna denna på sitt eget sätt, utan att tvingas av personalen. Det behövs vanligtvis 2-4 besök för en ko för att komma underfund med att nya ladugården är ett säkert ställe. Då kvigor skall vänjas vid ett mjölkningsstall eller mjölkningsrobot kan tiden för detta reduceras om de får tillfälle att på egen hand undersöka stallet före laktationsperioden.

Då det är fråga om mjölkning är det viktigt att komma ihåg att motivationen för att mjölkas ej är så stor för kon som att dricka och äta. Djuren inom en besättning handlar inte individuellt utan föredrar att agera som en social enhet. Vanligtvis vilar de och äter samtidigt. Då man utformar mjölkningsstallar är denna typ av kunskap betydelsefull.

Viktiga faktorer då det gäller att skapa ett förtroendefullt samarbete mellan mjölkaren och korna är mjölkarens agerande, såsom t ex hand- och armkontakt och ljudkontakt. Det är också viktigt för djuren att förnimma en positiv och säker kontakt med mjölkaren. Djur som behandlas aggressivt är ofta rädda för människor och rädslan beror ofta på osäkerhet.

Mjölkkarens agerande kan ha direkta ekonomiska konsekvenser. Försök har visat att mjölkkor som behandlas på ett behagligt sätt mjölkar mer per år. Mjölkkarens arbete i ett mjölkningsstall under mjölkning (att behandla kon med klappar och smek) kan få kon att lättare gå in i mjölkningsstallet och visa mindre stress vilket ger mindre hämningar i de reflexer som påverkar mjölknedgivningen. Dessutom påverkar också mjölkkarens röst kons mjölkproduktion. Man har observerat att i högmjölkkande besättningar talar mjölkaren med korna mycket oftare än i besättningar med låg avkastning. Sättet att kommunicera var också betydelsefull då det visade sig att tala "med" istället för "till" korna var det sätt som förekom i de högmjölkkande besättningarna.

I många besättningar idag är det inte ovanligt att korna visar olika typer av mer eller mindre onormalt beteende såsom tunggrullning och krubbitning. Detta kan vara resultatet av alltför få aktiviteter för korna och möjlighet för dem att utöva sitt normala beteende såsom att söka efter foder. Kor på bete uppför sig inte på liknande sätt. Faktorer som att utfodra oftare, mera grovfoder och kanske ökat antal mjölkningar kan exempelvis reducera dessa problem.

Sammanfattningsvis kan sägas att kännedomen om kornas agerande, sociala sammanhållning och psykologiska behov utan tvekan är av största betydelse för hög och riktig mjölkproduktion. Ökad kunskap på dessa områden krävs för att förbättra kotrafiken till och från mjölkningsstallar, mjölkningsrobotar och utfodringsstationer. En bättre förståelse för kornas beteende behövs för att förbättra kornas hälsa, välbefinnande och produktion.

V. Kraven på mjölkningsutrustning

Mjölkningssmaskinen utvecklades för att reducera det hårda arbetet med handmjölkning. De gamla egyptierna försökte föra in rör i spenkanalerna för att underlätta mjölkningen. Det var emellertid inte förrän år 1830 som den första mjölkningssmaskinen visades. Vidare teknisk utveckling skulle följa efter detta. Olika typer av mjölkningssmaskinprinciper provades. En maskin som imiterade handmjölkningen konstruerades. Den maskin som lyckades bäst var den som baserades på sugprincipen. År 1851 introducerades för första gången en maskin som använde vakuum och därefter följde utvecklingen av en enkammarspenkopp. Tvåkammarspenkoppens uppfanns 1905 och en mjölkningssmaskin jämförd med dagens maskiner presenterades.

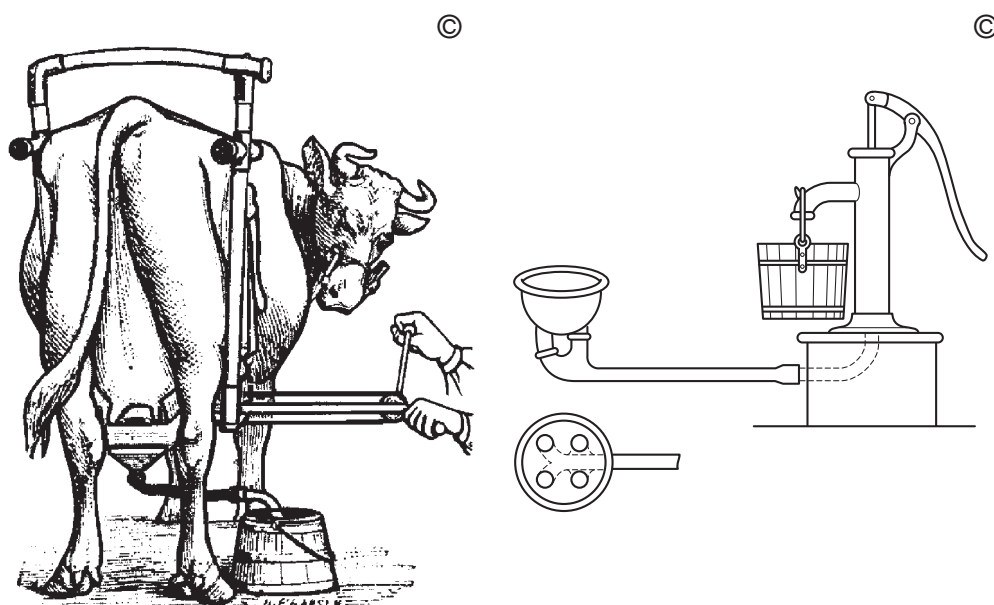


Fig. 29. Mjölkningssmaskin konstruerad av Jens Nielsen 1892 (till vänster) och mjölkningssmaskinen konstruerad av Anna Baldwin 1879 (till höger). (Från T. Jansson. *The development of the milking machine*, 1973).

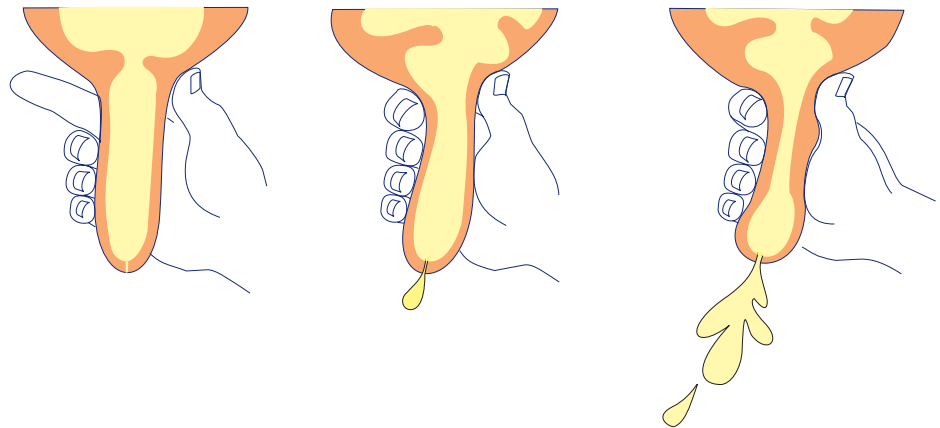
Biologiska krav på mjölkningssmaskinen

Vilka krav kan vi ställa på mjölkningssmaskinen? Redan då den första mjölkningssmaskinen utvecklades definierades kravet på riktig mjölkning utan att förosaka skador på spenarna men också att den skulle vara ett verktyg för mjölkaren för att underlätta hans arbete. För att uppfylla dessa krav krävs ett samarbete mellan biologer, ingenjörer och veterinärer.

Hur påverkar mjölkningssmaskinen spenen? Mjölkningssmaskinens arbetssätt skiljer sig från principen vid handmjölkning eller diande. Vid handmjölkning pressas mjölken ut medan den däremot vid diande huvudsakligen pressas ut men också i viss utsträckning suggs ut. Vid maskinmjölkning suggs mjölken ut genom skillnaden i tryck mellan juvrets innervägg och spengummit.

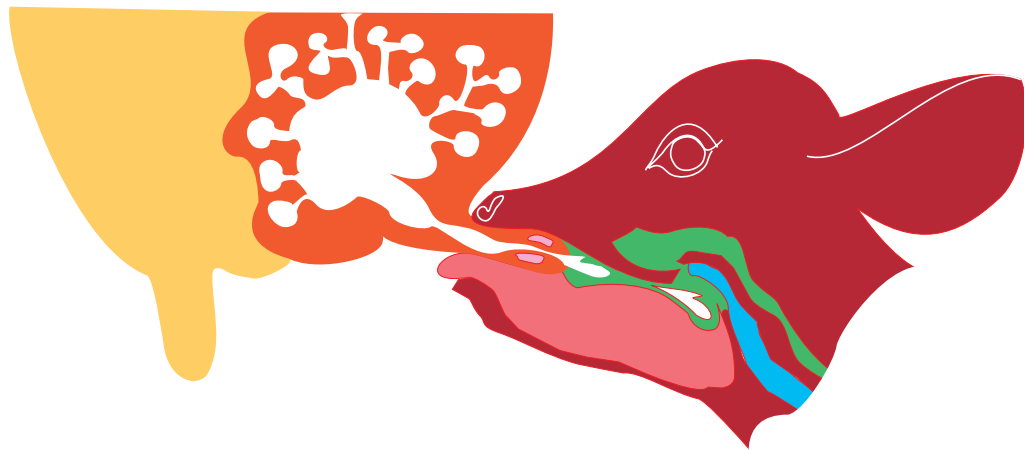
Biologiska krav på mjölkningssmaskinen

Fig. 30a
Under handmjölkning
pressas mjölken ut.



Om spenen påverkas av konstant sugning ansamlas blod och lymfvätska i spenen. För att eliminera detta är mjölkningsmaskinen konstruerad så att sugningen avbryts med jämna intervall (öppning och stängning av spengummit). Följaktligen blir spenen utsatt för massage och ansamlingar av vätska vid spenspetsen förhindras.

Fig. 30 b.
Under diandet pressas
mjölken i huvudsak ut
men sugns också ut i
viss utsträckning.



Samtliga delar i mjölkningsmaskinen måste betraktas som en betydelsefull komponent i hela systemet. Som exempel kan nämnas att vikten av att konstruera ett spengummi med optimal funktion är nära nog betydelselös om pulseringsfrekvensen, vakuumnivån eller dimensioneringen av anläggningen i övrigt är undermålig. För att bättre förstå de olika komponenternas betydelse och kraven på desamma kan följande nämnas.

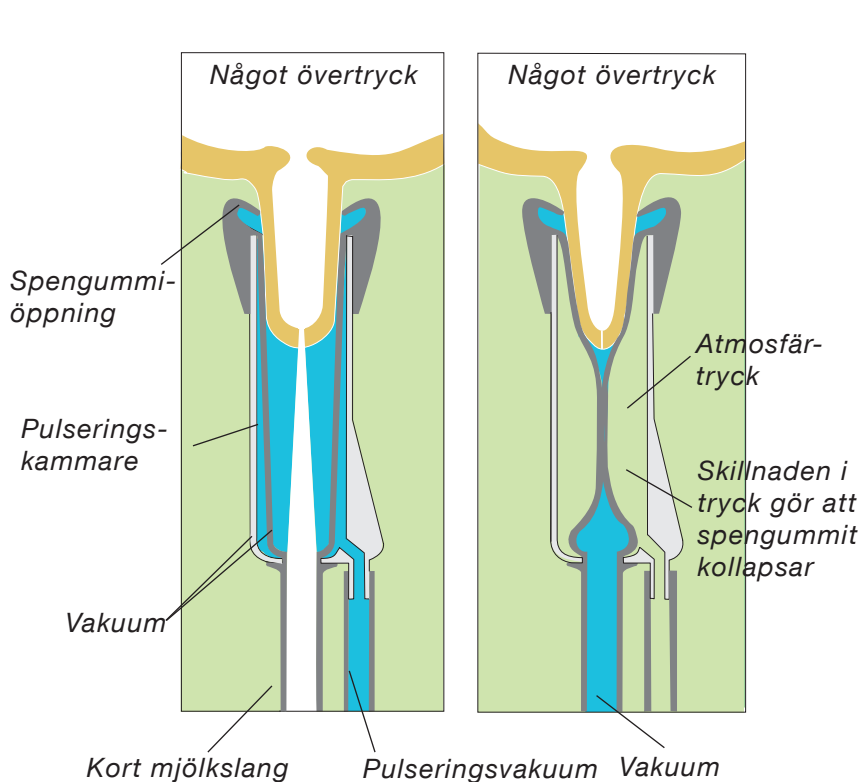


Fig. 30c.
Under maskinmjölkning sugs mjölken ut.

Spengummi

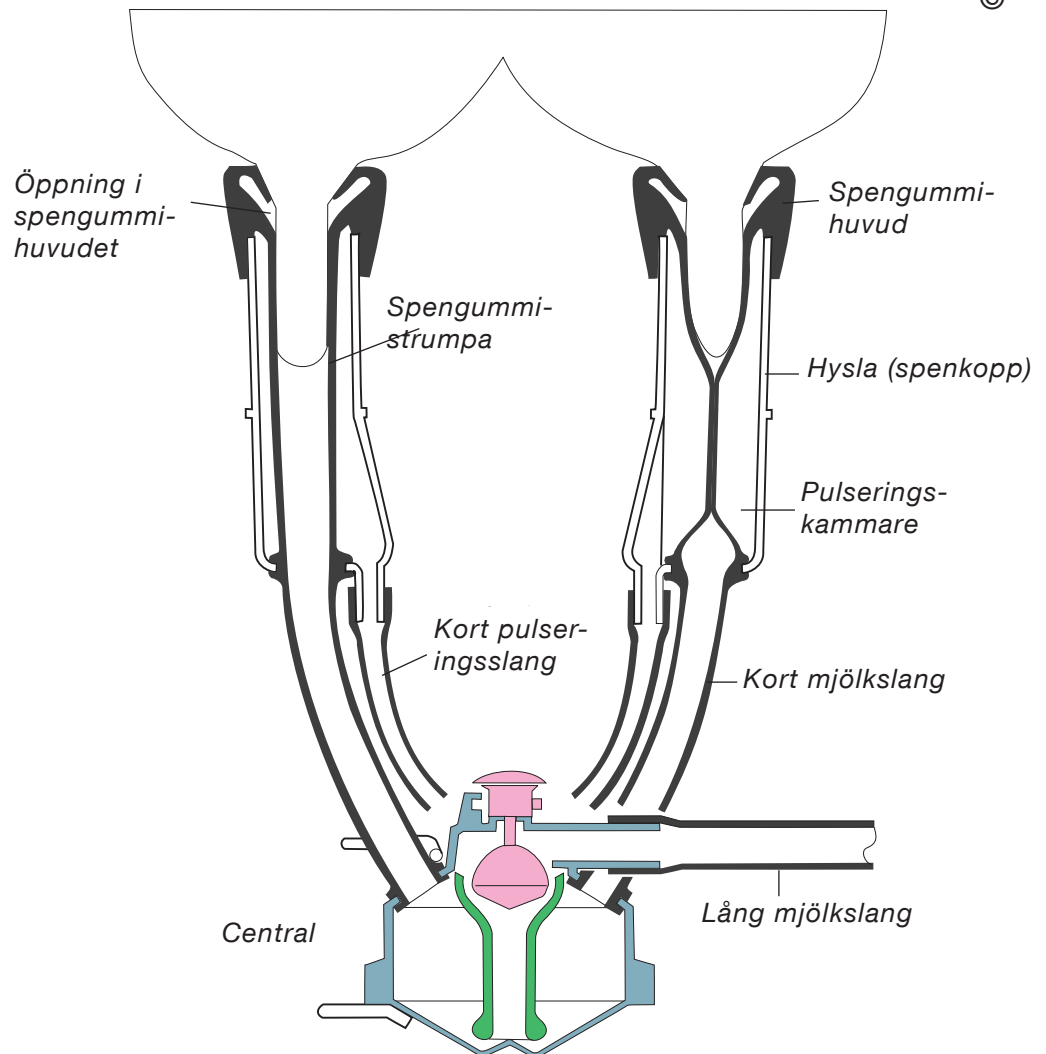
Mjölkningsorganet består av fyra spenkoppar (var och en med en hylsa, ett flexibelt spengummi och kort pulseringsslang), en central, en lång mjölkslang och lång pulseringsslang (se figur nedan). Spengummit består av ett huvud, en cylindrisk del och en kort mjölkslang vilka är sammanbyggda i ett stycke (se figur nedan). Spengummit är den enda delen av mjölkningsmaskinen som är i direkt kontakt med spenen. Utförandet av spengummit är därför mycket viktigt för att optimera mjölkningen och spenbehandlingen. Resultaten från jämförande prov visar att spengummiutförandet vanligtvis påverkar mjölkningsförhållandet mer än samtliga andra komponenter som ingår. Spengummiutförandet kan påverka sådana faktorer som eftermjölk, luftinsläpp, mjölkningstid, spenbehandling och juverhälsa. Spengumminna måste vidare vara konstruerade så att de skapar en lufttät förbindelse vid båda ändarna av hylsan (spenkoppen), vara försedda med en öppning och en cylindrisk del som passar spenen så att luftinsläpp undviks och mjölkningsorganet ej faller av. De måste mjölka snabbt och så fullständigt som möjligt och dessutom reducera skador på spenen.

På marknaden finns det idag ett stort antal spengummiutföranden vilka alla försöker motsvara ovannämnda krav. Som

Spengummi

exempel kan nämnas att diametern hos spengummiöppningen varierar från 18-27 mm och innerdiametern av spengummit från 20-28 mm. Orsaken till att utförandet av spengummina varierar är i huvudsak att spenstorleken varierar liksom spenutförandet hos olika raser. Emellertid är variationen i storlek inom en besättning ofta större än den genomsnittliga skillnaden mellan olika besättningar och raser.

Fig. 31.
Ingående delar i ett mjölkkningsorgan



Det är viktigt att notera att om spengummit är för kort kommer den cylindriska delen ej att ha tillräckligt utrymme för att stänga till under spenspetsen vilket har till följd att mjölkningen blir ineffektiv medan däremot för stort spengummi har en tendens att lossna från spenen.

Utöver olikheterna i utförande av spengummin kan materialet också variera. Spengummin kan tillverkas i naturligt-, syntetiskt- eller sili- kongummi. Naturgummi förstörs snabbare

©

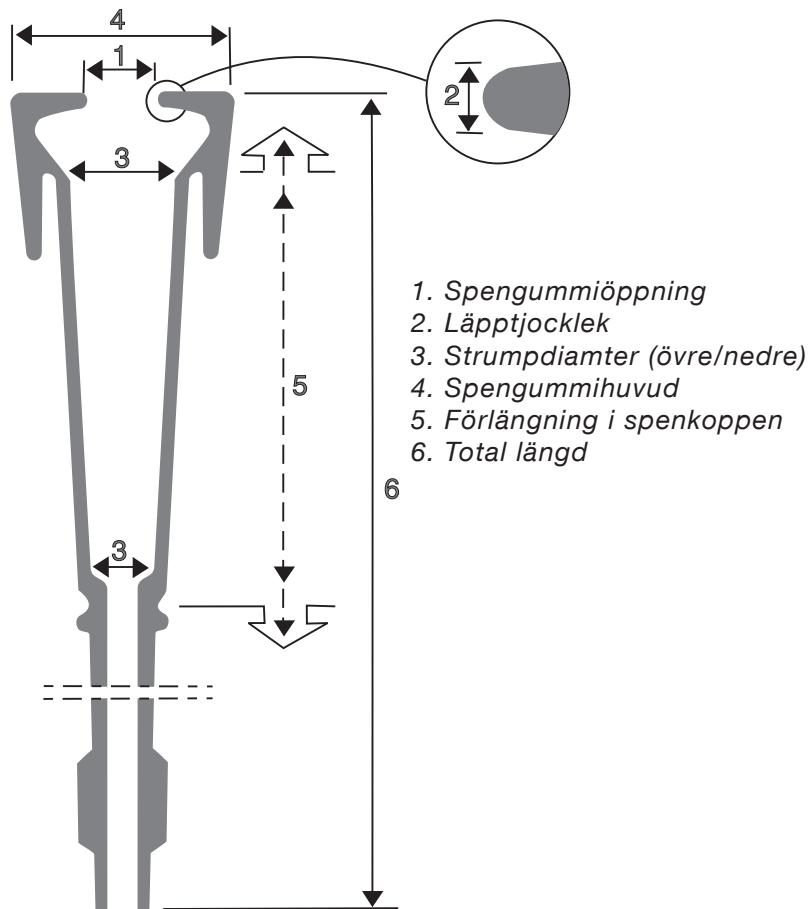
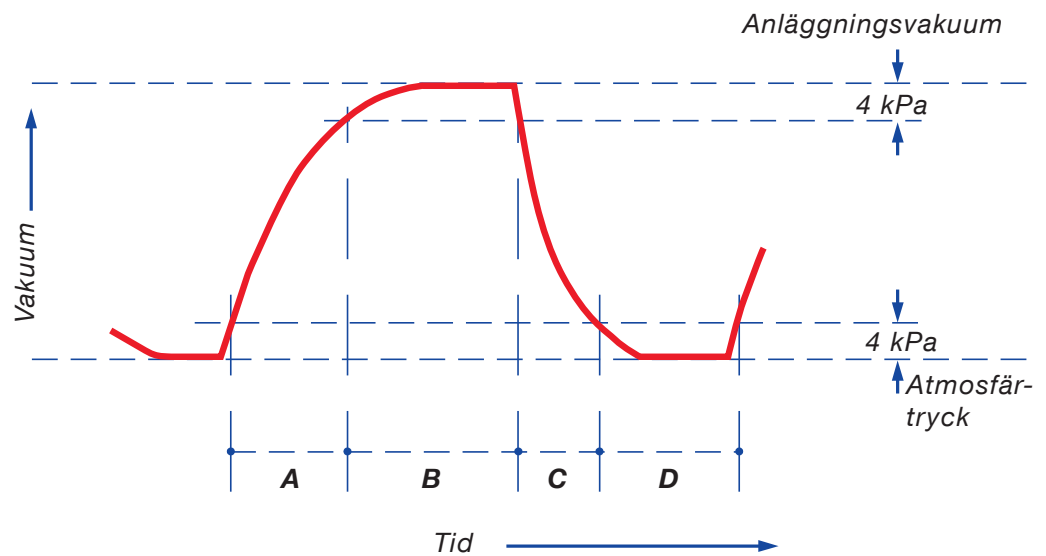


Fig. 32
 Genomskärning av
 spengummi.

beroende på kontakten med fett vilket resulterar i en kortare livstid för spengummit. På grund härav är syntetiskt gummi eller en blandning av syntetiskt- och naturgummi mest förekommande idag. Spengummit måste tillverkas för att klara stora påfrestningar. Det pulserar en gång varje sekund eller över 400 000 gånger per månad samtidigt som det sträcks ut så mycket som 20% eller mera utöver den nominella längden. Regelbundet utbyte rekommenderas därför för att garantera optimal elasticitet hos spengummit.

I princip kan man säga att så snart spenen kommer in i öppningen på spengummit sträcks den ut till 140-150% av den ursprungliga längden beroende på mjölkningsvakuemet. Under mjölkningen rör sig sedan spenen under den allra första sekunden av mjölkningen ytterligare in i spengummit men därefter kan ingen ytterligare rörelse hos spenen upptäckas förrän mjölkflödet minskar i respektive juverfjärdedel. Vid slutet av mjölkningen kryper spengummit ibland upp langs spenen och stänger till mjölkpassagen mellan juvercisternen och spencisternen - vilket i det långa loppet kommer att påverka avkastningen beroende på avstängningens inverkan på restmjölken.

Fig. 33.
Pulseringscykel
a = öppningsfas,
b = mjölkkningsfas,
c = stängningsfas,
d = massagefas.



Det är i själva verket många olika faktorer som påverkar hur långt spenen kryper in i spengummit. Dessa faktorer är att hänföra till spenen, vakuumet, spengummit, spenkoppscentralen och friktionen mellan spengummit och spenen. Optimal inträngning av spenen uppnås då alla dessa faktorer samarbetar. Spengummirörelsen under en pulseringscykel åstadkommer mjölkning och juvermassage. Pulseringscykeln kan delas upp i fyra olika faser a, b, c och d.

Under fas a, öppningsfasen, öppnas spengummit vilket resulterar i att mjölk rinner ut från spenen. Under fas b, mjölkkningsfasen, fortsätter mjölken att flöda. Under den därpå följande fasen c börjar spengummit stängas och mjölk kan ej längre rinna ut från spenen. Under den sista fasen d, massagefasen eller vilofasen, är spengummit sammanpressat och stänger därvid passagen.

För att uppnå maximal mjölkningseffekt och bra juverhälsa bör vilofasen, massagefasen (d) vara minst 15% av pulseringscykeln eller 150 ms (millisekunder). Rörelsen hos spengummivaggarna påverkar mjölkflödet på så sätt att högt mjölkflöde sammankopplas med en kortare massagefas vilket på sikt påverkar juverhälsan. Forskning under senare tid har resulterat i det s k Harmonyspengummit där massagefasen praktiskt taget ej påverkas av mjölkflödet (se figur nedan). Spengummits rörelse är också kritisk under början och slutet av mjölkningen då mjölkflödet är lågt.

Den kraft som utövas av det sammanpressade spengummit har till följd att spenkanalen stängs. För att motverka trycket i blodkärlen krävs ett tryck på spenen av nära 10 kPa i ett läge då tryckskillnaden är ungefär 50 kPa. Utöver vakuum och tryckskillnad har spengummit stor betydelse för massageeffekten. Vid lågt vakuum rekommenderas mjukt spengummi och vid

högre vakuüm ett mera hårt spengummi. Man kan dra den slutsatsen att för att hålla spenarna i god kondition och skapa optimala mjölkningsförhållanden måste spengummit vara dimensionerat så att det passar korna i besättningen och spengummit måste också vara anpassat till anläggningen, till vakuumnivån och nivån på mjölkledningen. Spengummina skall monteras under val anpassad spänning och ha en relativt mjuk öppning. För att bibehålla anläggningens goda funktion bör spengummina bytas ut efter ca 2500 mjölkningar eller efter 6 månaders användning. Vissa typer av spengummin har en materialsammansättning som svarar mot en livslängd av 1000-1200 mjölkningar.

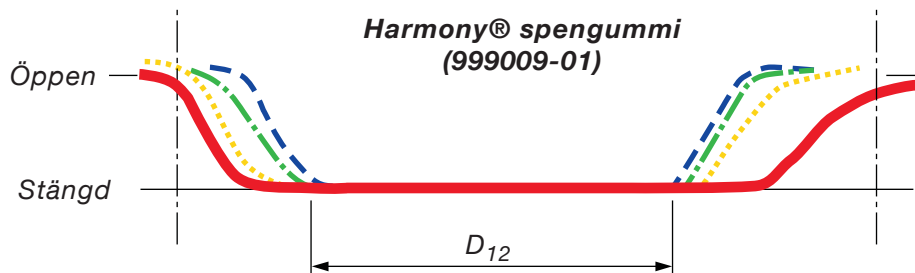
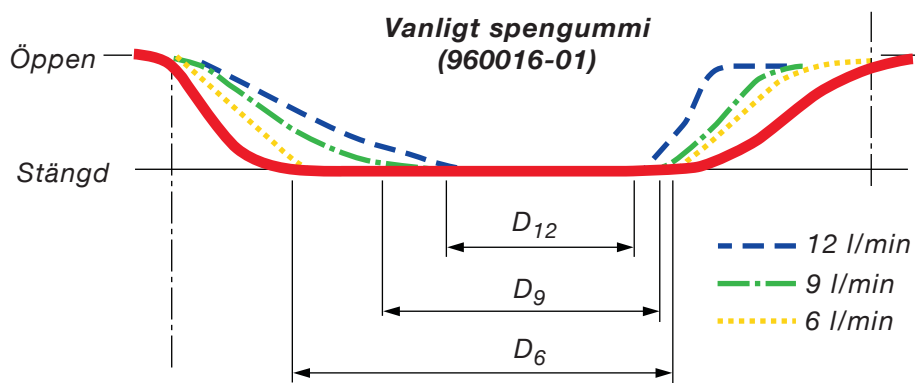
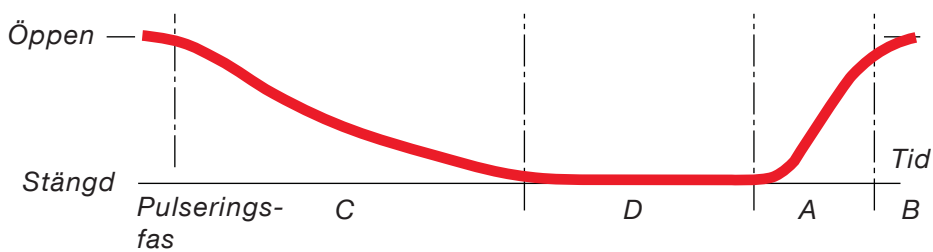


Fig. 34.
Rörelse i spengum-
miväggen i relation till
flödet.

Spenkopp

Spenkoppscentral

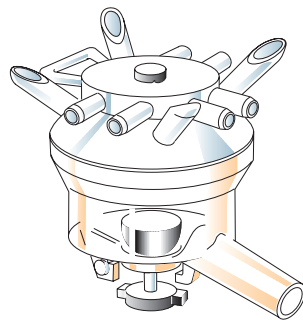
Fig. 35.
Olika utföranden av
spenkoppscentral

Spenkopp

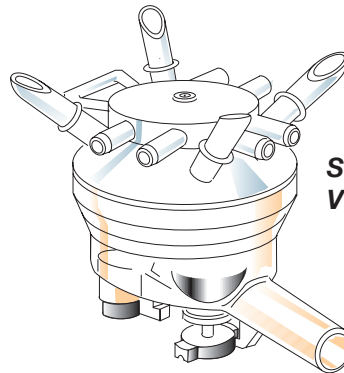
Spenkoppen tillverkas vanligtvis i rostfritt stål. Under de senaste årtiondena har även konstruktioner i plast blivit vanliga på marknaden. Kraven på spenkoppen är att den skall vara anpassad till de spengummin som skall användas, den skall vara lätt att hantera under mjölkning och den skall vara tillverkad i ett material som tål hård behandling t ex sparkar från kon. För att optimera vikten hos mjölkningsorganet måste spenkoppens vikt vara anpassad till detta.

Spenkoppscentral

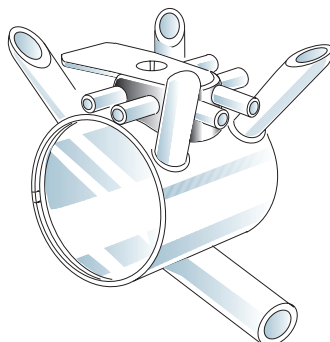
Centralen sammanbinder de korta pulserings slangarna och de korta mjölk slangarna från de fyra spenkopparna till den långa pulserings- och mjölkslangen. Olika utföranden av centraler finns på marknaden av varierande material, volymer (50-500 ml), luftinslappshål och "inre" utförande.



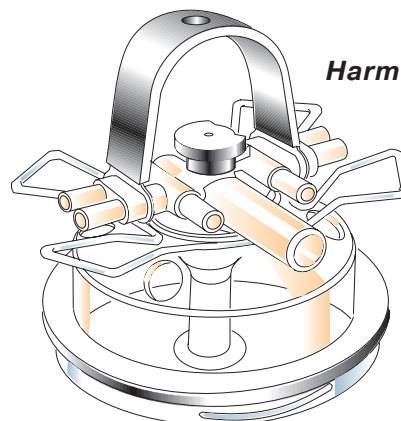
HCC™ 150



**Super Flow™
VU**



Barrel claw



Harmony®

©

Kraven på spenkoppscentralen är många. Mjölklödet hos högproducerande mjölkkor ökar vilket betyder att centralen måste vara konstruerad för att ta emot stora mängder mjölk. Centralen skall förhindra att bakterier och smittoämnen sprids mellan de olika juverfjärdedelarna hos kon. Ett sätt att åstadkomma detta skulle kunna vara en separat del i centralen för varje juverfjärdedel eller backventiler. Luftinsläppet i centralen underlättar borttransporten av mjölk från centralen varför dess storlek och kapacitet är kritisk då korna är högmjolkande och mjölkningen sker snabbt.

Ett bra exempel på en central där man lyckats motsvara många av dessa krav är Harmonycentralen. I Harmonycentralen är vakuumvariationerna små även vid höga mjölkflöden eftersom mjölken transporteras bort från botten av centralen genom överdelen via ett centralt belaget rör. Detta betyder att det alltid finns utrymme kvar i centralen som inte är fyllt med mjölk vilket ger en extra buffertvolym av vakuum. Mjölk transporteras således kontinuerligt bort från centralen och den utvunna mjölken hanteras varsamt på ett sätt som inte förorsakar öknin- gar i mängden fria fettsyror (FFA).

Mjölkningsorgan

Mjölkningsorganet består av de fyra spenkopparna med spengummi vilka samtliga är monterade på centralen. De speciella krav som ställs på mjölkningsorganet, är att det skall ha en anpassad vikt för att reducera eftermjölkning, luftinsläpp på spenen och att det ej skall lossna från juvret. En ökad vikt hos mjölkningsorganet ger som regel reducerad mängd eftermjölk, men ökad risk för luftinsläpp vid spenen och att det lättare faller av. För att öka mjölkningsorganets vikt ökar vissa tillverkare vikten hos centralen medan andra ökar vikten hos spenkopparna. Det optimala utförandet är då vikten läggs på spenkopparna för att ge en bättre viktfördelning hos de fyra juverdelarna. Av alla de delar som ingår i mjölkningsorganet är det den långa mjölk- och pulseringslangen som har störst påverkan på viktfördelningen eftersom felaktig längd hos dessa kan förorsaka obalans i viktfördelningen.

Mjölkningsenheten Harmony är lätt, både spenkopparna och centralen, vilket förbättrar den ergonomiska situationen för mjölkaren. Vid utvecklingen av Harmonyorganet har stora ansträngningar gjorts för att finna den bästa spengummifunktionen kopplat till en låg vikt för centralen men fortfarande med goda mjölkningsegenskaper. Kravet på god mjölkningförmåga har resulterat i en större diameter och större volym hos den korta mjölkslangen.

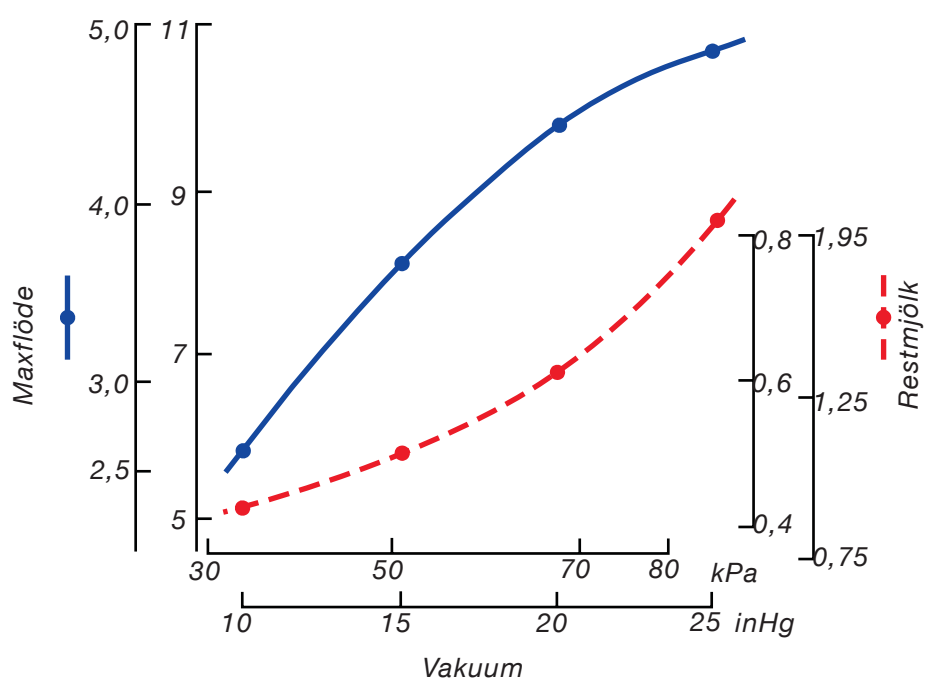
Mjölkningsorgan

Vakuum och pulsering

Vakuum och pulsering

Hur påverkar mjölkningsmaskinparametrarna - vakuum, pulseringsför- hållande och pulseringstakt - mjölkningseffektiviteten? Man har funnit att vakuumnivåer över 50 kPa har liten eller ingen fördel då det galler riktig mjölkning. Som visas i figur nedan, ökar maxflödet och restmjölken med ökad vakuumnivå. Eftersom det finns tecken på skorvbildning utvändigt vid spenöppningen och en ökad grad av svullnad som kan förorsakas av mjölkningsmaskinen vid högre vakuumnivåer, är det viktigt att finna den optimala vakuumnivån för varje enskild typ av mjölkningssystem. Som exempel kan nämnas att i anläggningar med lågt liggande ledningar (mjölkningsstall) är en vakuumnivå på ca 42 kPa jämförbar med 50 kPa i en anläggning med högt liggande ledning (rörmjölkning). Då det galler mastitis (juverinflammation) är det viktigt att hålla en stabil vakuumnivå i anläggningen. Det betyder att cykliska vakuumvariationer måste reduceras t ex genom luftinsläpp vid centralen, förbättrat spengummiutförande för att minimera luftinsläpp och naturligtvis att ta av spenkopparna försiktigt i slutet av mjölkningen. Innan man tar bort spenkopparna från juvret är det viktigt att ha en avstängningsventil som reducerar vakuumet i spenkoppscentralen och en väl fungerande vakuumventil för att reducera vakuumvariationerna i anläggningen.

Fig. 36.
Inverkan av vakuumnivån på maxflödet (heldragna linjen) och maskineftermjölkning (streckade linjen).
(Från Mein, *I machine milking and lactation*, ed Bramely och medarbetare, 1992).



Pulseringsförhållande (%)	Pulseringshastighet (Pulseringar per minut)			
	40	80	120	160
50	100	108	127	137
67	123	136	142	141
75	134	142	141	140

Pulseringsförhållandet och hastigheten är parametrar som också påverkar mjölkningsegenskaperna såsom mjölkflöde och mjölkningstid (se tabell). Toppflödet ökar med ökande pulseringshastighet upp till 160 pulseringar per minut (PPM) beroende på pulseringsförhållande. Som jämförelse kan nämnas att man har funnit att kalven under diandet använder en frekvens av 120 PPM. Om förhållandet ökas till ungefär 80% kan man notera en sänkning i maxflödet sannolikt beroende på otillräcklig och för kort massagefas av spenen. En rekommendation för riktig pulsering är att spengummit skall vara helt stängt under minst 15% av pulseringscykeln för att reducera vätskeansamlingar som förorsakas av mjölkningstvakuum. Försök har visat att det optimala pulseringsförhållandet är 60:40 till 70:30 vid en pulseringshastighet av 60 PPM.

Ergonomi

Kraven på mjölkningsutrustning och mjölkningsstallar ur ergonomisk synpunkt måste vara höga eftersom mjölkningen är ett av de tyngsta arbetena inom jordbruket. Hos mjölkarna rapporteras många fall av problem med rörelseorganen. De har ofta problem med armbågar och rygglut, fötter och knän, händer och handleder.

Utvecklingen började med att spannanläggningarna ersattes av rörmjölkningssystem vilket var en stor framgång för lantbrukarnas arbetssituation. Under 1970-talet introducerades dessutom automatiska avtagare för mjölkningsorganen. Sedan dess har utvecklingen fortsatt och resulterat i en rad nya produkter. I Harmonisystemet ingår ett mjölkningsorgan med låg vikt vilket är lättare att hantera. Mjölkningsorganets vikt i Harmonisystemet är ca 40% av ett konventionellt mjölkningsorgan. Belastningen på mjölkaren reduceras och mjölkningstiden kan dessutom reduceras. Mjölkningssäls var ett ännu större steg framåt för anläggningar med uppbundna kor. Mjölkningssäls monteras från mjölkkrummet genom hela ladugården.

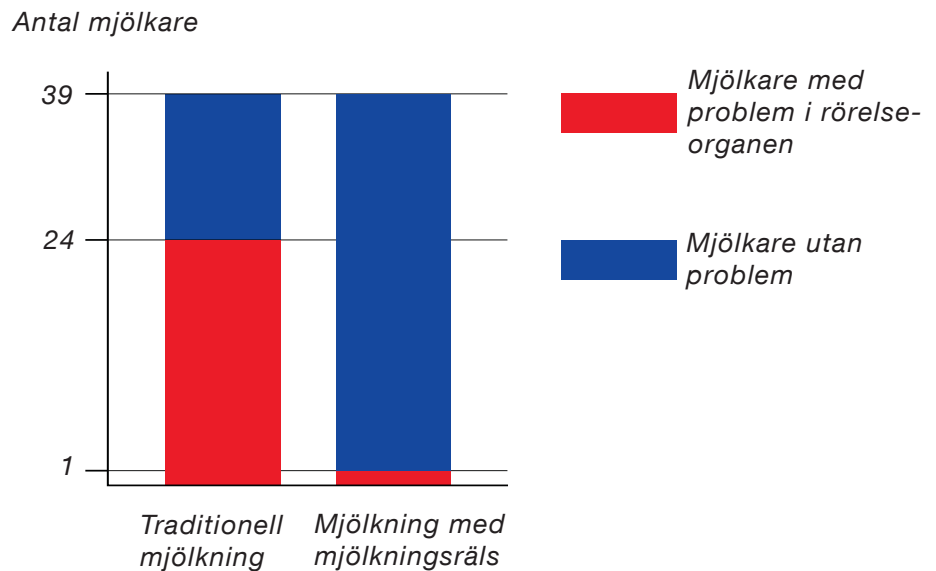
Tabell 4.
Inverkan av varierande pulseringshastighet och pulseringsförhållande på toppflödet*. (Från Mein, *I Machine milking and lactation*, ed Bramley och medarbetare, 1992)

* Jämförande toppflöde för en grupp kor som mjölkats vid ett vakuum av 51 kPa. Resultatet är uttryckt i procent av toppflödet som erhöles vid en pulseringshastighet av 40 pulseringar/minut (PPM) och ett pulseringsförhållande av 50% d v s spengummit mer än hälften öppet under 50% av varje pulseringscykel.

Ergonomi

Vid en studie utförd av dåvarande Skogs- och Lantbrukshälsan fann man att användningen av mjölkningsräls reducerade hälso-problemen (figur 37).

Fig. 37.
Vid en studie utförd av dåvarande Skogs- och Lantbrukshälsan fann man att användningen av mjölkningsräls reducerade hälso-problemen.



I mjölkningsstallar är automatiska avtagare vanliga liksom också "servicearmen". Idag är det också möjligt att installera ett höj- och sänkbart golv i mjölkningsstallar vilket kan anpassas till mjölkarens längd och därmed ger optimal arbetställning under mjölkningen. Hela mjölkningsorganet kan bli upp till 1,5 kg lättare vid byte till lättviktsslangar.

Flödeskontrollerad mjölkning

Vid utvecklingen av mjölkningsmaskiner är det viktigt att känna till fysiologin för mjölkutvinningsprocessen. Som nämnts tidigare måste en bra mjölkningsmaskin tömma juvret så effektivt som möjligt, mjölka med en god spenstimulering och inte förorsaka skador på spenarna. Ett sätt att motsvara dessa krav är att tillämpa flödeskontrollerad mjölkning.

Under de första sekunderna av mjölkningen liksom också vid slutet av mjölkningen är mjölkflödet lågt och det uppgår då till några hundra gram mjölk per minut. Under själva mjölkningen då flödet är högt når det ofta 3-6 kg mjölk per minut. Anläggningens vakuumnivå är vanligtvis konstant under hela mjölkningen. Den ideala mjölkningsmaskinen borde emellertid vara anpassad till variationerna i mjölkflödet under hela mjölkningen men också till de olika juverfjärdedelarna. Ett bra exempel är Duovacprincipen vilken har lägre vakuum vid början och slutet av mjölkningen kombinerad med en reducerad pulseringshastighet. Ett annat exempel är mjölkningsmaskinen MU350 där också vakuumnivån och pulseringen är anpassad till mjölkflödet. I MU350 är vakuumnivån låg, pulseringshastigheten normalt 50 pulseringar per minut och pulseringsförhållandet anpassat för att ge en längre massagefas (30:70) under lågflödesfaserna. En flödeskontrollerad mjölkning vilken är direkt kontrollerad av kon resulterar i en varsammare behandling av spenarna vid lågt mjölkflöde. Man når också en stimulerings effekt eftersom pulseringshastigheten och förhållandet ändras vid lågt flöde som på sätt och vis efterliknar stimulering i samband med för- och eftermjölkningen. "För" och "slutstimulering" är moment som också ingår i kalvens diande.

DeLaval mjölkningsorgan MU350

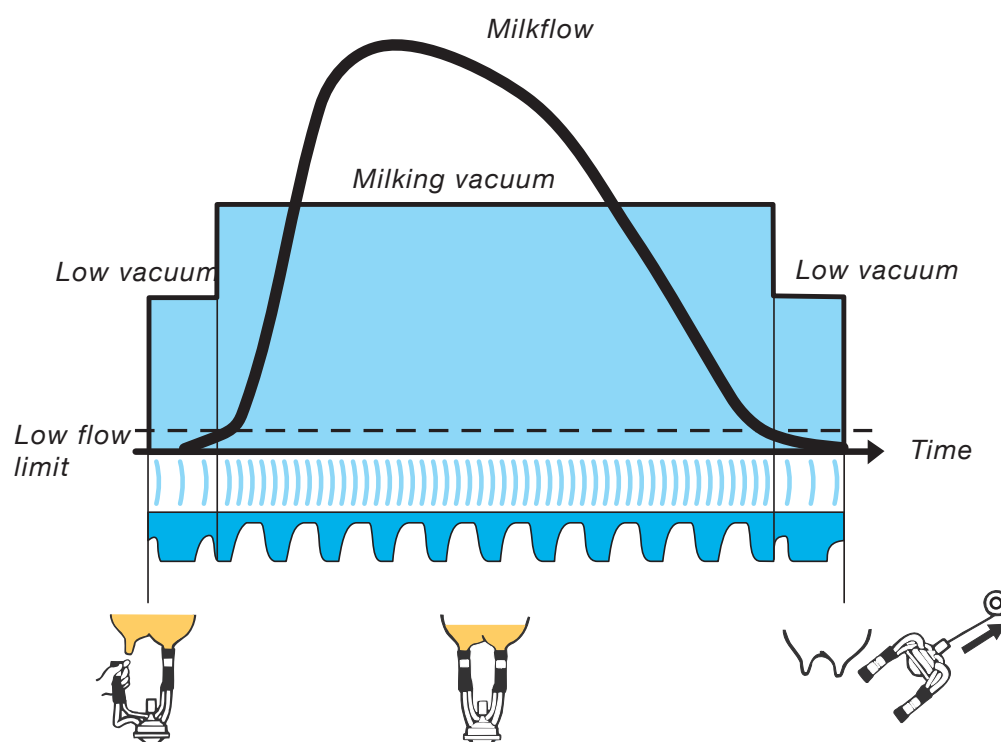
Mjölkningsmaskin MU350 har utvecklats för ladugårdar med uppbundna djur. Som ovan nämnts är principen för MU350 flödeskontrollerad mjölkning inklusive tre olika mjölkningsfaser, förmjölkning, mjölkning och eftermjölkning (se figur nedan). Under förmjölkningsfasen är vakuumnivån ca: 33 kPa, pulseringsförhållandet 30:70 vid 50 pulseringar per minut. Så snart mjölkflödet nått gränsen för normal mjölkning (kan väljas från 200 till 500 gram per minut) ändras vakuumnivån till normalvakuum, pulseringsförhållandet ändras liksom pulseringshastigheten. Om mjölkflödet inte når gränsen för växling till normal vakuumnivå (lågflödesgräns) inom en viss tid kopplar MU350 över till mjölkningsfasen automatiskt. Denna kritiska tid kan justeras för att motsvara kraven hos varje enskild besättning. Eftermjölkningsfasen påbörjas då mjölkflödet är lägre än det inställda värdet (200-500 ml/min). Längden på eftermjölkningsfasen kan variera mellan 0 och 30 sekunder enligt det inställda

Flödeskontrollerad mjölkning

DeLaval mjölkningsorgan MU350

Fig. 38.
Prinsippet för DeL-
aval melkesett
MU350.

önskade värdet. Om det höga mjölkflödet återkommer inom fem sekunder kopplar MU350 åter över till mjölkningsfasen. Förde-
len med denna typ av kontrollerad mjölkning är en skonsam-
mare mjölkning.



Pulsatorn som används i MU350 är en elektriskt styrd pulsator. Denna garanterar en exakt och säker pulsering vilket ger snabb mjölkning och bra juverhälsa. MU350 ger mjölkaren aktuella data på en display. Där finns information om mjölkningstid, mjölkflöde och mjölmängd. Dessa data kan användas för styrning av utfodringen och ger en indikation om variationer i avkastningen beroende på störningar eller sjukdomar. MU350 är också försedd med utrustning för god ergonomi. En unik automatisk avtagare har utvecklats. Istället för en vakuummotor används en vakuummotor för den automatiska avtagningen. Denna utrustning är lätt att hantera och bara. Kombinationen med mjölkningsräls innebar naturligtvis den mest optimala lösningen, inte minst ur arbetsmiljösynpunkt.

mängden mäts med mjölmätare. Mjölmätaren är en elektronisk mätare som erhållit officiellt ICAR (International Committee for Animal Recording) godkännande 1990. Mjölmätaren och det automatiska identifieringssystemet är de två huvudkomponenterna i ALPRO-systemet. Den stora fördelen med ALPRO-systemet är dess unika möjlighet som ett totalt övervakningssystem.

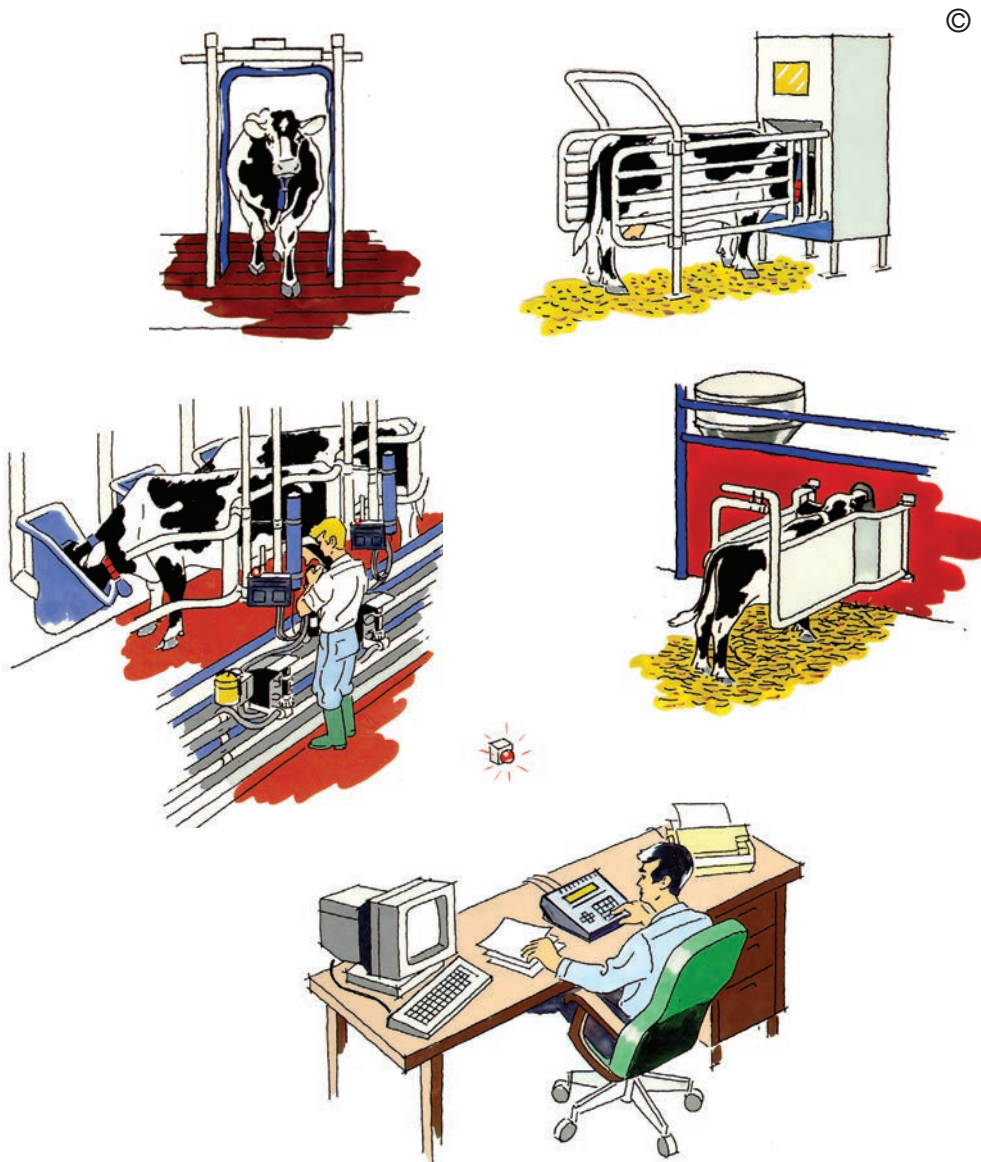


Fig. 39
ALPRO-systemet er et
verktly for heletlig
besetningsstyring.

Lantbrukaren har möjlighet att samla data från varje individuell mjölkning och baserat på dessa data kan man sedan anpassa utfodringen av kraftfoder till varje individuell ko. Dessutom är det möjligt att genom identifieringssystemet kontrollera förbrukningen av kraftfoder. ALPRO-systemet är ett driftledningssystem för komplett övervakning av besättningen.

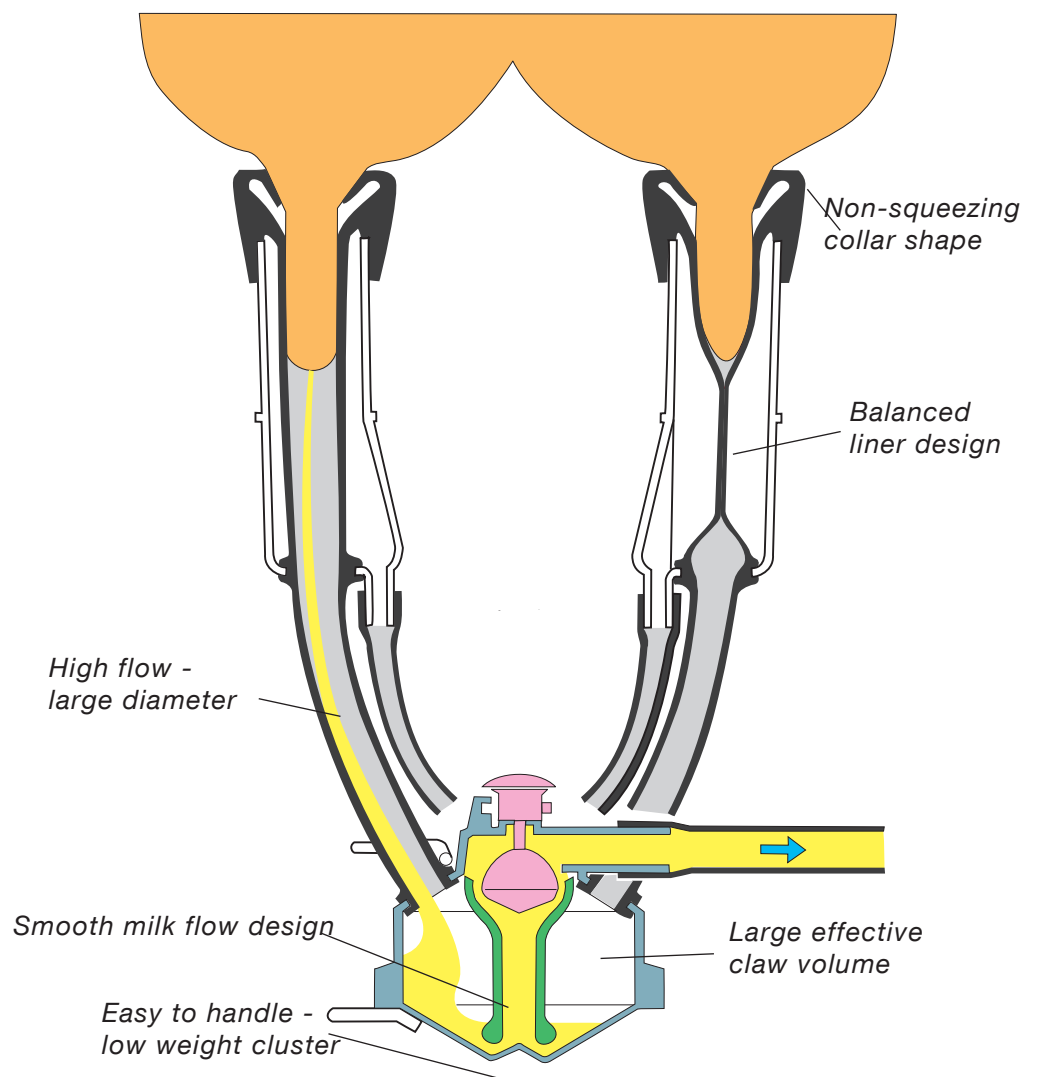
Harmony mjölkningsorgan

Harmony mjölkningsorgan

Harmony mjölkningsorgan utvecklades för att komma fram till ett spengummi som kunde bidra till en väsentlig reduktion av totalvikten för mjölkningsorganet och följaktligen för att förbättra arbetsförhållandena för mjölkaren. Kraven gällde också förbättrade mjölkningsegenskaper och spenbehandling. Resultatet blev ett mjölkningsorgan med en viktreduktion på 43%, där spenbehandlingen och vakuumstabiliteten under spenen förbättrades vilket reducerade risken för infektion mellan de olika spenarna. Vid utvecklingsarbetet med detta mjölkningsorgan lyckades man påverka samtliga faktorer, förbättrade mjölkningsegenskaper, ergonomi och juverhälsa (se figur nedan). Harmony mjölkningsorgan kan användas till såväl MU350 som ALPRO-system, Duovac etc.

©

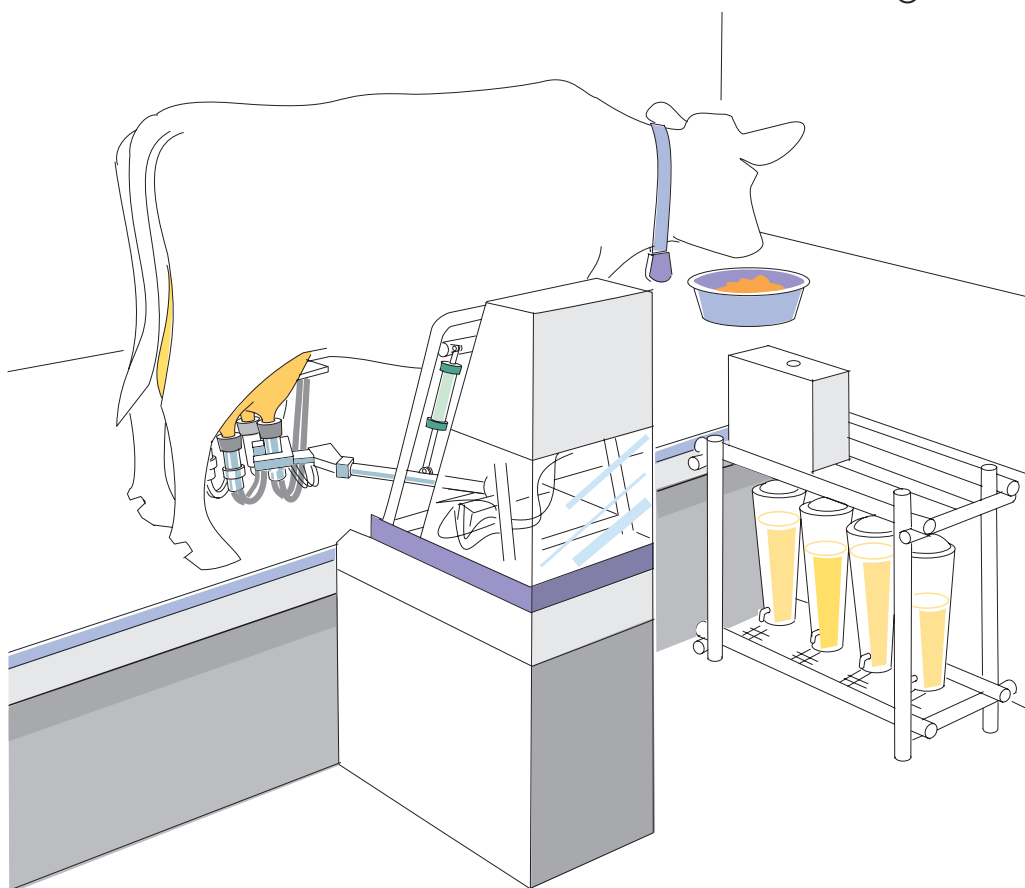
Fig. 40.
Harmony melkeorganet med unika egenskaper. Enkel å håndtere - lav vekt.



VII. Automatisk mjölkning

Automatisk mjölkning

Mjölkningsarbetet är ett av de mest arbets- och tidskrävande arbetena inom mjölkproduktionen. Mjölkning sker traditionellt två eller tre gånger per dygn, 365 dagar om året. För att underlätta för lantbrukaren har system utvecklats för automatisk mjölkning. Korna går till en mjölkningsstation och blir mjölkade när de själva vill under dygnet utan att lantbrukaren behöver närvara. Lantbrukaren övervakar och styr systemet via dator. Mjölkproducenten behöver inte tvinga sig att gå upp tidigt varje morgon för att mjölka. Arbetet på gården blir mer flexibelt, det fysiskt tunga och monotona arbetet med mjölkning blir minimalt och han/hon har möjlighet att lägga mer tid på att övervaka Automatisk mjölkning systemet och studera sina djur. ©



Automatisk mjölkning

Fig. 41.
Princip för ett
automatiskt
mjölkningssystem

Det automatiska mjölkningssystemet, VMS (voluntary milking system) identifierar kon när hon kommer in i mjölkningsstationen, har hon inte mjölkningstillstånd (inte tillräckligt lång tid sedan hon mjölkades senast) släpps hon ut ur mjölkningsstationen och nästa ko kan gå in. Om kon har mjölkningstillstånd mjölkas hon och mjölmängden mats både på heljuver och varje fjärdedel separat. Automatisk mjölkning är ett system med fördelar direkt kopplade till mjölkningstekniken. Det automatis-

ka mjölkningssystemet är anpassat till de olika juverfjärdedelarna. Det är välkänt att varje juverfjärdedel har en individuell mjölkflödeskurva, individuell mjölkningstid och flöde. För att skapa en optimal mjölkningsrutin måste man beakta egenskaperna hos varje juverfjärdedel. Mjölkningsroboten känner av mjölkflödet på de enskilda fjärdedelarna och tar av spenkopparna separat när mjölkflödet är tillräckligt lågt från varje enskild juverdel.

Systemet för spentvätt, förmjölkning, påsättning av spenkoppar och mjölmätning i mjölkningsstationen skiljer sig mellan olika tillverkare. Många tillverkare har någon sorts kvalitetsmätning på mjölken. Ett exempel är konduktivitetmätare som kan förvarna om mastiter. Mastitmjolk har ökad konduktivitet och kan således upptäckas i tid, lantbrukaren kan då genom datastyrning avskilja mjölken från den kon så den inte hamnar i tanken. För att upptäcka brunster kan korna utrustas med aktivitetsmätare. Allt detta kan lantbrukaren övervaka via sin dator. Där kan även lantbrukaren lätt andra individuella inställningar som exempelvis utfodringstilldelningen och tiden som måste gå efter mjölkning innan kon kan få mjölkningstillstånd igen.

I vissa system används fri kotrafik vilket innebär att korna har fri passage mellan ät- och liggavdelningen. Det kan leda till problem då vissa kor inte besöker mjölkningsstationen tillräckligt ofta. För att få korna att gå till mjölkningsstationen används på de flesta gårdar istället styrd/guidad kotrafik vilket innebär att ladugården delas upp i ätavdelning och liggavdelning. När kon är i liggavdelningen måste hon passera mjölkningsroboten för att komma till ätavdelningen. Från ätavdelningen kan kon passera en envägsgrind till liggavdelningen. Envägsgrinden tillåter passage endast i en riktning. I vissa system finns även möjlighet för korna att passera en selektionsgrind från liggavdelningen till ätavdelningen då de inte har mjölkningstillstånd. Då de har mjölkningstillstånd släpper inte grinden igenom kon utan hon måste då gå via mjölkningsstationen för att komma till ätavdelningen. För att ytterligare locka kon till mjölkningsstationen utfodras hon med kraftfoder i stationen. Kraftfoder under mjölkningen leder också till att kon lättare/snabbare släpper ned mjölken. Nedgivningsreflexen kan hindras om kon blir stressad. I system med automatisk mjölkning sker mjölkningen på likadant sätt varje gång och det gör att kon blir trygg och lätt släpper ned mjölken.

Diskning av hela VMS-systemet sker automatisk på förinställda tider. Systemet sköljs efter ett visst antal mjölkningar eller om

det har gått en viss tid sedan senaste kon mjölkats, allt för att säkerställa mjölk kvaliteten. En sådan mellansköljning kan också göras efter problemkor, exempelvis kor med höga celltal.

Systemet med automatisk mjölkning VMS, leder till att lantbrukaren får andra sysslor men även har som i alla andra system är "djuröga" avgörande för om produktionen ska ge önskat resultat. Lantbrukaren har möjlighet att själv bestämma när han/hon vill och har tid att gå till ladugården men systemet tillåter inte att besök i ladugården uteblir.

Statusövervakning

Mjölkningsstillfallet har alltid varit en bra möjlighet att observera kon ifråga om juverhälsa, mjölk kvalitet och beteende. I och med en ökad automatisering av mjölkningen har mjölkaren ej längre dessa möjligheter och behöver därför tekniska lösningar och tillförlitliga verktyg för att ersätta detta s k "koöga". Samtidigt bör man komma ihåg att detta s k "koöga" kan vara nära nog omöjligt att ersätta. Kravet ökar på mjölk kvalitet och sammansättning. Utvecklingen av sensorer för omedelbar mätning av mjölken under mjölkningen pågår liksom utveckling av sensorer och mätinstrument för att analysera mjölken.

De sensorer som i första hand diskuteras idag är sådana som kan upptäcka mastitis (juverinflammation). En sensor som kan mäta den elektriska ledningsförmågan i mjölken undersöks. Skillnaden i elektrisk ledningsförmåga används som en signal för mastitis (juverinflammation). En annan sensor för att upptäcka brunst är beteendeövervakare som noterar beteendet hos kon och från erhållna data beräknar avvikelser som kan överföras till data som signalerar brunst. Utvecklingen av dessa sensorer och tillhörande datamjukvara pågår.

Epilog

I denna skrift har vi diskuterat mjölkning ur biologisk synpunkt. Detta ämne är mycket stort och vi har endast ytligt kunnat beröra detta fascinerande område. Det finns fortfarande många problem att lösa och obesvarade frågor att besvara vilka kommer att hålla forskare runt hela världen sysselsatta under många år. En kontinuerlig dialog mellan vetenskapsmän, tillverkare och mjölkproducenter är inte endast en väg att försätta arbete, det är den enda vägen!

Statusövervakning

Epilog

LITERATUR

- * Biochemistry of lactation. 1983. T B Mepham, Elsevier, Amsterdam
- * Eriksson, M. 1994. Neuroendocrine Mechanisms in the Control of Milk Ejection. Thesis, Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.
- * J.Dairy Sci. Supplement, 1993
- * Lactation. 1985. Ed. Bruce L. Larsson. Iowa State University Press/Ames.
- * Lidfors, L. 1994. Mother - Young behaviour in cattle. Parturition, development of cow-calf attachment, suckling and effects of separation. Thesis. Department of Animal Hygiene. Swedish University of Agricultural Sciences, Skara Sweden.
- * Machine Milking and Lactation. 1992. Insight books. Ed. A.J. Bramley, F.H. Dodd, G.A. Mein, J.A. Bramley.
- * Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, Wageningen, Netherlands, EAAP publication 65,1992. Ed. A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz and W. Rossing.
- * Proceedings of the International Symposium, Prospects for Future Dairying: A Challenge for Science and Industry, Tumba, Sweden. 1995. Ed. O.Lind and K.Svennersten.
- * Rasmussen, M.D. 1991. Malkning: betydningen af aftorring. formalkning og tidsintervallet indtil påsaetning af malkesaettet for ydelse, malkbarhed, maelke kvalitet og yversundhed. Thesis. Den Kgl. Veterinaer og Landbohojskole, Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed.
- * Redbo, I. 1991. Stereotypies in dairy cattle and their relation to confinement, production-related factors, physiological reactions, and adjoining behaviours. Thesis. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden.
- * Sandholm. M., Honkanen-Buzalski, T., Kaartinen, L and Pyörälä, S. (eds), 1995. The Bovine udder and Mastitis. University of Helsinki.
- * Svennersten, K. 1990. Central and Local Mechanisms Involved in the Control of Milk Production and Milk Let Down. Thesis, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden.
- * Utdodringskonferens, 1995. SLU Info, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- * Uvnäs-Moberg, 1989 The gastrointestinal Tract in Growth and Reproduction, Scientific American.

© DeLaval International AB, Tumba Sweden

Alla rättigheter förbehållna. Ingen del av denna bok får reproduceras i någon form eller på något sätt utan tillåtelse från utgivaren.

Denna bok har tryckts på papper enligt rekommendation av Svenska miljöorganisationer.
Tryckt av HA Reklamtryck 2002



www.delaval.com

DeLaval Sales AB
Box 21, 147 21 Tumba
Tfn 08-550 294 00, Fax 08-550 339 15
www.delaval.se

Nr 6228176170(S2)
Pris: 150:-

