



Overførsel af PFOS fra vand og græs til kvæg og får

Vinggaard, Anne Marie

Publication date:
2021

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Vinggaard, A. M. (2021). *Overførsel af PFOS fra vand og græs til kvæg og får*. DTU National Food Institute.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Overførsel af PFOS fra vand og græs til kvæg og får

Baggrund

FVST får i stigende grad henvendelser fra kommuner, organisationer og borgere vedrørende forurening af græs og vand med PFOS i områder nær tidligere brandsluknings-træningssteder. Der bliver efterspurgt måder at estimere PFOS niveauet i kvæg og får der græsser på området og/eller drikker af vandet.

Denne opgave er udført med relativ kort svarfrist. Derudover er vores viden omkring kvæg og fårs optag og akkumulering af PFOS begrænset og principper er overført fra human toksikokinetik.

Konklusion

Der er foretaget nyere studier i kvæg og får omhandlende optag af PFOS fra vand og ensilage, som viser hvordan stoffet fordeles og udskilles i dyrene. For det første er angivet såkaldte transfer faktorer som siger noget om hvor meget PFOS der overføres fra vand/ensilage til serum (Tabel 1). Dernæst er der angivet fordelingskoefficienter for hvordan ratioen er mellem serum/plasma og fx muskeltvæv i kvæg og får, som primært er det vi spiser (Tabel 2). Endelig er angivet fordelingskoefficienter mellem serum og mælk, sådan at PFOS niveauet i komælk kan estimeres (Tabel 3). Endelig har vi lavet et regneeksempel for hvordan man omregner fra PFOS niveau i drikkevand til PFOS niveauer i kød og mælk.

PFOS optag i kvæg og får fra drikkevand og ensilage

Der er for nylig udgivet et grundigt studie fra Australien (Drew et al. 2021), hvor optagelse af PFOS i kvæg og får fra kontamineret drikkevand er undersøgt. Studiet er kørt over lang tid, hvilket betyder at steady state er nået, og dette er vigtigt for datas pålidelighed. Resultaterne for PFOS viser at den såkaldte 'transfer factor' dvs ratio mellem indholdet i serum relativt til indholdet i drikkevandet er 140 i voksent kvæg, som ikke er drægtigt og ikke er malkekvæg. For moderfår er den tilsvarende transfer faktor 20.

Disse transfer faktorer gælder hvis dyrene har været eksponerede for det kontaminede vand eller foder i mindst 3-5 halveringstider. Dette svarer til 222- 370 dage i kvæg ($T_{1/2}=74$ dage) og 195 – 325 dage i får ($T_{1/2}=65$ dage). Det er tilfældet i dette studie. Hvis dyrene har været eksponerede i kortere tid, vil transfer faktorerne være overestimerede.

Tabel 1: Transfer faktorer fra drikkevand/ensilage PFOS niveauer til serum-niveauer i kvæg og får

Kilde	Dyr	Modtage kompartment	Transfer faktor (serum konc/vand konc)	Refer-ence	Kommentar
Drik-kevand	Voksen kvæg (ikke-drægtig, ikke-lakterende)	Serum	140	Drew et al. 2021	Steady state er nået
Drik-kevand	Moderfår (ikke-drægtig, ikke-lakterende)	Serum	20	Drew et al. 2021	Steady state er nået
Ensilage/byg	Voksen kvæg (ikke-drægtig, ikke-lakterende)	Serum (omregnet fra whole blood: serum niveau er dobbelt så højt som whole blood niveau)	30	Vestergren et al. 2013	Niveauer i foderet er meget lavere end i drikkevand i Drew et al 2021 – kan have påvirket TF

Transfer af PFOS fra plasma til væv i kvæg og får

I tabel 2 er fordelingskoefficienter for PFOS fra væv til plasma angivet. Da PFAS niveauer i serum og i plasma kan sættes til 1:1, kan disse faktorer bruges til at beregne PFOS niveauet i muskelvæv, lever og nyre ved en specifik kontaminering af serum.

Målinger af leveren kan være et godt supplement til målinger i muskelvæv, dels fordi forbrugere af dette organ vil være særligt eksponeret, dels fordi målinger af leveren vil sænke grænsen for hvornår man kan identificere kontaminerede dyr, selvom indholdet i muskelvævet måtte ligge under metodens LOQ. I malkekvæg er PFOS niveauet i muskler (dvs kød) 1/100 af koncentrationen i leveren (Death et al 2021).

Tabel 2: Væv ($\mu\text{g}/\text{kg}$) til plasma ($\mu\text{g}/\text{L}$) fordelingskoefficienter for PFOS i kvæg og får (modificeret fra Death et al 2021)

Dyr	PFOS			Reference
	Muskel	Lever	Nyre	
Får	0.15	5.1	1.1	Kowalczyk et al 2012*
Kvæg	0.07			LANUV 2011#
	0.07	1.6	0.6	Kowalczyk et al 2013
	0.09	0.6 ^b		Vestergren et al 2013
	0.02	0.3	0.07	Lupton et al 2014**
	0.03	1.0	0.6 ^d	Lupton et al 2015**

See main article for references

* Data from two ewes; steady-state assumed not to have been achieved

Data from three fattened bulls.

** steady-state assumed not to have been achieved

^b Mean PFOS concentrations in whole blood (converted from ng/kg to ng/L using a specific gravity of 1.06 from Trudnowski and Rico (1974), liver, muscle, and milk were 117 ± 20 (234 ng/L in serum), 130 ± 32 , 21 ± 19 ng/kg, and 6.2 ± 1.1 ng/L, respectively.

^d In steers on day 343, average PFOS concentrations in plasma, muscle (avg. of shoulder, tenderloin, ribeye, and rump), liver, kidney, and fat (avg. of back and IP fat) were 0.15 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 0.005, 0.149, 0.082, and 0.026 $\mu\text{g}/\text{g}$, respectively. In heifers on day 105, average (n=2) PFOS concentrations were 39.24 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 0.835, 8.76, 3.96, and 1.095 $\mu\text{g}/\text{g}$, respectively. In heifers on day 343, average (n=2) PFOS concentrations were 8.33 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 0.283, 4.74, 2.36, and 0.6 $\mu\text{g}/\text{g}$, respectively. Tissue to serum partition coefficients therefore:

- For heifers, 0.02 and 0.03 for muscle; 0.2 and 0.6 for liver; 0.1 and 0.3 for kidney.
- For steers, 0.03 for muscle, 1 for liver, and 0.6 for kidney.

Transfer af PFOS fra serum til mælk i kvæg og får

Tabel 3: Transfer faktorer for serum til mælk i kvæg og får

Kilde	Dyr	Modtage kompartment	Transfer faktor (mælkekonc/serum konc)	Reference
Serum	Malkevæg	Mælk	0.013	Kowalczyk 2012, 2013
Serum	Får	Mælk	0.06	Kowalczyk 2012, 2013



Et regneeksempel

Der detekteres en vandprøve med indhold på **10 ng/L PFOS** og det ønskes estimeret hvor meget PFOS man kan forvente i kød og mælk fra kvæg der har drukket vandet gennem mindst 1 år.

PFOS serum koncentration i kvæg:	$10 \text{ ng/L} \times 140$	= 1400 ng/L
Min PFOS koncentration i oksekød (muskel):	$1400 \text{ ng/L} \times 0.02$	= 28 ng/L
Max PFOS koncentration i oksekød (muskel):	$1400 \text{ ng/L} \times 0.09$	= 126 ng/L
Min PFOS koncentration i oksekød (lever):	$1400 \text{ ng/L} \times 0.3$	= 420 ng/L
Max PFOS koncentration i oksekød (lever):	$1400 \text{ ng/L} \times 1,6$	= 2240 ng/L
PFOS koncentration i komælk:	$1400 \text{ ng/L} \times 0.013$	= 18 ng/L

De tilsvarende beregninger for får vil være:

PFOS serum koncentration i får:	$10 \text{ ng/L} \times 20$	= 200 ng/L
PFOS koncentration i fårekød (muskel):	$200 \text{ ng/L} \times 0.15$	= 30 ng/L
PFOS koncentration i fåremælk:	$200 \text{ ng/L} \times 0.06$	= 12 ng/L

Hvis der skal omregnes fra PFOS indholdet i en græsprøve, foreslås at bruge transfer faktor på 30 for kvæg. Denne værdi er målt for optag via ensilage og byg og det antages at optaget fra græs ikke er markant anderledes end for dette foder.

Akkumulering af PFOS fra drikkevand i får er markant lavere end i kvæg. Da halveringstiderne ikke er så meget forskellige i kvæg og får, skyldes det formentlig at får drikker mindre vand per kg kropsvægt end kvæg gør.

Ovenstående beregninger skal kun ses som en grov rettesnor. Ud over de almindelige metodiske usikkerheder der altid vil være i de undersøgelserne der har beregnet værdien af transfer faktorerne, så skal man huske at indholdet i kødet afspejler dyrenes eksponering over flere måneder. Indholdet i dyrenes foder og i drikkevand vil naturligt variere i løbet af den tid dyrene befinder sig på de kontaminede områder, og denne variation ser man ikke, medmindre man har foretaget adskillige målinger fra start til slut i den periode dyrene har græsset på arealet. Hertil kommer at dyr kan have forskellige præferencer for, hvor på marken de færdes (og spiser) og kontamineringen på området vil som regel næppe være jævnt fordelt.



Referencer

Death C, Bell C, Champness D, Milne C, Reichman S, Hagen T. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in livestock and game species: A review. *Science of The Total Environment*, Volume 774, 2021.

Drew R, Hagen TG, Champness D. Accumulation of PFAS by livestock – determination of transfer factors from water to serum for cattle and sheep in Australia. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2021. DOI: 10.1080/19440049.2021.1942562

Kowalczyk J, Ehlers S, Fürst P, Schafft H, Lahrssen-Wiederholt M. Transfer of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) From Contaminated Feed Into Milk and Meat of Sheep: Pilot Study. *Arch Environ Contam Toxicol* (2012) 63:288–298.

Kowalczyk J, Ehlers S, Oberhausen A, M Tischer, Fürst P, Schafft H, Lahrssen-Wiederholt M. Absorption, Distribution, and Milk Secretion of the Perfluoroalkyl Acids PFBS, PFHxS, PFOS, and PFOA by Dairy Cows Fed Naturally Contaminated Feed. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 12, 2903.

Vestergren R, Orata F, Berger U & Cousins IA. Bioaccumulation of perfluoroalkyl acids in dairy cows in a naturally contaminated environment. *Environ Sci Pollut Res* (2013) 20:7959–7969.