



Calidad del agua purificada para producción de semen porcino

Minitüb GmbH

El agua purificada es necesaria en la producción de semen para dos propósitos:

- Preparación de diluyentes
- Enjuague de material de vidrio, llenado del baño maría y del esterilizador a vapor

El agua potable de la llave no sólo contiene agua pura (H₂O), sino también minerales, como carbonato de calcio, carbonato de magnesio, nitratos, fosfatos y otros iones. Puede contener también variados niveles de residuos químicos, componentes orgánicos, microorganismos y endotoxinas. En muchos areas se agregan cantidades bajas de Cloro y Fluoro el agua potable como una medida preventiva para la salud humana.

Con el fin de hacer apropiada el agua de la llave para el uso en el laboratorio de semen, ésta debe pasar por un proceso de purificación. En especial, **la dosis de semen** requiere de agua de muy alto grado de purificación.

Sistemas para la purificación de agua

1. Destilación

En el destilador, el agua se calienta y forma vapor, el cual posteriormente es condensado. Este condensado es colectado como agua destilada. El agua destilada es prácticamente estéril y desmineralizada a un alto grado. Las sustancias orgánicas volátiles permanecerán en el destilado.

Para la destilación de agua se requiere de un mono- o un bi-destilador y frecuentemente un paso previo de desmineralización. La destilación es un proceso relativamente lento y de alto consumo de energía. Si el agua de la llave es "dura", este debe ser desmineralizada antes de entrar al destilador. En caso contrario, la destilación será muy lenta y las tuberías al interior del destilador deben ser decalcificadas con frecuencia. El proceso de destilación requiere, además, de una cantidad adicional importante de agua potable para el enfriamiento. La destilación es una opción excelente, cuando se requiere de una cantidad relativamente pequeña para la preparación de diluyentes, de hasta 30 litros por día. El destilador debe recibir un buen mantenimiento y ser decalcificado con bastante frecuencia. Un destilador en malas condiciones no produce un agua pura apropiada.

Para laboratorios medianos o grandes de producción de semen porcino, el destilador no es, generalmente, lo suficientemente rápido.

2. Desmineralización

También denominada deionización, remueve componentes ionizados del agua, tales como Ca²⁺ o Mg²⁺. Trabaja mediante resina, una sustancia conformada por pequeñas partículas eléctricamente cargadas, contenidas en cartuchos, a través de los cuales fluye el agua. En la resina son retenidos los componentes ionizados. Después de algunos meses (entre 1 y 3, dependiendo del sistema y del uso del agua purificada), las resinas se deben reemplazar o reciclar. El proceso de purificación es muy rápido, y el consumo de energía bajo. Es importante tener un medidor de conductibilidad conectado al sistema, que indique el momento en que el proceso comienza a ser inefectivo. Este medidor de conductibilidad debe controlarse regularmente, y si su valor comienza a ser demasiado alto, el cartucho debe reemplazarse inmediatamente por uno nuevo. Debe siempre tenerse disponible un cartucho de reemplazo.

El agua desionizada o desmineralizada no es estéril. Las bacterias contenidas en el agua potable pasaran a través del proceso. Las resinas no son estériles, e incluso es bastante frecuente que las bacterias se desarrollen en forma profusa dentro de los cartuchos, entregando un agua más contaminada que el agua potable. Por esta razón, es importante no trabajar más de 3 meses con el mismo cartucho, aunque la conductividad medida se encuentre aún bajo el límite.



A fin de mantener un control bacteriano, es necesario un tratamiento adicional del agua desmineralizada. Este puede efectuarse por destilación o mediante un filtro bacteriano (tamaño de poro 0.2 µm) o por luz ultravioleta.

La desmineralización combinada con un método de control bacteriano es una elección muy conveniente para todos los laboratorios que cuentan con una calidad muy buena de agua potable, buena disponibilidad de cartuchos o de sistema de su reciclado y la capacidad de soportar los continuos costos. La modalidad es especialmente recomendable para laboratorios de semen porcino que requieren de grandes volúmenes de agua purificada, de 50 o más litros por día.

3. Osmosis reversa

En los sistemas de osmosis reversa, se aplica presión a un reservorio de agua de cañería, haciendo pasar ésta a través de una membrana semi-permeable que retiene los componentes no deseados. El agua colectada tras el paso por la membrana sale purificada, habiéndose retenido por la presión osmótica hasta el 98 % de las sustancias disueltas. Sin embargo, no puede retener los gases disueltos.

La osmosis reversa es bastante eficiente eliminando bacterias. Si el agua potable es “dura” y tiene una alta conductibilidad, la osmosis reversa no es suficientemente eficiente para desmineralizar, siendo necesario instalar un segundo proceso. Por esta razón, la osmosis reversa es frecuentemente utilizada en combinación con la desmineralización y ultrafiltración. La osmosis reversa utiliza una cantidad adicional bastante grande de agua. Sólo 20 a 30 % del agua utilizada es purificada.

La osmosis reversa es utilizada con frecuencia en los laboratorios de semen con altos requerimientos de volumen de agua (100 litros por día y más). Es muy eficiente la combinación de desmineralización y osmosis reversa, frecuentemente acompañada por tratamiento de luz UV.

El sistema más utilizado y muy eficaz es el sistema que combina la osmosis reversa con la desionización, filtración por carbón y exposición a luz UV.

El método que se elija para la purificación del agua dependerá principalmente de la calidad del agua de la llave del CIA y de los requerimientos de volumen del agua purificada a diario. En cualquier caso hay que obtener ciertos parámetros de calidad.

Para clasificar la calidad de agua purificada, se ha establecido el sistema de la ASTM que reconoce 4 diferentes clases de agua (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del tipo de agua				
Parámetro	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV
Conductividad (micro siemens/cm)	0.056	1.0	2.5	5
Resistividad (Mega Ohm/cm)	18	1.0	4.0	0.2
Crecimiento bacteriano (UFC/ml)	0 (A)	10 (B)	100 (C)	100 (C)
TOC (ppb)	10	50	200	-
Sodio (ppb)	1	5	10	50
Cloruros (ppb)	1	5	10	50
Silicatos totales (ppb)	3	3	500	-
Metales pesados (mg/l)	0.01	-	-	-
Endotoxinas	0.03	0.25	-	-

- ASTM (American Society for Testing and Material)

Para la **preparación de diluyentes de semen**, calidad del agua de la clase **ASTM II** es recomendada y cumple con los siguientes **requerimientos mínimos**:

- **Conductibilidad** bajo **5 $\mu\text{S}/\text{cm}$** . La conductibilidad es un valor que muestra la presencia de sales e iones en el agua. Si su valor es demasiado alto, el agua es dañina para el semen, ya que la osmolaridad del medio se eleva. El calcio debe ser eliminado totalmente ya que con el tiempo aumenta el porcentaje de espermios capacitados. Agua con una conductibilidad mayor (hasta **20 $\mu\text{S}/\text{cm}$**) puede ser utilizada en la práctica, si se compensa con una mayor concentración espermática de las dosis seminales.
- **Contenido bacteriano idealmente 0 y máximo 1 CFU** (=unidades formadoras de colonias) por 10 ml. El contenido bacteriano es nocivo, puesto que tiende a proliferar en el diluyente de semen, que es un medio excelente para el crecimiento bacteriano. Las bacterias son con frecuencia el motivo para la sobrevivencia muy reducida del semen diluido. Sólo es aceptable un muy reducido contenido bacteriano del agua. Deben, sin embargo, excluirse totalmente los patógenos específicos (bacterias y virus que causan enfermedades específicas en animales). La presencia de endotoxinas debe ser baja, debido a que son altamente tóxicas para células.
- **TOC (total organic components) máximo 50 ppb**. Es una medida para el contenido total de carbono orgánico existente en el agua. TOC refleja la presencia de componentes orgánicos originados por residuos químicos industriales, viviendas y agricultura. No es un factor de importancia extrema, pero su valor no debiera excederse, siendo un buen indicador de la calidad general del agua.

Los **requerimientos para el agua que se utiliza para enjuagar materiales de vidrio** u otros materiales que pueden entrar en contacto con el semen, son menores. Para este propósito es suficiente el agua desmineralizada. Sin embargo, el enjuague debe ser siempre meticuloso, a fin de eliminar minerales y/o detergentes adheridos a las superficies que podrían contaminar el semen o el diluyente.

Es importante recordar que la calidad del agua purificada se deteriora con el tiempo, según el sistema de almacenamiento. Como norma se recomienda un almacenamiento no superior a una semana.

Recomendaciones

1. **Antes de decidir el sistema** de purificación de agua se recomienda:
 - **Análisis del agua de cañería**: contenidos de carbonato de calcio, bacterias, contaminación orgánica, conductividad y presión osmótica.
 - **Definición de requerimientos**: ¿Cuánta agua purificada debiera producirse al día? Y ¿En cuanto tiempo se necesita ese volumen de agua?
2. **Cuidado del agua purificada** puede deteriorarse fácilmente antes de ser utilizada. Inmediatamente después de su purificación, puede fluir a través de tuberías no estériles, que incluso pueden contener colonias en crecimiento como una película biológica que contamina constantemente el agua. Esto sucede con frecuencia y es especialmente crítico en sistemas relativamente antiguos. Los contenedores y botellas para la conservación de agua purificada frecuentemente no están estériles, especialmente si no se mantienen cerradas. Si están expuestas a la luz, se puede acelerar la proliferación de las bacterias. Algunas bacterias, por ejemplo, del grupo de las pseudomonas, pueden utilizar los componentes de las paredes plásticas para su metabolismo. El agua purificada no debiera almacenarse, sino ser utilizada, idealmente, en forma inmediata. Las tuberías, llaves y contenedores deben esterilizarse frecuentemente.
3. **Una alternativa: la compra de agua**. Si no se cuenta con un sistema de purificación de agua adecuado, la mejor elección es la compra de agua purificada. Sin embargo, el agua desmineralizada para bebida, para propósitos domésticos o baterías, no es suficientemente pura para la preparación de diluyentes de semen. El agua debiera ser estéril, desmineralizada (conductividad máxima definida de **5 $\mu\text{S}/\text{cm}$**) y libre de pirógenos.