



MỘT SỐ YẾU TỐ NGUY CƠ ĐỐI VỚI NGUỒN NƯỚC GIẾNG KHOAN CỦA CÁC HỘ GIA ĐÌNH TẠI XÃ NGỌC THIỆN, HUYỆN TÂN YÊN, TỈNH BẮC GIANG

Tổng Biên tập:
TS. Nguyễn Phương Sinh

Ngày nhận bài:
24/3/2023

Ngày chấp nhận đăng bài:
20/7/2023

Ngày xuất bản:
29/12/2023

Bản quyền:
© 2023 Thuộc
Tập chí Khoa học
và công nghệ Y Dược

Xung đột quyền tác giả:
Tác giả tuyên bố
không có bất kỳ xung đột
nào về quyền tác giả

Địa chỉ liên hệ:
Số 284,
đường Lương Ngọc Quyến,
TP. Thái Nguyên,
tỉnh Thái Nguyên

Email:
tapchi@tnmc.edu.vn

**Nguyễn Thị Hải Yến*, Nguyễn Thị Quỳnh Hoa,
Trương Việt Trường, Nguyễn Thị Hồng Nhung,
Nguyễn Thị Phương Lan, Trương Nguyễn Quỳnh Giao**

Trường Đại học Y-Dược, Đại học Thái Nguyên

* Tác giả liên hệ: haiyendp31@gmail.com

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Hiện nay bên cạnh nguồn nước thủy cục, vẫn có rất nhiều hộ gia đình sử dụng nguồn nước ngầm cho các mục đích khác nhau như sinh hoạt, ăn uống và tưới cây xanh. Việc sử dụng nguồn nước ngầm trực tiếp không qua xử lý khiến người dân phải đối mặt với nhiều nguy cơ mắc bệnh. **Mục tiêu:** Mô tả một số yếu tố nguy cơ đối với nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình tại xã Ngọc Thiến, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang năm 2022.

Phương pháp: Nghiên cứu mô tả, thiết kế cắt ngang, đã thực hiện với 202 hộ dân sử dụng nguồn nước giếng khoan thuộc địa bàn xã Ngọc Thiến. **Kết quả:** Tỷ lệ hộ gia đình không có nguy cơ bị ô nhiễm là 79,7%; Tỷ lệ hộ gia đình có nguy cơ bị ô nhiễm là 20,3%. Hầu hết các hộ gia đình đều có khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước đạt tiêu chuẩn trên 10m. Tỷ lệ hộ gia đình có khoảng cách từ nhà tiêu so với nguồn nước là 3%; Từ bãi rác so với nguồn nước là 4,5%; Từ chuồng gia súc tới nguồn nước là 8,4%; Từ các nguồn ô nhiễm khác so với nguồn nước là 9,4%. Tỷ lệ hộ gia đình có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng là 12,4%; Tỷ lệ hộ gia đình có nước đọng vũng trong vòng 2m là 7,9%; Tỷ lệ hộ gia đình có vách

giếng bị hỏng bị nứt là 6,9%. Tỷ lệ hộ gia đình có rãnh thoát nước thải và điểm đổ nước thải là 100%; Tỷ lệ hộ gia đình có dụng cụ lấy nước bị bẩn hoặc đặt trên nền giếng là 9,4%. **Kết luận:** Có nhiều yếu tố nguy cơ đối với nguồn nước đang sử dụng của các hộ gia đình.

Từ khóa: Nguồn nước giếng khoan; Yếu tố nguy cơ; Nước ngầm; Xã Ngọc Thiện

**SOME RISK FACTORS FOR WELL WATER
SOURCES OF HOUSEHOLDS IN NGOC THIEN
COMMUNE, TAN YEN DISTRICT,
BAC GIANG PROVINCE**

**Nguyen Thi Hai Yen, Nguyen Thi Quynh Hoa,
Truong Viet Truong, Nguyen Thi Hong Nhung, Nguyen
Thi Phuong Lan, Truong Nguyen Quynh Giao**

Thai Nguyen University of Medicine and Pharmacy

* Author contact: haiyendp31@gmail.com

ABSTRACT

Background: Currently, besides the local water source, there are still many households using underground water for different purposes such as living, eating, and watering trees. The use of untreated groundwater directly puts people at risk of many diseases. **Objective:** To describe some risk factors for the well water of residents in Ngoc Thien commune, Tan Yen district, Bac Giang province in 2022. **Methods:** Descriptive study, Cross-sectional design, implemented with 202 households using water from bore wells in Ngoc Thien commune. **Results:** The percentage of households that are not at risk of pollution was 79.7%, and the proportion of households at risk of pollution is 20.3%. Most of the households have a distance from polluted

sources to standard water sources above 10m. Percentage of households with distance: From latrine to the water source is 3%; from landfill compared to water source is 4.5%; from cattle barn to a water source is 8.4%; from pollution sources, other than water is 9.4%. The percentage of households with a broken water system that causes standing water is 12.4%; the percentage of households with standing water within 2m is 7.9%; the percentage of households with cracked well walls is 6.9%. The percentage of households with drainage ditches and wastewater dumping points is 100%; the percentage of households with dirty water collection equipment or placed on the good foundation is 9.4%. **Conclusions:** There are many risk factors for the water sources being used by households.

Keywords: Well water source; Risk factors; Underground water; Ngoc Thien commune

ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước là nguồn tài nguyên thiết yếu cho mọi hoạt động, nước không chỉ cần thiết cho sinh hoạt và sản xuất con người mà còn cho các sinh vật tồn tại trên Trái đất¹. Nguồn nước giếng khoan là nguồn nước sinh hoạt phổ biến của người dân. Ở Việt Nam, UNICEF ước tính có khoảng 10-15 triệu người (Khoảng 13,5% dân số) đang sử dụng nước ăn uống từ nước giếng khoan². Nhưng nguồn nước giếng khoan này có thực sự được đảm bảo và trên thực tế thì nước giếng khoan có thể có nhiều vấn đề đáng lo ngại. Trong tình trạng nguồn nước đang bị ô nhiễm trầm trọng thì nguồn nước ngầm cũng bị đe dọa nghiêm trọng. Các chất thải, nước thải sinh hoạt, hóa chất bảo vệ thực vật, phân bón,...đã và đang xâm nhập xuống nguồn nước ngầm và gây hại cho nguồn nước này. Việc sử dụng nguồn nước

ngâm trực tiếp không qua xử lý khiến người sử dụng phải đối mặt với nhiều nguy cơ mắc bệnh³. Vì vậy, nước giếng khoan lại càng trở nên không an toàn đặc biệt là những vùng ô nhiễm nặng. Theo thống kê của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và Môi trường cho thấy ở Việt Nam có khoảng 21,5% dân số sử dụng nước giếng khoan chưa qua xử lý⁴.

Ngọc Thiện là một xã thuộc huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang có nền kinh tế phát triển chủ yếu là nền kinh tế nông nghiệp và phát triển theo xu hướng tập trung và quy mô vừa phải. Với tình hình kinh tế nông nghiệp phát triển như hiện nay thì lượng phân bón và các loại hóa chất bảo vệ thực vật được sử dụng ngày càng nhiều. Và việc xây dựng các công trình vệ sinh gần nguồn nước, các hệ thống dẫn nước không được đảm bảo hay việc sử dụng không hợp lý và lượng dư hóa chất bảo vệ thực vật còn tồn đọng lại sẽ ngấm xuống lòng đất và gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, điều đó sẽ làm ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân. Để biết được nguồn nước của các hộ gia đình tại đây có nguy cơ gây bị ô nhiễm hay không? Chúng tôi thực hiện nghiên cứu đề tài: *“Một số yếu tố nguy cơ đối với nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình tại xã Ngọc Thiện, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang”* với mục tiêu: Mô tả một số yếu tố nguy cơ đối với nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình tại xã Ngọc Thiện, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang năm 2022.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu: Nguồn nước giếng khoan và các hộ gia đình sử dụng nguồn nước giếng khoan tại xã Ngọc Thiện, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang.

Tiêu chuẩn lựa chọn: Những hộ gia đình sử dụng nguồn nước giếng khoan và đồng ý tham gia nghiên cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ: Những hộ gia đình không sử dụng nguồn nước giếng khoan và những hộ không đồng ý tham gia nghiên cứu.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 04/2022 đến tháng 08/2022.

Địa điểm nghiên cứu: Tại xã Ngọc Thiện, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang.

Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả, thiết kế cắt ngang.

Cỡ mẫu:

$$n = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{d^2}$$

Trong đó:

- n: Là cỡ mẫu tối thiểu.

- $Z_{1-\alpha/2}^2$: Với độ tin cậy là 95% thì $Z_{1-\alpha/2}^2 = 1,96$.

- $p = 0,656$ (Tỷ lệ số hộ dân sử dụng nguồn nước giếng khoan không đúng quy định là 65,6%). Theo nghiên cứu về hiện trạng khai thác, quản lý và chất lượng nước ngầm giồng cát ở tỉnh Trà Vinh⁵.

- d: Là mức sai số chấp nhận được, $d = \frac{1}{10} p = 0,0656$.

Thay số vào công thức ta tính được $n = 202$ hộ.

Phương pháp chọn mẫu: Chọn 202 hộ gia đình có sử dụng nguồn nước giếng khoan tại 02 xóm thuộc xã Ngọc Thiện.

Chỉ số nghiên cứu:

- Tỷ lệ các hộ gia đình có yếu tố nguy cơ và không có yếu tố nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước giếng khoan.

- Tỷ lệ mục đích sử dụng nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình.

Kỹ thuật thu thập số liệu và tiêu chuẩn đánh giá:

Công cụ thu thập số liệu: Bảng kiểm đánh giá nguy cơ về vệ sinh nơi khai thác nước giếng khoan theo thông tư 50/2015/TT-BYT của Bộ trưởng Bộ Y tế và bộ câu hỏi phỏng vấn.

Phương pháp thu thập số liệu: Quan sát đặc điểm vệ sinh nguồn nước giếng khoan và khoảng cách từ nguồn ô nhiễm tới nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình và phỏng vấn các hộ gia đình về cách sử dụng nguồn nước.

Xử lý số liệu: Nhập liệu bằng phần mềm tin học EPIDATA và xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS 26.0.

Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu không làm ảnh hưởng đến đối tượng nghiên cứu, được sự cho phép của Ủy ban nhân dân xã. Đề tài được thông qua hội đồng khoa học đào tạo khoa Y tế công cộng, Trường Đại học Y Dược Thái Nguyên.

KẾT QUẢ

Bảng 1. Tỷ lệ các hộ gia đình sử dụng nước giếng khoan có yếu tố nguy cơ ô nhiễm (n=202)

Nguy cơ	n	%
Không có yếu tố nguy cơ	161	79,7
Có yếu tố nguy cơ	41	20,3

Kết quả Bảng 1 cho thấy: Trong 202 hộ gia đình sử dụng nguồn nước giếng khoan thì có 161 hộ chiếm 79,7% không có yếu tố nguy cơ ô nhiễm và 41 hộ chiếm 20,3% có yếu tố nguy cơ ô nhiễm.

Bảng 2. Khoảng cách từ nguồn ô nhiễm tới nguồn nước giếng khoan

Khoảng cách	Trên 10 m		Dưới 10 m		Tổng số	
	n	%	n	%	n	%
So với nhà tiêu	196	97	6	3	202	100
So với bãi rác	193	95,5	9	4,5	202	100
So với chuồng gia súc	185	91,6	17	8,4	202	100
So với các nguồn ô nhiễm khác	183	90,6	19	9,4	202	100

Kết quả Bảng 2 cho thấy: Hầu hết các hộ gia đình đều có khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước đạt tiêu chuẩn trên 10m, tuy nhiên vẫn còn một số nhỏ hộ gia đình có khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước chưa đảm bảo, đặc biệt là khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm khác tới nguồn nước (9,4%) và khoảng cách từ chuồng gia súc tới nguồn nước (8,4%).

Bảng 3. Đặc điểm vệ sinh của nguồn nước giếng khoan

Đặc điểm vệ sinh	Tốt		Không tốt		Tổng số	
	n	%	n	%	n	%
Có nước đọng vũng trong vòng 2m	186	92,1	16	7,9	202	100
Có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng	177	87,6	25	12,4	202	100
Giếng có nắp đậy	197	97,5	5	2,5	202	100
Có thành giếng	202	100	0	0	202	100
Có sân giếng	202	100	0	0	202	100
Vách giếng bị hở, bị nứt	188	93,1	14	6,9	202	100
Sân giếng bị nứt hoặc hẹp hơn 1m tính từ vách giếng	192	95	10	5	202	100

Kết quả Bảng 3 cho thấy: Phần lớn nguồn nước của các hộ gia đình có đặc điểm vệ sinh tốt, trong đó 100% các hộ đều có sân giếng, 97,5% giếng của các hộ gia đình có nắp đậy. Tuy nhiên vẫn còn một tỷ lệ nguồn nước của các hộ gia đình có đặc điểm vệ sinh chưa đảm bảo: Có 12,4% hộ gia đình có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng, có 7,9% hộ gia đình có nước đọng vũng trong vòng 2m và có 6,9% hộ gia đình có vách giếng bị hở, bị nứt.

Bảng 4. Hệ thống thoát nước và dụng cụ lấy nước

Hệ thống thoát nước và dụng cụ lấy nước	Tốt		Không tốt		Tổng số	
	n	%	n	%	n	%
Có rãnh thoát nước thải hoặc điểm đổ nước thải	202	100	0	0	202	100
Dụng cụ lấy nước bị bẩn hoặc đặt trên nền giếng	183	90,6	19	9.4	202	100

Kết quả Bảng 4 cho thấy 100% hộ gia đình đều có rãnh thoát nước thải hoặc điểm đổ nước thải, có 90,6% hộ gia đình không có dụng cụ lấy nước bị bẩn đặt trên nền giếng và 9,4% hộ gia đình có dụng cụ lấy nước bị bẩn đặt trên nền giếng.

BÀN LUẬN

Ô nhiễm nước là một trong những vấn đề môi trường cấp bách nhất ở nhiều nơi trên thế giới⁶⁻⁸. Việc không đáp ứng được các nhu cầu cơ bản về nước an toàn là một trong những thách thức lớn của thời đại chúng ta và hàng tỷ người đã phải gánh chịu hậu quả⁹. Bằng chứng cho thấy rằng 44,5 triệu cư dân Hoa Kỳ lấy nước uống từ các giếng tư nhân phải đối mặt với rủi ro phơi nhiễm chất gây ô

nhễm trong nước cao hơn so với những người được phục vụ bởi nguồn cung cấp nước cộng đồng được quy định¹⁰.

Theo kết quả chúng tôi điều tra được tỷ lệ các hộ gia đình sử dụng nguồn nước giếng khoan thì có 161 hộ (chiếm 79,7%) không có nguy cơ ô nhiễm và có 41 hộ (chiếm 20,3%) có nguy cơ ô nhiễm cho thấy tỷ lệ các hộ gia đình có nguy cơ bị ô nhiễm khá cao.

Qua điều tra về khoảng cách từ nguồn ô nhiễm tới nguồn nước giếng khoan của các hộ gia đình tại xã Ngọc Thiện cho thấy hầu hết các hộ gia đình đều có khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước đạt tiêu chuẩn trên 10m, tuy nhiên vẫn còn một số nhỏ hộ gia đình chưa có khoảng cách đảm bảo từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước đặc biệt là khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm khác tới nguồn nước có tỷ lệ 9,4%; Khoảng cách từ chuồng gia súc tới nguồn nước là 8,4%; Khoảng cách từ bãi rác tới nguồn nước là 4,5% và tỷ lệ số hộ gia đình có khoảng cách từ nhà tiêu tới nguồn nước là 3%. Cần phải tuyên truyền, hướng dẫn người dân xây dựng các công trình vệ sinh ra xa nguồn nước đảm bảo khoảng cách tối thiểu là 10m từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước giếng khoan.

Phần lớn nguồn nước của các hộ gia đình có đặc điểm vệ sinh tốt 100% các hộ đều có sân giếng, 97,5% giếng của các hộ gia đình có nắp đậy. Tuy nhiên vẫn còn một tỷ lệ nguồn nước của các hộ gia đình có đặc điểm vệ sinh chưa đảm bảo, có 12,4% hộ gia đình có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng, có 7,9% hộ gia đình có nước đọng vũng trong vòng 2m, 6,9% hộ gia đình có vách giếng bị hở, bị nứt và có 5% số hộ gia đình có sân giếng bị nứt hoặc hẹp hơn 1m tính từ vách giếng. Đối với những hộ gia đình có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng cần phải sửa lại hoặc thay để tránh tình trạng nước đọng vũng gây ô nhiễm nguồn nước, những hộ có nước đọng

vùng trong vòng 2m cần phải xử lý và những hộ gia đình có vách giếng hay sân giếng bị hở, bị nứt cần phải sửa sang lại để đảm bảo vệ sinh nguồn nước sinh hoạt hàng ngày.

Về vấn đề hệ thống thoát nước và dụng cụ lấy nước thì 100% hộ gia đình đều có rãnh thoát nước thải hoặc điểm đổ nước thải, 90,6% số hộ không có dụng cụ lấy nước bị bẩn đặt trên nền giếng còn lại 9,4% hộ gia đình thì có dụng cụ lấy nước bị bẩn đặt trên nền giếng thì cần phải loại bỏ.

Nguy cơ ô nhiễm đối với nguồn nước đang sử dụng có nhiều yếu tố gây nên là khoảng cách từ các công trình vệ sinh tới nguồn nước, đặc điểm vệ sinh nguồn nước của các hộ gia đình và cả những hệ thống, dụng cụ lấy nước không được đảm bảo cũng là những yếu tố nguy cơ gây ô nhiễm đến nguồn nước đang sử dụng.

Việc sử dụng nguồn nước giếng khoan không đúng cách sẽ gây ảnh hưởng tới sức khỏe của người dân, đặc biệt là những vùng có nguy cơ bị ô nhiễm nguồn nước lại càng gây ảnh hưởng nghiêm trọng. Vì vậy, để đảm bảo nước ăn uống và sinh hoạt đạt tiêu chuẩn vệ sinh, nước cần phải được xử lý trước khi sử dụng. Cần phải lọc sạch nước. Hệ thống lọc ở các nhà máy nước có mục đích là cho nước máy các chất đục và trở nên trong, đồng thời cũng cải thiện được các tính chất vật lý và làm giảm đi một phần vi sinh vật¹¹.

KẾT LUẬN

Một số yếu tố nguy cơ đối với nguồn nước giếng khoan của người dân tại xã Ngọc Thiện, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang:

- Tỷ lệ hộ gia đình không có nguy cơ bị ô nhiễm là 79,7%, tỷ lệ hộ gia đình có nguy cơ bị ô nhiễm là 20,3%.
- Hầu hết các hộ gia đình đều có khoảng cách từ các nguồn ô nhiễm tới nguồn nước đạt tiêu chuẩn trên 10m. Nguy cơ

cao nhất từ các nguồn ô nhiễm khác so với nguồn nước là 9,4%, nguy cơ thấp nhất từ nhà tiêu so với nguồn nước là 3%.

- Phần lớn nguồn nước của các hộ gia đình có đặc điểm vệ sinh tốt:

Tỷ lệ hộ gia đình: Có hệ thống dẫn nước bị hỏng làm nước đọng vũng là 12,4%, nước đọng vũng trong vòng 2m là 7,9%, vách giếng bị hở bị nứt là 6,9%

Tỷ lệ hộ gia đình có rãnh thoát nước thải và điểm đổ nước thải là 100%.

Tỷ lệ hộ gia đình có dụng cụ lấy nước bị bẩn hoặc đặt trên nền giếng là 9,4%.

KHUYẾN NGHỊ

Cần phải tuyên truyền và hướng dẫn cho người dân các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước giếng khoan và biết sử dụng nguồn nước giếng khoan đúng cách để không gây ảnh hưởng đến sức khỏe. Hướng dẫn người dân xây dựng các công trình vệ sinh ra xa nguồn nước đảm bảo khoảng cách trên 10m và cải tạo lại các hệ thống dẫn nước để tránh nước đọng vũng gần những nguồn nước đang sử dụng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thị Hồng Tân. Đánh giá chất lượng nước giếng khoan ở xã Tân Thạnh, huyện Thanh Bình tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học Đại học mở Thành Phố Hồ Chí Minh-Kỹ thuật và công nghệ* **14.1**, (2019).
2. UNICEF. *Báo cáo kết quả điều tra ô nhiễm asen trong nước ngầm tại thành phố Hà Nội*, tại Cục Khảo sát Địa chất và Khoáng sản Việt Nam - Ban HEG Miền Bắc. 001: Hà Nội.
3. Nguyễn Lan Phương & Mai Thị Thùy Dương. Đánh giá thực trạng nguồn nước ngầm trên địa bàn quận Thanh

Khê, thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí khoa học và công nghệ đại học Đà Nẵng số 5(126)*, (2018).

4. Nguyễn Thị Liên Hương & Đỗ Mạnh Cường. Tầm quan trọng của nước sạch đối với đời sống. *Tạp chí Môi trường số 8*, (2015).

5. Nguyễn Văn Bé & Trần Thanh Tuyền. Hiện trạng khai thác, quản lý và chất lượng nước ngầm giồng cát ở tỉnh Trà Vinh. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ 8*, 95-104, (2007).

6. Pang M., Song W., Zhang P., Shao Y., Li L., Pang Y., Wang J., Xu Q. Research into the Eutrophication of an Artificial Playground Lake near the Yangtze River. *Sustainability 10*:867,(2018).

doi: 10.3390/su10030867. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)].

7. Zhang C., Guo S., Zhang F., Engel B.A., Guo P. Towards sustainable water resources planning and pollution control: Inexact joint-probabilistic double-sided stochastic chance-constrained programming model. *Sci. Total Environ 657*:73–86(2019).

doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.463. [[PubMed](#)]

[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)].

8. Gao X., Shen J., He W., Sun F., Zhang Z., Guo W., Zhang X., Kong Y. An evolutionary game analysis of governments' decision-making behaviors and factors influencing watershed ecological compensation in China. *J. Environ. Manag 251*:109592, (2019).

doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109592. [[PubMed](#)]

[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

9. Gao X., Shen J., He W., Sun F., Zhang Z., Zhang X., Zhang C., Kong Y., An M., Yuan L., et al. Changes in Ecosystem Services Value and Establishment of Watershed Ecological Compensation Standards. *Int. J. Environ. Res. Public Health 16*:2951, (2019).

doi: 10.3390/ijerph16162951. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)]
[[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

10. Chen Z., Kahn M.E., Liu Y., Wang Z. The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China. *J. Environ. Econ. Manag* **88**:468–485 (2018).

doi: 10.1016/j.jeem.2018.01.010. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)].

11. MacDonald Gibson J, Pieper KJ. Strategies to Improve Private-Well Water Quality: A North Carolina Perspective. *Environ Health Perspect* **7**, 125(7):076001 (2017). doi: 10.1289/EHP890. PMID: 28728142; PMCID: PMC5744693.