

Wskrzyszanie gleby

Kate Brown

Tłumaczenie z języka angielskiego: Iwona Ostrowska

Moja łopata wbija się w ziemię z głośnym „łup”. Razem z przyjacielem kopimy grządki pod sadzonki szparagów, ale szybko musimy przerwać pracę. Grunt w tej części Waszyngtonu pokrywa cienka warstwa trawy, pod którą znajduje się mieszanina żwiru i ciemnopomarańczowej gliny. Gleba gliniasta jest ikoniczna dla amerykańskiego południa. W *Przebiegło z wiatrem* Margaret Mitchell Scarlett O'Hara – złaźniona męskiego towarzystwa imprezowiczka – stojąc na dymiących rumowiskach wojny secesyjnej, z utęsknieniem wspomina czerwoną ziemię Tary. W zakończeniu powieści Scarlett uświadamia sobie, że o jej sile – bardziej niż jakikolwiek mężczyzna – stanowiła rodzinna ziemia.

Niemądra, okrutna Scarlett nie miała pojęcia, że połądowane polacie surowej, czerwonej ziemi na niewolniczych plantacjach jej ojca były tylko marnymi resztkami. Jej przodkowie zdążyli splądrować czarny i żyzny grunt georgiańskiego płaskowyżu, pozostawiając gliniaste podglebie. Takie wyjałowienie miało swoje konsekwencje. Im bardziej plantatorzy z Południa drenowali swe pola z substancji odżywczych, tym okrutniejsi byli dla niewolników, zmuszając ich do produkcji zaplanowanej ilości bawełny, cukru i tytoniu, pozwalającej na opłacanie jedwabiu i przyjęć barbecue, które Scarlett tak ubóstwiała.

Wyjałowienie gruntu jest niewidoczne, dopóki ktoś nie zaczyna kopać. Jednak rozciągające się pod naszymi stopami gleby są ważnymi artefaktami historycznymi. Pogoń za mineralnymi składnikami odżywczymi napędzała kolonizację na sporej części globu. Kryzysy wywołane przez nieurodzaj inspirowały pierwsze, protoenvironmentalistyczne ruchy w XIX wieku i w dużym stopniu wpłynęły na powstanie zarówno państwa opiekuńczego, jak i XXI-wiecznego kapitalizmu.

Bynajmniej nie jestem pierwszą osobą, która zwraca na to uwagę. Od XIX wieku działacze na rzecz ochrony przyrody, ekonomiści, historycy narodu

i środowiska napisali bardzo dużo na temat jakości gleby i „zgwalczonej ziemi” [Wilson]. Mój eksperyment z uprawą ziemi na naruszonym, miejskim obszarze skłonił mnie do namysłu nad tym, jaki wpływ na zmianę historyczną może mieć zwrot molekularny w biologii. Naukowcy nie postrzegają już ziemi jako zbioru składników mineralnych. Biolodzy molekularni udowodnili, że miliardy mikroskopijnych organizmów zamieszkujących zdrowe gleby tworzą zdumiewająco złożony superorganizm. Przekopując się przez skalki i glinę, zastanawiam się, jak czytałoby się historię tego ziemnego mikrobiomu. Czy możliwe jest, by wypełnić grunt pod moimi stopami opowieścią o dziejącym się tam małym życiu?

Spojrzałam pod moją łopatę. Zostało niewiele do wykopania. Na tym kawałku terenu sąsiadującym z publiczną podstawówką nie znalazłam prawie nic żywego. Wcześniej odbywały się tu szeroko zakrojone prace budowlane. Przez dwa lata buldożery, ciężarówki i dźwigi przeczołgiwały się po tej ziemi, zrywając glebę wraz z roślinami, ubijając i ścierając podłoże na drobny piach. Po zakończeniu renowacji robotnicy rozwinęli nylonową siatkę, zasypali ją warstwą komercyjnej gleby, wpompowali trochę płynnego nawozu azotowego i posiali trawę. W ten sposób można było uprawiać trawnik, ale nie ogródek warzywny.

Trawniki są często martwymi strefami. Przyszczyżona murawa nie wykarmi rodzimych gatunków ptaków, pszczoł, motyli i nie umożliwi przeżycia ludziom w miastach z wysokimi wskaźnikami ubóstwa i niedożywienia w środku pandemii¹. Wraz z Wesleyem chcieliśmy sprawdzić, ile gatunków drzew, krzewów

1 13% rodzin w Waszyngtonie zmaga się z głodem, 19% rodzin w przeciągu ostatniego roku nie dysponowało środkami na żywność dla najbliższych, 37% rodzin, w których wychowują się dzieci, nie jest w stanie zagwarantować potomstwu odpowiednich racji żywieniowych [O'Hara].

i roślin okrywowych dających jadalne plony uda nam się skłonić do vegetacji na wąskich grządkach przy mocno zatłoczonej szkole. Rozpoczęliśmy ten projekt bez wielkich aspiracji wykarmienia miasta, a jedynie dla rozrywki i samego wyzwania. Wes i ja zaprzyjaźniliśmy się kilka lat temu w trakcie prac ogrodniczych na ziemi, do której nie rościliśmy sobie prawa. W tym czasie zamieniliśmy zaśmiecony kawałek ziemi niczyjej w ogród wypełniony kwiatami i warzywami, który przyciągał wzrok przechodniów. Jednak uprawa jadalnych zarośli wokół szkoły była ambitniejszym projektem, na którego realizację nie mieliśmy ani budżetu, ani – poza nami samymi – personelu do pracy przy nim, lecz jedynie świstek z pozwoleniem od zarządcy terenów zielonych szkoły.

Obszar wymierania

Gdy wiosną grunt zaczął się ogrzewać, rozpoczęliśmy sadzenie. Lekcje zawieszono, więc byliśmy sami, nie licząc grupki rozradowanych dzieci, uwolnionych od ławek, treningów piłkarskich i gry na pianinie. Nie zwracały na nas uwagi, gdy toczyliśmy po ziemi nasze taczki.

Gdy tylko zabraliśmy się do pracy, nie byliśmy w stanie przestać. Wspólnie przekopywaliśmy skraje szkolnego ogrodu społecznego i wsadzaliśmy w ziemię ziarna jarmużu, szpinaku, rukoli i dzikich kwiatów. Po wschodniej stronie zasadziliśmy truskawki i szparagi. Spulchnialiśmy grunt pod odporne krzaczki owocowe i drzewa figowe wzdłuż południowej ściany szkoły, gdzie jest sucho i gorąco jak we włoskim gaju oliwnym. Wdrapywaliśmy się przez ogrodzenie, aby na zamkniętym podwórzu posadzić rodzime asymi-nę i persymonę, a przy okazji wciskaliśmy w glebę ziarna kukurydzy, fasoli i kabaczka. Te spożywcze nowinki zakorzeniły się pośród sfatygowanych sadzonek z importu, mających wartość odżywczą porównywalną z dywanem.

Wesley przeszczepił owocujące gałęzie jabłoni drzewem ozdobnym i umieścił szczepek pomidorów pośród dekoracyjnych krzewów. Mieliśmy nadzieję, że truskawki, jako rośliny okrywowe, rozrosną się i wyprą bluszcz pospolity, w którym mogą namnażać się chmary komarów. Pracownik służb miejskich zajmujący się wycinką drzew podarował nam kłody świeżo ściętego, białego dębu. Zaszczepiliśmy na nich grzybnię shitake i ukryliśmy je w cieniu dębów ostrolistnych. Na końcu przenieśliśmy się na skraj ziemi po zachodniej stronie szkoły, gdzie wcześniej gramolili się dźwigi i ciężarówki.

Ziemia była tam sterylna. Wbiłam w nią swoją łopatę, odsłaniając obszar masowego wymierania. W glebie nie było ani jednego robaka, owada lub grzyba. Nic. W miarę jak kopaliśmy, natykaliśmy się jedynie na „obce” elementy: szkło, plastik, asfalt, cegły i masywne, przerdzewiałe gwoździe. Dla mnie jako historyczki nie jest zaskakujące, że żyjemy na ruinach

pozostałych po naszych przodkach, ale nie miałam akurat nastroju na wykopaliska archeologiczne. Mój wzrok skierowany był w przyszłość. Zrewitalizowanie gleby – przywrócenie do życia martwej ziemi w czasie pandemii stało się dla mnie metodą przezwyciężenia miazdzącego ciężaru przeszłości, która jest zarówno przedmiotem mojej codziennej pracy, jak i przykrą rzeczywistością mojego sąsiedztwa.

Ubita ziemia słabo oddycha i ma problemy zarówno z utrzymaniem wody, jak i jej odprowadzaniem. Zauważyliśmy, że nawet trawa i chwasty z trudem wegetują na zachodniej części działki. Zdrowa gleba jest sprężysta, poprzetykana cienkimi jak włos korzeniami i zamieszkała przez ożywiony świat owadów, małych zwierząt, bakterii, wirusów i grzybów. Wyszczególnione bakterie wchodzi w symbiozę z koniuszkami korzeni, tworząc centra dowodzenia roślin. Bakterie azotowe wytwarzają substancje stymulujące wzrost. Bakterie brodawkowate i grzyby z rodzaju *Glomus* współpracują z korzeniami, eliminując choroby pochodzące z gleby [Pandey et al. 1-19]. Inne bakterie – *Streptomyces* (te same dobroczynne organizmy, które występują w antybiotykach przeznaczonych dla ludzi) ratują spragnione rośliny w trakcie suszy [Hunter]. Jeśli niekorzystne warunki utrzymują się, bakterie korzeniowe mogą także mutować i zmieniać swój metabolizm, aby wspomóc roślinę. Inne bakterie i grzyby chronią je przed owadami i szkodnikami [Sabotić et al.].

Nie wszystkie grzyby i bakterie są pożyteczne – część z nich wywołuje choroby. Inne są po prostu pasożytami, które przyszły się za darmo najęść. Jak w każdej wspólnocie. Niektórzy mieszkańcy mojej okolicy ciężko pracują i starają się być dobrymi sąsiadami. Inni nie są aż tak uczynni. Kilkoro kradnie i wszczyna brutalne bójkę. Takie jest życie. Dobro i zło w mikroświatach powiela się w tych większych.

Wraz z Wesleyem zastanawialiśmy się, co robić. Nie mieliśmy pieniędzy ani ochoty na kupowanie plastikowych worków sterylnej ziemi. Dotychczas nawoziliśmy nasze sadzonki ściółką i kompostem z odpadków kuchennych, ale to mizerne źródło wyschło. Zajrzeliśmy do szkolnego kurnika. Kurczaki przeniosły się na kwarantannę do podmiejskiej fermi, a ich odchody zostały uprzątnięte. Wes wskazał brukowaną alejkę wzdłuż zalesionego parku – była pokryta szczątkami liści i gałęzi. Bakterie i robaki już je skonsumowały, pozostawiając pięciocentymetrową warstwę próchnicy. Wes zasugerował, by ją zebrać. Udało nam się napelnąć trzy wiadra, co ledwo starczyło na obłożenie grządek szparagów. Wzruszyliśmy ramionami: to wciąż lepsze niż czerwona glina Tary.

Martwi prezydenci

Problem wyjałowionej gleby, z którym się mierzymy, jest jednym z najstarszych w historii agrokultury. Pierwsi rolnicy prowadzili uprawy na małych

wysepkach w deltach rzek – na terenach bagnistych i regularnie zalewanych. Dzięki wiosennym ulewom dorzeczca napelniały się świeżymi składnikami odżywczymi – to tak, jakby co roku zjawiała się tam wywrotka, aby wysypać kilka centymetrów żyznej gleby akurat na czas sadzenia. Nasi najstarsi przodkowie organizowali swoje osady w ten sposób, aby składniki odżywcze spływały do nich niesione hydrauliczną siłą rzek [Scott]. Nie musieli skrobać kostki brukowej i ładować cennej zdobyczy do wiader, rozmasowując przy tym bolące karki.

Jedenaście tysięcy lat temu, gdy ludzie przeszli na osiadły tryb życia i zajęli się rolnictwem, udomowili także niektóre zwierzęta. James Scott dowodzi, że najstarsze wspólnoty rolnicze, zwłaszcza te, których dieta oparta była na ryżu, wynalazły trwale instytucje społeczne, takie jak hierarchie, podatki i niewolnictwo. W porównaniu do prostego życia łowców i zbieraczy praca na roli jest powtarzalna, monotonna i wyczerpująca fizycznie, pochłania także dużo czasu. Łowcy i zbieracze byli wyżsi, sprawniejsi i zdrowsi niż ich uprawiający rolę sąsiedzi. Gdyby nasi przodkowie mieli wybór, wybraliby zbieractwo.

Rolnictwo ma jednak jedną zasadniczą przewagę. Pszenica i ryż mogą być długo magazynowane, podobnie jak pieniądze w banku. Elitom wczesnych cywilizacji odpowiadała możliwość akumulacji bogactwa. Jej członkowie zostawili reszcie żmudną pracę na roli, a sami poświęcili się „cywilizowaniu”: poezji, prawu, malarstwu i nauce. Mury otaczające wczesne miasta-państwa – jak sugeruje Scott – w takim samym stopniu chroniły przed najeźdźcami, w jakim więziły robotników [137-139]. W dźwiganiu ciężkich przedmiotów pomagały zwierzęta. Puszczane samopas świnie i kurczaki konsumowały odpadki piętrzące się w zatłoczonych osadach. Zwierzęta, ptaki i ludzie żywili się roślinami, przekształcając je w nawóz, który rozkładał się w zrewitalizowanej glebie i odżywiał jej plody.

Ten system zależności pomiędzy człowiekiem, zwierzętami i plonami trwał przez tysiąclecia, zaliczając po drodze wiele falstartów i kolapsów-kryzysów, związanych na przykład z degradacją gleb i kłóskami głodu – konsekwencjami epidemii wśród roślin, zwierząt i ludzi [Montgomery]. W XVIII i XIX wieku cykl nawożenia i zbierania plonów został zaadaptowany na potrzeby życia miejskiego. W Nowym Jorku specjalne służby opróżniały nocami toalety i ładowały beczki wypełnione ludzkimi odchodami na barki zmierzające w stronę Long Island, gdzie rolnicy skupowali cenne ekskrementy. Skompostowany nawóz trafiał na pola, na których dojrzewały warzywa, wyruszające następnie w podróż powrotną na stoły nowojorkczyków [Steinberg 145-149]. Ten zamknięty, organiczny obieg funkcjonował całkiem sprawnie do połowy XIX wieku, kiedy miasta rozrosły się tak bardzo, że nocni sprzątacze nie byli w stanie nadążyć. Kobiety musiały podciągać swoje spódnice, brnąc przez ulice pokryte końskimi i świńskimi fekaliami.

Nieszczelne szamba zanieczyszczały prywatne studnie. Ludzie zapadali na choroby wywołane bakteriami kałowymi.

Chorowali nie tylko ubodzy. Prezydent William Henry Harrison został zaprzysiężony na urząd 4 marca 1841 roku. Miesiąc później już nie żył. Jego doktorzy uznali, że złapał gorączkę, gdy na mroźnym wietrze wygłaszał długą przemowę inauguracyjną. Jednak z notatek lekarza zmarłego prezydenta wynika, że doświadczał podobnych objawów, co jego dwóch następców: James K. Polk i Zachary Taylor. Badacze medycyny, Jane McHugh i Philip Mackowiak, uważają, że dreszcze, gorączka i dolegliwości żołądkowo-jelitowe wskazują na dur brzuszny, wywołany przez bakterie *Salmonella typhi* lub *Salmonella paratyphi* [McHugh and Mackowiak 990-996]. Waszyngton w połowie XIX wieku nie dysponował systemem kanalizacji. Wodę dla Białego Domu czerpano z pobliskiego źródła przy placu Franklina [“Spring Water”]. Siedem przecznic dalej nocni sprzątacze wylewali nieczystości na pole, mieszały je z końskim nawozem i zostawiali do wyschnięcia, a następnie sprzedawali rolnikom [“Impure Air”]. Miasto rozrastało się, a wraz z nim tereny składowania odchodów. 800 metrów od centrum smród był nokautujący [“The Excrement”].

Ekosystem, który rozwinął się na polu przesiąkniętym nieczystościami, szybko wy dostał się spod kontroli. Fekalia spływające do rzeki Potomac spowodowały zakwit zielenic. Wraz z zanieczyszczonej wodą do ludzkiego żołądka dostaje się nagazowany gejzer bakterii. McHugh i Mackowiak sądzą, że bakterie z nagromadzonych nieczystości spłynęły do warstwy wodonośnej, zasilającej źródło przy placu Franklina. Woda źródłana płynęła podziemnymi, drewnianymi rurami do Białego Domu. Na miejscu służba lała skażoną ciecz do schłodzonych, srebrnych dzbanów. W ten sposób zaserwowano ją trzem prezydentom i jednemu malcowi [“Franklin Square’s”].

Jedynie kilkaset spośród trzech milionów gatunków bakterii jest groźnych dla człowieka. Jedną z nich zdaje się trapić historię Stanów Zjednoczonych w taki sposób, w jaki mrówka terroryzuje słonia. Prezydent Polk wyzdrowiał z zapalenia żołądka i jelit, lecz umarł z powodu innej infekcji jelitowej – cholery, trzy miesiące po zakończeniu kadencji. Taylor zmarł na tę samą chorobę podczas sprawowania prezydentury [McHugh and Mackowiak 990-996]. Kilkanaście lat później Willie Lincoln, łagodnie usposobiony syn Abrahama i Mary, zmarł z powodu duru brzuszego. Mary Todd Lincoln nigdy nie otrząsnęła się z tej straty.

Zaniepokojeni morderczą wodą władze miasta zamontowały specjalne rury ściekowe, którymi ludzkie odchody spływały do rzeki Potomac [“Typhoid”; “New Sewage”]. W miarę jak amerykańskie miasta się rozrastały, podziemne arterie w niewidoczny sposób pompowały szlam do okolicznych obszarów wiejskich. System kanalizacji niewątpliwie polepszył zdrowie miastowych, jednak okazał się także oplakany w skutkach eksperymentem naukowym. Glony

kolonizujące rzeki i jeziora czerpią fosfor i azot z odchodów. Mnożąc się, zamieniają przejrzystą wodę w dryfujące trawniki. Osadzające się na dnie szczątki glonów były rozkładane przez bakterie tlenowe. Zawartość tlenu w wodzie malała, wskutek czego ryby zaczęły się dusić. W okolicach Waszyngtonu wyginęły zwłaszcza handlowe gatunki, takie jak aloza, pstrąg, śledź i jesiotr.

Humboldt kichnął

W tamtym czasie ludzie zrozumieli, że sieć kanalizacyjna naraża łańcuch pokarmowy człowieka. Abolicjonista i redaktor Horace Greeley określił praktykę pozbywania się pożytecznego kompostu i zatykania nim lokalnych szlaków wodnych „niewytłumaczalną głupotą” [Steinberg 145]. Zauważył, że pola w jego otoczeniu nienawożone zwierzęcymi odchodami szybko jałowięją, przez co mieszkańcy miast muszą zaopatrywać się w żywność pochodzącą z coraz odleglejszych stron.

Zaden problem. Ziemi, z której plonów można czerpać zyski, nigdy nie brakuje. W XIX wieku europejscy i amerykańscy śmiarkowie wzorem swoich przodków opuszczali ojczyzny w poszukiwaniu zasobów naturalnych. Tym razem jednak ich celem były nowe grunty, tryskające substancjami odżywczymi, będące w stanie wyżywić rozrastające się miasta. Niestety większość nadających się pod uprawę ziem już do kogoś należała. Rosyjscy carowie wysyłali poddanych chłopów na suche ukraińskie i kazachskie stepy, aby tam uprawiali pszenicę, która stała się głównym towarem eksportowym Rosji. W dekadach, w których Harrison, Polk i Taylor chorowali od skażonej bakteriami wody, armia USA zmagala się z Meksykiem o rozległy kawał ziemi na południowo-zachodnich rubieżach kraju. Amerykańscy liderzy wielkodusznie „rozdawali” obywatelom te i inne zagarnięte ziemie w ramach Ustawy o gospodarstwach rolnych [Holleman 104].

Pomimo trudów wielu imigrantom udało się dotrzeć na suche równiny; część z nich uciekała z ogarniętych głodem stepów Rosji [Brown]. W tym czasie pruscy osadnicy poszukiwali gruntów uprawnych w Polsce [Blackbourn]. Niemieccy nacjonaliści byli rozczarowani, że Polacy zdążyli już wydrenować swoje gleby ze składników odżywczych. Dla pruskich dowódców ziemia i gleba – podobnie jak dług i zasoby – ukazywały bogactwo narodu, a polsko-żydowskie tereny okazały się pod tym względem ubogie². Angielscy i francuscy urzędnicy zlecali wycinki lasów i orkę łąk w Indiach i Afryce. Zarządcy Południowej Afryki, Nowej Zelandii, Australii i Japonii podejmowali podobne działania na nieeksploatowanych ziemiach podlegających im peryferii [Holleman 70]. W przecią-

gu kilkunastu lat kolonijni osadnicy wyjałowili nowe tereny i zaczęli rozglądać się za kolejnymi.

Widzimy, dokąd to prowadzi. XIX-wieczny imperializm wyczerpał większość światowych zasobów dostępnej, żyznej gleby. W sposób bez precedensu wskaźnik upraw na dziewiczych terenach rósł szybciej niż liczba ludności [Smil 39]. Osadnicy nie obchodzili się z tymi terenami subtelnie. Karczowali lasy i przedzierali się przez łąki, osuwali glebę w dół zboczy i ku brzegom rzek, tworząc nowe struktury geologiczne, takie jak ogromne sztuczne kaniony, zasypane jeziora i spiętrzające koryta. Lasy, funkcjonujące jak biotyczne pompy, które wysyłają wody oceaniczne w głąb kontynentu, zostały zrównane z ziemią. W konsekwencji opady na równinach znacząco zmalały [Makariewa and Gorshkov 21]. Deszcz, nie napotykając na swej drodze przeszkód, hulały po wyniszczonej ziemi, wzbijając jej drobiny ku niebu. W przeciągu kilku lat gospodarowania farmerzy w Kansas zauważyli, że grunt zubożał. Głód, który na początku XX wieku wstrząsnął carską Rosją, Chinami i Indiami Brytyjskimi, był konsekwencją susz i erozji gleb wynikających z działalności człowieka [Montgomery 126].

Problem zdegradowanych gleb stał się obsesją XIX-wiecznych myślicieli. Róża Luksemburg mówiła o grabieży ziemi spod stóp pracowników. Karol Marks wskazywał, że wszystkie pierwotne źródła bogactwa pochodzą w pierwszej kolejności z ziemi, a potem od pracowników [Holleman 104-104]. U kresu życia Marks zagłębiał się w naukę o glebach i niepokoił „szczeliną metaboliczną” – nieumiejętnością rolników do zwrócenia uprawianej ziemi składników odżywczych. Karol Darwin na starość zafascynował się rolą dżdżownic w powstawaniu gleby [Coccia 42]. Na początku XX wieku działacze na rzecz ochrony przyrody pisali często o „pustynnieniu”. Twierdzili, że tylko cud może powstrzymać ostateczne wyniszczenie gleby i przemianę planety w ogromną pustynię.

A potem Alexander von Humboldt kichnął. W trakcie podróży po Ameryce Południowej pruski uczoney zaobserwował Peruwiańczyków, którzy rozładowywali kosze pylistej, drażniącej nos substancji. Dowiedział się, że jest to guano – odchody ptaków morskich, zalegające na przybrzeżnych skałach. Humboldt zabrał do domu porcję guano i oddał do analizy chemicznej, która wykazała, że proszek obfitował w azot, potas i fosforany – substancje, których złaknione były rośliny na wyjałowionej glebie. Kilka eksperymentów udowodniło, że ziemia z dodatkiem guano dawała bujne plony. Wkrótce chciał je mieć każdy.

W połowie stulecia poszukiwania źródeł azotu napędzały nową turę kolonizacji. W 1856 roku kongres USA przyjął Ustawę o wyspach z guanem. Stany Zjednoczone rywalizowały z Wielką Brytanią, Peru, Ekwadorem i Chile o pierwszeństwo na każdej skalistej, ufajdanej przez ptaki wysepce, do której udało się dotrzeć. Angielscy dowódcy przejęli kontrolę nad guano w Namibii. W 1879 Boliwia wspierana

2 Powieść Gustava Freytaga *Soll und Haben* z 1855 r. ilustruje także zależność gleby i pochodzenia.

przez Peru wypowiedziała wojnę Chile – przedmiotem sporu był dostęp do chilijskich kopalni saletry sodowej, czyli substytutu guano. Nazwa minerału – saletra chilijska – może podpowiedzieć, kto wygrał tę wojnę [Smil 46]. To wciąż było za mało. Rolnicy wyczerpali pierwotne zasoby guano w zaledwie kilka dekad. Ceny saletry chilijskiej rosły.

Uczni, obserwując rosnącą liczbę ludności na świecie i towarzyszącą temu degradację gleb, ostrzegali przed zbliżającą się katastrofą – tę fiksję intelektualną historyk Thomas Robertson nazywa „maltuzjanizmem środowiskowym” [Robertson 13-24]. Agronomowie obawiali się, że wyjałowiona ziemia wpłynie negatywnie na „pojemność środowiska” – to zapożyczone od rolników pojęcie określało liczbę ludzi lub zwierząt, jaką może utrzymać dana działka. Najbardziej zaniepokojeni byli niemieccy myśliciele. Gdyby Niemcy znalazły się w sytuacji konfliktu z którąś z silniejszych potęg morskich (np. z Wielką Brytanią), zostałyby odcięte od importu saletry chilijskiej, niezbędnej zarówno w produkcji nawozu, jak i materiałów wybuchowych. Badacze dziejów często przywiązują się do aktorów historycznych, którzy przemierzają się, głosują w wyborach i toczą wojny. W tym wypadku jednak deficyt jednej maleńkiej cząsteczki saletry mógł zmieścić niemiecką potęgę. Przez całe stulecie tamtejsi naukowcy podejmowali próby „zestalenia” azotu atmosferycznego do postaci użytkowej, starając się zrekonstruować prosty mechanizm, który rośliny przy pomocy mikrobów stosują automatycznie.

Ostatecznie po całym wieku eksperymentów niemiecki chemik Fritz Haber opracował wysokoenergetyczną metodę z wykorzystaniem dużej ilości ciepła i ciśnienia, w ramach której połączył atmosferyczny azot z wodorem, w rezultacie czego otrzymał amoniak i kwas azotowy. Inżynier Karl Bosch rozwinął wynalazek Habera i udowodnił, że wszystko, czego potrzeba do wytworzenia amoniaku, to wielki zakład i masa paliw kopalnych, magazynujących energię, którą rośliny prehistoryczne schwyciły od słońca tysiąclecia wcześniej. Bosch sporządził plany dla fabryki amoniaku w Oppau w 1909 roku – w tym samym czasie w Budapeszcie tysiąc osób debatowało na pierwszej międzynarodowej konferencji poświęconej nauce o glebie. Jej uczestnicy nie mieli pojęcia, że metoda Habera i Boscha – odkrycie, którego wpływ na ludzką historię może konkurować z wynalezieniem silnika parowego i rozszczepieniem atomu – przekształci niedobory azotu w jego nadmiar.

Jednak zanim tak się stało, ta niezwykła technologia zmieniła swoje przeznaczenie ze spożywczego na wojenne ze względu na pechową zbieżność w czasie z wybuchem pierwszej wojny światowej [Smil 101-103]. Wiosną 1915 roku, gdy Niemcy zostały odcięte od chilijskich dostaw saletry, z linii produkcyjnej staczały się już beczki kwasu azotowego do produkcji materiałów wybuchowych. Na żołnierzy, grzęznących w błocie jak nieszczęsne ludzkie dżdżownice,

spadały bomba za bombą. Napakowane azotem pociski podpały wystające z ziemi ciała, zabijając jak w żadnej z dotychczasowych wojen.

Azotowe tsunami

Po pierwszej wojnie światowej nasiliły się kłopoty z glebami. Angielski agronom Gilbert Fowler zrezygnował z wykorzystania azotu przemysłowego do celów produkcji nawozu. Przekonywał on, że rolnictwo to nie tylko chemia, a rośliny uprawne potrzebują czegoś więcej niż tylko kilku prostych cząstek. Po fali zachorowań na dur brzuszny w 1909 roku „kanalizacyjni socjaliści” z Milwaukee zlecili Fowlerowi zaprojektowanie oczyszczalni ścieków. Supernowoczesny zakład Fowlera zamieniał szlam z Milwaukee w napakowany azotem i fosforem nawóz. Dzięki oczyszczalni ludzkie ekskrementy nie kończyły w jeziorze Michigan, co uchroniło mieszkańców przed śmiertelnymi chorobami, uratowało ryby przed zakwitem glonów i uwolniło wszystkich od fetoru zgnilizny. Projekt Fowlera, reprodukujący na skalę przemysłową starożytne praktyki rolnicze odzyskiwania organicznych składników odżywczych, mógł radykalnie zmienić historię całego globu [Gorman 121-122]. Jednak Folwer i „kanalizacyjni socjaliści” z Milwaukee są jedynie przypisem w dziejach. W 1925 roku, gdy oczyszczalnia rozpoczęła działalność, metoda Habera i Boscha umożliwiła tanie wytwarzanie komercyjnego azotu, przez co zmaleł popyt na ludzkie nieczystości.

Fowler udał się do Indii, aby poznać działania lokalnych rolników, którzy efektywnie kompostowali ludzkie odchody. Jego praca zainspirowała Alberta Howarda – angielskiego botanika, który również przebywał w Indiach. Howard stał się nowoczesnym rzecznikiem „organicznych upraw” – jak nazywa się od tamtego czasu tradycyjne praktyki. Zgodnie z jego podstawową zasadą gospodarstwa rolne powinny zamykać obieg składników odżywczych pochodzących z plonów, zwracając je do ziemi. Niektórzy rozwijali tę ideę jeszcze bardziej. Indyjski botanik Jagadish Chandra Bose i austriacki badacz Goethego Rudolf Steiner doszukiwali się w glebach „siły witalnej”. Według Bosego „procesów życiowych charakteryzujących świat ożywiony i nieożywiony” nie dzieliła żadna szczelina [Bose]. Steiner, opierając się na niemieckiej tradycji romantyzmu, uznawał, że glebę powinno się traktować jak żywy organizm. Badacz przekonywał swoich uczniów, że ziemia żyje w sposób podobny do roślin i zwierząt. Rośliny są „żołądkiem gospodarstwa”, ziemia zaś jego przeponą – odpowiada za transport powietrza, wody i substancji odżywczych do komórek roślin [Treitel 181].

„Biodynamiczni” zwolennicy Steinera medytowali nad nasionami i napelniali krowie rogi nawozem, po czym zakopywali je w ziemi jesienią, w czwartej kwadrze księżycy. Po upływie sześciu miesięcy śladową

zawartość odkopanych rogów wykorzystywali do nawożenia hektarów upraw. Większość komentatorów neguje zalecenia Steinera i jego uczniów, uznając je za nienaukowe i „mystyczne” [Bivar 77]. Jednak w tym, co Bose i Steiner określali jako „witalne”, zawiera się pogląd, który coraz bardziej wybrzmiewa wśród współczesnych badaczy: sojusz drobnoustrojów, owadów, robaków, korzeni roślin i strzępek grzybów pod naszymi stopami to żywy świat, pełen inwencji i maestrii, który naukowcy dopiero zaczynają dostrzegać.

Przez 50 lat spostrzeżenia tych wczesnych obrońców gleb były odsuwane na margines. Długotrwały kryzys osiągnął swoje apogeum w okresie *Dust Bowl*, który stał się tematem z pierwszych stron gazet³. Widoczne na fotografiach koszarne chmury wzburzonego pyłu kłębią się nad miastami w stanie Kansas jak po wybuchu bomby. W 1941 roku, gdy Amerykanie wyruszyli na wojnę, mieli w pamięci obrazy wysiedlonych rolników. Departament Wojny Stanów Zjednoczonych subsydiował fabryki amoniaku, gdzie produkowano materiały wybuchowe. Do 1943 roku wyprodukowano go więcej, niż dało się wykorzystać. Firmy sprzedawały nadwyżki farmerom.

Po wojnie handlowcy wypromowali nową ideę – nawozy azotowe pozwalają nie tylko odżywić wyjałowioną glebę, ale także pomnożyć plony. Dzięki zwiększonej produkcji uda się wykarmić ludzi, których wciąż przybywa. Agronomowie w USA zachęcali rolników, aby ci nie żałowali amoniaku i nawozili każdy akr uprawnej 280 funtami tej substancji. Udało się im wyhodować hybrydowy materiał siewny, zdolny do udźwignięcia azotowego tsunami, które byłoby szkodliwe dla wielu innych roślin. Rolnicy, którzy korzystali z własnych nasion i sami zarządzali obiegiem substancji biogennej, zostali wplątani w zakup nasion odmian mieszańcowych, nawozów komercyjnych, pestycydów, herbicydów i ciężkiego sprzętu. Te technologie generowały duże koszty – również środowiskowe – i obniżały wartości odżywcze plonów. Rozprzestrzeniły się jednak jak ogień, ponieważ zmieniły producentów – rolników – w zachłannych i niezawodnych konsumentów. A to było dobre dla biznesu [Gorman 93-97].

Zielona rewolucja stała się towarem eksportowym Amerykanów. Podchwycili ją Sowieci, rozpowszechniając ten model w państwach satelickich. Także Chiny, nękane głodem w latach 50. XX wieku, dołączyły do ignoranckiego, azotowego pędu. Amoniak płynął rurociągami prosto na pola [Smil 138]. Tak wydajnie, tak efektywnie. Ludzie tacy jak Norman Borlaug – aranżer zielonej rewolucji i niestrudzony propagator amerykańskiego imperium – podjęli się wykarmienia sześciu miliardów ludzi na świecie przy pomocy tych

technologii. Borlaug był tak skuteczny w żywieniu mas, że w dekadę później biolog Paul Ehrlich wskazał strach przed „bombą demograficzną” tykającą pod warstwą azotanów.

Rolnicy oblewali azotem swoje uprawy, a niedobór przerodził się w nadmiar. Azotany i azotyny spływały do źródeł, dostawały się do wody pitnej, a wraz z nią do ciał zwierząt hodowlanych i ludzi. Nadwyżki azotu sprawiały, że skóra dzieci stawała się niebieska, a przejrzyste stawy zmieniały się w połyskujące na zielono sadzawki. Nie znamy jeszcze całkowitych kosztów zdrowotnych, jakie ponosimy w związku z nadmiarami azotu w łańcuchu pokarmowym, ale badania wykazują, że spożycie azotanów przyczynia się do powstawania kilku rodzajów raka i chorób tarczycy [Ward et al.]. Wiemy też, jak wpływa to na kondycję naszej planety. Worldwatch Institute szacuje, że nawet 51% gazów cieplarnianych emitowanych do atmosfery pochodzi z łańcucha dostaw rolnych; z czego spora porcja – z obfitego splotu nawozów, którymi karmią się mikroorganizmy produkujące podtlenek azotu [McMahon; por. Oertel; Searchinger et al.].

Zielona rewolucja nie oszczędziła również gospodarki. Rolnicy niebędący w stanie wygospodarować znacznych nakładów na produkcję przegrali z silniejszymi przedsiębiorcami, którzy kupowali jeszcze więcej ziemi [Shiva]. Na początku XXI wieku 1,3% ludności USA produkuje żywność dla całej reszty populacji [Lepley]. Liderzy agrobiznesu argumentują, że rolnictwo przemysłowe jest niezbędne, aby wykarmić miliardy ludzkości. Bez niego sobie nie poradzimy, ale jego istnienie nastrocza wiele problemów.

Nowa era odkryć

I wtedy wybuchła pandemia. Łańcuchy dostaw zerwały się. Imigranci zatrudniani na amerykańskich farmach byli zatrzymywani na granicy. Rolnicy niszczyli plony, których nie mogli rozdystrybuować. Towary na półkach przeredziały się, a wiele osób przeprasilo się ze swoimi ogródkami. Wiosną 2020 roku nielato było zdobyć nasiona. Ludzie rzucili się do kupowania kurcząt do przydomowych kurników. Ponad 1000 chętnych z Waszyngtonu zapisało się na zajęcia z ogrodnictwa dla początkujących (limit dla spotkania na Zoomie wynosi 100 osób).

Gdy ryliśmy w warstwie kamienistego podłoża, wątpiłam, że mamy wystarczającą ilość substancji odżywczych, aby nasze plony mogły dobrze się rozwijać. Przeczytałam o badaniu dotyczącym skutecznego i niedrogiego suplementu o nazwie bloom, produkowanego przez miejscowy zakład utylizacji odpadów. Funkcjonowanie tej „najnowocześniejszej” oczyszczalni było zbieżne z ogólnymi zasadami, które Gilbert Fowler opracował w 1915 roku. Wykorzystując wysoką temperaturę oraz ciśnienie w środowisku beztlenowym, zakład podgrzewa waszyngtoński szlam, produkując nawóz, który według April Thompson

3 Paul Sutter przekonuje, że okres *Dust Bowl* (1931-1938, gdy obszar Wielkich Równin w Stanach Zjednoczonych został dotknięty katastrofą ekologiczną na skutek suszy i silnej erozji gleb) był problemem mniejszej wagi w porównaniu do tragedii wyjałowienia gleb na amerykańskim Południowym Wschodzie [Sutter].

– kierowniczkę marketingu firmy – jest tak czysty, że może być nazywany organicznym (choć wcale nie jest). Inaczej niż w większości amerykańskich miast o porównywalnej wielkości, do ścieków w Waszyngtonie trafia niewiele odpadów przemysłowych, co sprawia, że bloom jest czystszy niż stałe nawozy pochodzenia biologicznego produkowane w innych zakładach.

W rozmowie z Wesleyem zasugerowałam, że moglibyśmy wzbogacić nasze uprawy bloomem i w ten sposób wybrnąć z Marksowskiej szczeliny metabolicznej. Mój partner nie był przekonany, czy chce uprawiać ziemię, korzystając z waszyngtońskich ścieków. Wiele rzeczy trafia do naszych odpływów: olej, środki czyszczące, prezerwatywy. Sporo podejrzanych substancji wędruje także przez nasze ciała: pestycydy, herbicydy, antybiotyki z żywności, antydepresanty, opiaty, sztuczny estrogen z farmaceutyków. Inspektorzy z Agencji Ochrony Środowiska nie badają produktów takich jak bloom na zawartość większości z 80 000 nieregulowanych zanieczyszczeń w kompostowanych odpadach [US EPA]. My, ludzie, jesteśmy zlepkami światów, w których żyjemy. Często dosłownie wcielamy toksyczne technologie, które tworzymy. Ludzkie nieczystości, jak zauważył Wesley, są inne niż w XIX wieku, gdy były tylko uprzątanymi po nocach, biologicznie niewinnymi odchodami.

Ja z kolei uważałam, że skoro współcześni rolnicy używają środka bloom i innych nawozów z oczyszczalni w produkcji naszego jedzenia, ich zawartość raczej nie jest dla nas tajemnicą. Gdyby ludzie uświadomili sobie, że to, co spuszczają w toalecie, wraca potem na ich talerze, mogliby podejmować rozważniejsze decyzje, zarówno na temat tego, co konsumują, jak i tego, co spuszczają w odpływach. „Gdyby wszyscy jedli tylko produkty roślinne – wykrzykuje Thompson w rozmowie telefonicznej – nie mielibyśmy żadnych problemów!”.

Wesley wolał skorzystać z metody biodynamicznej, czyli programu wzbogacania gleby, który opracowali następcy Rudolfa Steinera na podstawie wykładów filozofa z 1924 roku. Zdecydowaliśmy, że wypróbujemy oba sposoby.

Wywrotka zostawiła nas ze sporym, parującym stosem blooma wymieszanego z drewnianą ściółką. Śmierdziało jak w oborze (być może gorzej). Wbiłam łopatę w kopczyk. Para uniosła się, rozpraszając wilgotne, gęste jak w saunie powietrze. Miliony bakterii pracowało na najwyższych obrotach, posilając się i wydalając węgiel. Stos był zbyt gorący, aby go dotknąć, nawet mimo tego, że miałam na sobie rękawice. Całymi dniami taszczyliśmy kompost na grządki roślin wieloletnich. Bloom spełnił swoje zadanie, okrywając zerodowane, żwirowo-gliniaste podłoże. Wyglądało to dobrze, jednak gdy drobne cząsteczki osadzały się na moim gardle, czułam, że potrzebuję trochę więcej społecznego dystansu od wydalin mojej społeczności.

Wesley zamówił róg krowi wypełniony obornikiem, który przeleżał zimę w ziemi na farmie we

wschodniej części Maryland. Odczekaliśmy do ostatniej kwadry księżyca, wysypaliśmy z rogu kilka uncji nawozu do wiadra z wodą i mieszaliśmy energicznie rękoma przez pół godziny. Przelaliśmy mieszankę do plastikowych pojemników i spryskaliśmy nią nasze grządki. W porównaniu z bloomem uprawa biodynamiczna była jak słoneczny dzień na wiosennym targu. Zastanawiałam się jednak, jakim sposobem ta mała ilość nawozu, którym zraszałyśmy nasze uprawy, będzie w stanie je odżywić.

Wzięłam udział w webinarze, z którego dowiedziałam się, że rolnictwo biodynamiczne nie jest aż tak szalone, jak mogłoby się wydawać. Nasz koktajl zawierał mikroorganizmy pochodzące z dojrzewających w ziemi krowich odchodów oraz lokalne mikroby, które przetransportowaliśmy do niego na swoich lewych i prawych dłoniach (na każdej innej). Z połączenia tych konkretnych drobnoustrojów powstała „życiowa substancja”, tak potrzebna naszemu ogrodowi. Mieliśmy nadzieję, że mieszanka zawiera bakterie samożywne, które działają podobnie do miejskiej oczyszczalni ścieków – produkują azot, ale nie emitują dużych ilości energii cieplnej.

Drobnoustroje mogą mutować nawet co 20 minut, w przyspieszonym tempie adaptując się do swoich mikrośrodków [“Bacteria”]. W wyjątkowo skażonych miejscach część z nich przejmuje funkcję wojskowych saperów i uczy się rozkładać najbardziej toksyczne substancje z ludzkiego otoczenia, takie jak arsenik, rozpuszczalniki, nawozy mineralne czy smoła. Elizabeth Hénaff, badaczka z Uniwersytetu Nowojorskiego, wyodrębniła bakterie *Pseudomonas putida*, które konsumują toluen, czyli rozpuszczalnik do farb, uszkadzający system nerwowy. „Myśl, że natura potrafi odpowiedzieć nawet na najmroczniejsze błędy człowieka, jest naprawdę wspaniała” – mówi badaczka [Wilson].

Zlecieliśmy test gleby, który wykazał, że zawiera ona dużo ołowiu. Mijając samonagrzewający się stos nawozu bloom, pomyślałam, że jeśli rozwinął się tam odpowiedni zestaw mikrobów, bakterie będą w stanie zneutralizować toksyny obecne zarówno w samym nawozie, jak i w naszej ziemi. Jednak nie mogłam być pewna. Żyjemy w nowej erze odkryć. Naukowcy zaczynają dopiero eksplorować głębiny ziemnego królestwa mikrobów. Gdyby tylko małeńki Robinson Crusoe mógł zanurkować w tę stertę i zbadać nieprzenikniony świat zamieszkującej go ciemnej substancji...

Gdy skończyliśmy sadzić, zrobiliśmy krok do tyłu i obserwowaliśmy. Rośliny z dodatkiem bloomu rosły z początku w szybkim tempie, jednak wraz z letnimi upałami gleba wokół nich wyschła, a na jej powierzchni uformowała się twarda skorupa. Musieliśmy ją skopać, aby umożliwić dostęp wodzie. Rośliny z grządek biodynamicznych rozwijały się nieśmiało, lecz równomiernie. Z większą łatwością utrzymywały odpowiedni poziom nawilżenia. Na obu rodzajach grządek wily się tłuste robaki, przemykały stonogi, korzenie

rozrastały się we wszystkich kierunkach – nasze rośliny rozwijały się wspaniale. Mała farma na ćwierci akra publicznej działki w zatłoczonym mieście.

Nie dopatruję się w naszym ogrodzie tragedii. Raczej drobnego sukcesu. Uderzyło mnie, jak łatwo zregenerować glebę (acz w skali mikro). W miarę jak nasze rośliny się rozwijały, przybywało nam ściółki, którą obkładaliśmy naszą uprawę. Robaki i mikroorganizmy pracowały nad jej rozłożeniem. Grządki zrobiły się ciemnobrązowe, sprężyste; podnosiły się z ziemi. Był to ten rodzaj zmartwychwstania, który nie wymaga wiary w cud.

The article was first published in Estonian in Vikerkaar 7-8/2020 and has been provided by Eurozine. Copyright © Kate Brown / Vikerkaar / Eurozine.

This translation was supported by the Eurozine Translations Pool which is co-funded by the Creative Europe Programme of the European Union.

Lista prac cytowanych

“Bacteria Mutate Much More Than Previously Thought”. *Science Daily*, 19 Aug. 2007, <https://www.sciencedaily.com/releases/2007/08/070818112338.htm>.

Bivar, Venus. *Organic Resistance: The Struggle over Industrial Farming in Postwar France*. The University of North Carolina Press, 2018.

Blackbourn, David. *The Conquest of Nature: Water, Landscape, and the Making of Modern Germany*. Norton, 2006.

Bose, Jagadish Chandra. *Alternative Sciences: Creativity and Authenticity in Two Indian Scientists*. Allied Publishers, 1980.

Brown, Kate. “Gridded Lives: Why Kazakhstan and Montana Are Nearly the Same Place”. *The American Historical Review*, vol. 106, no. 1, 2001, pp. 17-48.

Coccia, Emanuele. *The Life of Plants: A Metaphysics of Mixture*. Translated by Dylan J. Montanari, Polity Press, 2018.

“Franklin Square’s History Intrigues”. *Washington Post*, 22 Sep. 1929.

Gorman, Hugh S. *The Story of N: A Social History of the Nitrogen Cycle and the Challenge of Sustainability*. Rutgers University Press, 2013.

Holleman, Hannah. *Dust Bowls of Empire: Imperialism, Environmental Politics and the Injustice of “Green Capitalism”*. Yale University Press, 2018.

Hunter, Anna Katrina. “Microbes in Soil Help Sorghum Stay Strong Against Droughts”. *Inside Science*, 17 Apr. 2018, <https://www.insidescience.org/news/microbes-soil-help-sorghum-stay-strong-against-droughts>.

“Impure Air”. *The Evening Star*, 7 July 1856.

Lepley, Sarah. “9 Mind-Blowing Facts about the US Farming Industry”. *Market Insider*, 30 May 2019, <https://www.businessinsider.com/farming-industry-facts-us-2019-5>.

Makarieva, Anastassia, and Victor Gorshkov. “Biocytic Pump of Atmospheric Moisture as Driver of the Hydrological Cycle on Land”. *Hydrological Earth System Science*, vol. 11, no. 2, 2007, pp. 1013-1033.

McHugh, Jane, and Phillip Mackowiak. “Death in the White House: President William Henry Har-

ison’s Atypical Pneumonia”. *Clinical Infectious Diseases*, vol. 59, no. 7, 2014, pp. 990-995.

McMahon, Jeff. “Why Agriculture’s Greenhouse Gas Emissions Are Almost Always Underestimated”. *Forbes*, 2 Dec. 2019, <https://www.forbes.com/sites/jef-fmcmahon/2019/12/02/5-reasons-agricultures-greenhouse-gas-emissions-are-usually-underestimated/#2dd529286ac8>.

Montgomery, David R. *Dirt: The Erosion of Civilizations*. University of California Press, 2012.

“New Sewage Pumping Plant”. *Washington Post*, 4 Aug. 1901.

Oertel, Cornelius, et al. “Greenhouse Gas Emissions from Soils – A Review”. *Geochemistry*, vol. 76, no. 3, 2016, pp. 327-352.

O’Hara, Sabine. “Food Security: The Urban Food Hubs Solution”, *Solutions*, vol. 6, no. 1, 2015, pp. 42-53.

Pandey, S.N., et al. “Classification of Soil Microorganisms”. *Plant Microbiome: Stress Response*, edited by Parvaiz Ahmad and Dilfuza Egamberdieva, Springer Singapore, 2018, pp. 1-19.

Robertson, Thomas. *The Malthusian Moment: Global Population Growth and the Birth of American Environmentalism*. Rutgers University Press, 2012.

Sabotić, Jerica, et al. “L-Amino Acid Oxidases From Mushrooms Show Antibacterial Activity Against the Phytopathogen *Ralstonia solanacearum*”. *Frontiers in Microbiology*, 19 May 2020, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.00977/full>.

Scott, James C. *Against the Grain: A Deep History of the Earliest States*. Yale University Press, 2018.

Searchinger, Timothy D., et al. “Assessing the Efficiency of Changes in Land Use for Mitigating Climate Change”. *Nature*, vol. 564, 2018, pp. 249-253.

Shiva, Vandana. *The Violence of the Green Revolution: Third World Agriculture, Ecology and Politics*. Zed Books, 1991.

Smil, Vaclav. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. MIT Press, 2001.

“Spring Water, a Peril: Contamination in Well Near Franklin Square”. *Washington Post*, 3 Sep. 1905.

Steinberg, Ted. *Down to Earth: Nature's Role in American History*. Oxford University Press, 2019.

Sutter, Paul. *Let Us Now Praise Famous Gullies: Providence Canyon and the Soils of the South*. University of Georgia Press, 2015.

"The Excrement Nuisance". *The Evening Star*, 23 June 1856.

Treitel, Corinna. *Eating Nature in Modern Germany: Food, Agriculture, and Environment, c.1870 to 2000*. Cambridge University Press, 2017.

"Typhoid due to water: Deadly Fever Germs found in the Potomac Supply". *Washington Post*, 7 Dec. 1900.

US EPA, Office of the Inspector General. *Report: EPA Unable to Assess the Impact of Hundreds of Unregulated Pollutants in Land-Applied Biosolids on Human Health and the Environment*. 15 Nov. 2018, <https://www.epa.gov/office-inspector-general/report-epa-unable-assess-impact-hundreds-unregulated-pollutants-land>.

Ward, Mary H., et al. "Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 7, 2018.

Wilson, Mark. "The City of Tomorrow Is A Petri Dish—By Design". *Fast Company*, 3 Nov. 2016, <https://www.fastcompany.com/3065152/the-city-of-tomorrow-is-a-petri-dish-by-design>.

Wilson, Sarah Ruth. "Rape of the Land: 21st Century Ecofeminism and Environmental Rape Culture". *Oak Tree Notebook*, 24 Feb. 2016, <https://oaktreenotebook.com/2016/02/24/rape-of-the-land-21st-century-ecofeminism-and-environmental-rape-culture/>.