

Nitrogen cycle

What is the nitrogen cycle? How is nitrogen important to the earth and living organisms? Read to know more.

Nitrogen is the most abundant element in our atmosphere- approximately 78% of the atmosphere, hence is crucial to life. Nitrogen is found in soils and plants, in the water, and the air. It is also essential to life as a key building block of DNA, which determines our genetics, is essential to plant growth, and therefore necessary for the food we grow.

The balance of nitrogen is crucial for the environment and the life it sustains. When plants lack nitrogen, they become yellowed, with stunted growth, and produce smaller fruits and flowers. But when too much nitrogen is supplied it pollutes water systems and endangers aquatic life.

Nitrogen is a chief constituent of the bodies of living organisms as the Nitrogen atoms are found in all **proteins, hormones, chlorophylls, vitamins, and DNA.**

Plants and microbes compete for the limited nitrogen available in the soil- hence it acts as a limiting agent for both natural and agricultural ecosystems and exists in the atmosphere as N_2 .

Other sources of atmospheric nitrogen oxides are industrial combustions, forest fires, automobile exhaust, and power generating stations.

What is eutrophication?

Excess nitrogen can also leach from the soil into underground water sources, entering aquatic systems as above-ground runoff. This excess nitrogen can build up, leading to a process called eutrophication.

When excess nitrogen enriches the water, it leads to unrestrained growth of plants and algae which block the light from reaching the bottom layers of the water system. This can even cause a lake to turn bright green or other colors, with an "algal bloom" of smelly algae called phytoplankton.

When these phytoplankton dies, microbes in the water decompose them and the process reduces the amount of dissolved oxygen in the water. This can lead to the formation of a “dead zone” that does not have enough oxygen to support most life forms eventually killing the organisms. These dead zones can form in freshwater lakes and also in coastal environments where rivers full of nutrients from agricultural runoff flow into oceans.

What is eutrophication?

Excess nitrogen can also leach from the soil into underground water sources, entering aquatic systems as above-ground runoff. This excess nitrogen can build up, leading to a process called eutrophication.

When excess nitrogen enriches the water, it leads to unrestrained growth of plants and algae which block the light from reaching the bottom layers of the water system. This can even cause a lake to turn bright green or other colors, with an “algal bloom” of smelly algae called phytoplankton.

When these phytoplankton dies, microbes in the water decompose them and the process reduces the amount of dissolved oxygen in the water. This can lead to the formation of a “dead zone” that does not have enough oxygen to support most life forms eventually killing the organisms. These dead zones can form in freshwater lakes and also in coastal environments where rivers full of nutrients from agricultural runoff flow into oceans.

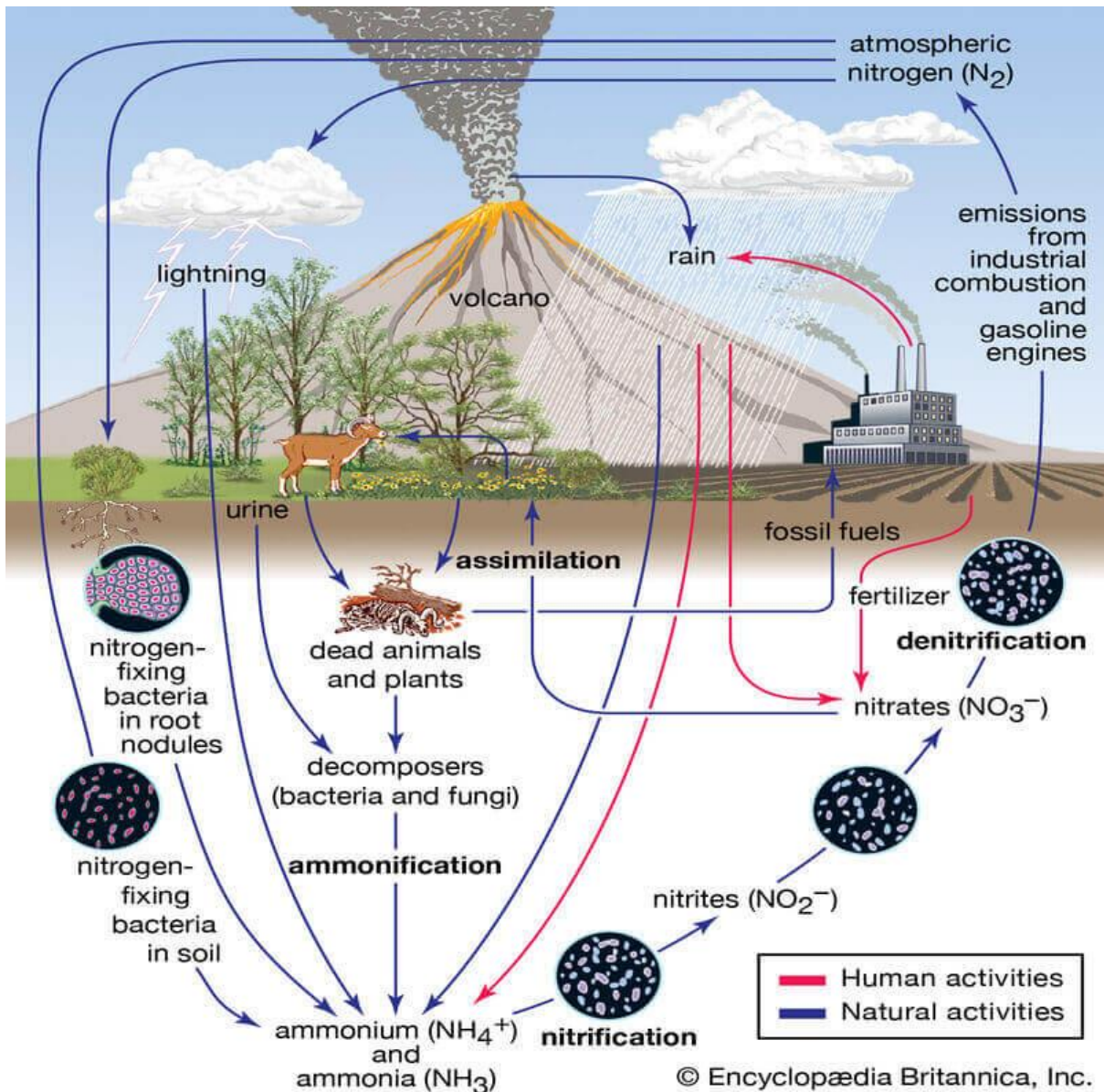
The Nitrogen cycle:

The nitrogen cycle is a [biogeochemical cycle](#) by which nitrogen is converted into multiple chemical forms as it circulates through the atmosphere, and the terrestrial, and marine ecosystems. The conversion of nitrogen can be carried out through both biological and physical processes.

Stages of the nitrogen cycle:

1. Nitrogen-fixing
 2. Nitrification
 3. Amonification
 4. Denitrification
- **Nitrogen fixation:**

- Nitrogen is usable only after it is fixed. Nitrogen fixation is a process where bacteria convert N_2 into ammonia, a form of nitrogen usable by plants.
- Non-symbiotic bacteria or free-living bacteria- **Azobacter and Beijemickia (aerobic); Clostridium and Rhodosprillium (anaerobic).**
- Symbiotic bacteria- **Rhizobium**– live in association with leguminous root nodule plants.
- Some **cyanobacteria, blue-green algae (Nostoc, Anabaena, Spirulina)** are major sources of nitrogen fixation in oceans.
- The lightning and UV radiation also provide enough energy to convert nitrogen to nitrogen oxides.
- The industrial process like fertilizer factories also accomplish nitrogen fixation,
- **Nitrification: ammonia to nitrates**
 - Ammonium ions are directly taken up by some plants while most absorb nitrates obtained by oxidizing ammonia and ammonium ions.
 - Ammonium ions are first oxidized to nitrite by **Nitrosomonas/ Nitrococcus bacteria.**
 - Nitrite is then oxidized to nitrate by **Nitrobacter bacteria (chemoautotrophs).**
 - Plants absorb these nitrates and convert them into amino acids.
- **Ammonification: urea, uric acid to ammonia**
 - Living organisms produce nitrogenous waste products like urea and uric acid.
 - These waste products and dead remains of the organisms are converted back into inorganic ammonia and ammonium ions by bacteria by ammonification.
- **Denitrification: nitrate to nitrogen**
 - The process of reducing nitrate in the soil to nitrogen is called denitrification.
 - Soil and oceans have denitrifying bacteria like Pseudomonas and Thiobacillus which convert nitrate/nitrites to elemental nitrogen.
 - This nitrogen is released into the atmosphere completing the cycle.



Effect of human activities of the nitrogen cycle:

The excessive use of fertilizers for farming is one of the major causes of eutrophication in water systems. The agricultural runoff contains an uncontrolled amount of nutrients that cannot be balanced by the natural cycle.

Nitrogen gases and aerosols released by factories can be directly toxic to certain plant species, affecting the physiology and growth of plants near large sources of nitrogen pollution. Changes to plant species may also occur, as the accumulation of nitrogen compounds increases its availability

in the ecosystem, eventually changing the species composition, plant diversity, and nitrogen cycle.

Reactive nitrogen from human activities can cause nitrate accumulation in the natural water environment, which can create harmful impacts on human health. Excessive use of N-fertilizer in agriculture has been one of the major sources of nitrate pollution in groundwater and surface water which can lead to nitrate poisoning.

নাইট্রোজেন চক্র

নাইট্রোজেন চক্র কি? পৃথিবী এবং জীবের জন্য নাইট্রোজেন কীভাবে গুরুত্বপূর্ণ?

নাইট্রোজেন হল আমাদের বায়ুমণ্ডলের সবচেয়ে প্রচুর উপাদান- বায়ুমণ্ডলের প্রায় 78%, তাই জীবনের জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নাইট্রোজেন মাটি এবং গাছপালা, জল এবং বাতাসে পাওয়া যায়। এটি ডিএনএর মূল বিল্ডিং ব্লক হিসাবেও জীবনের জন্য অপরিহার্য, যা আমাদের জেনেটিক্স নির্ধারণ করে, উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য অপরিহার্য এবং তাই আমরা যে খাদ্য বৃদ্ধি করি তার জন্য প্রয়োজনীয়।

নাইট্রোজেনের ভারসাম্য পরিবেশ এবং এটি যে জীবন বজায় রাখে তার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। যখন গাছগুলিতে নাইট্রোজেনের অভাব থাকে, তখন তারা হলুদ হয়ে যায়, বৃদ্ধি বন্ধ হয়ে যায় এবং ছোট ফল ও ফুল উৎপন্ন করে। কিন্তু যখন অত্যধিক নাইট্রোজেন সরবরাহ করা হয় তখন তা পানির ব্যবস্থাকে দূষিত করে এবং জলজ জীবনকে বিপন্ন করে।

নাইট্রোজেন জীবন্ত প্রাণীর দেহের একটি প্রধান উপাদান কারণ নাইট্রোজেন পরমাণু সমস্ত **প্রোটিন, হরমোন, ক্লোরোফিল, ভিটামিন এবং ডিএনএতে পাওয়া যায়।**

গাছপালা এবং জীবগু মাটিতে উপলব্ধ সীমিত নাইট্রোজেনের জন্য প্রতিদ্বন্দ্বিতা করে- তাই এটি প্রাকৃতিক এবং কৃষি বাস্তুতন্ত্র উভয়ের জন্য সীমিত এজেন্ট হিসাবে কাজ করে এবং N₂ হিসাবে বায়ুমণ্ডলে বিদ্যমান ।

বায়ুমণ্ডলীয় নাইট্রোজেন অক্সাইডের অন্যান্য উৎস হল শিল্প দহন, বনের আগুন, অটোমোবাইল নিষ্কাশন এবং বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র।

ইউট্রোফিকেশন কি?

অতিরিক্ত নাইট্রোজেন মাটি থেকে ভূগর্ভস্থ জলের উত্সগুলিতেও ছিটকে যেতে পারে, জলজ সিস্টেমে ভূগর্ভস্থ জলপ্রবাহ হিসাবে প্রবেশ করতে পারে। এই অতিরিক্ত নাইট্রোজেন তৈরি হতে পারে, যা ইউট্রোফিকেশন নামক একটি প্রক্রিয়ার দিকে পরিচালিত করে।

যখন অতিরিক্ত নাইট্রোজেন জলকে সমৃদ্ধ করে, তখন এটি গাছপালা এবং শৈবালের অনিয়ন্ত্রিত বৃদ্ধির দিকে পরিচালিত করে যা জল ব্যবস্থার নীচের স্তরগুলিতে আলো পৌঁছাতে বাধা দেয়। এটি এমনকি ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন নামক দুর্গন্ধযুক্ত শৈবালের "অ্যালগাল ব্লুম" সহ একটি হ্রদকে উজ্জ্বল সবুজ বা অন্যান্য রঙে পরিণত করতে পারে।

যখন এই ফাইটোপ্ল্যাঙ্কটন মারা যায়, পানিতে থাকা জীবাণুগুলি তাদের পচে যায় এবং প্রক্রিয়াটি পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ হ্রাস করে। এটি একটি "মৃত অঞ্চল" গঠনের দিকে নিয়ে যেতে পারে যেখানে বেশিরভাগ জীবনকে সমর্থন করার জন্য পর্যাপ্ত অক্সিজেন নেই যা অবশেষে জীবকে হত্যা করে। এই মৃত অঞ্চলগুলি মিষ্টি জলের হ্রদগুলিতে এবং উপকূলীয় পরিবেশে তৈরি হতে পারে যেখানে কৃষি প্রবাহ থেকে পুষ্টিতে পূর্ণ নদীগুলি মহাসাগরে প্রবাহিত হয়।

নাইট্রোজেন চক্র:

নাইট্রোজেন চক্র হল একটি জৈব-রাসায়নিক চক্র যার মাধ্যমে নাইট্রোজেন একাধিক রাসায়নিক আকারে রূপান্তরিত হয় কারণ এটি বায়ুমণ্ডল, স্থলজ এবং সামুদ্রিক বাস্তুতন্ত্রের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়। নাইট্রোজেনের রূপান্তর জৈবিক এবং শারীরিক উভয় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে করা যেতে পারে।

নাইট্রোজেন চক্র হল একটি জৈব-রাসায়নিক চক্র যার মাধ্যমে নাইট্রোজেন একাধিক রাসায়নিক আকারে রূপান্তরিত হয় কারণ এটি বায়ুমণ্ডল, স্থলজ এবং সামুদ্রিক বাস্তুতন্ত্রের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়। নাইট্রোজেনের রূপান্তর জৈবিক এবং শারীরিক উভয় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে করা যেতে পারে।

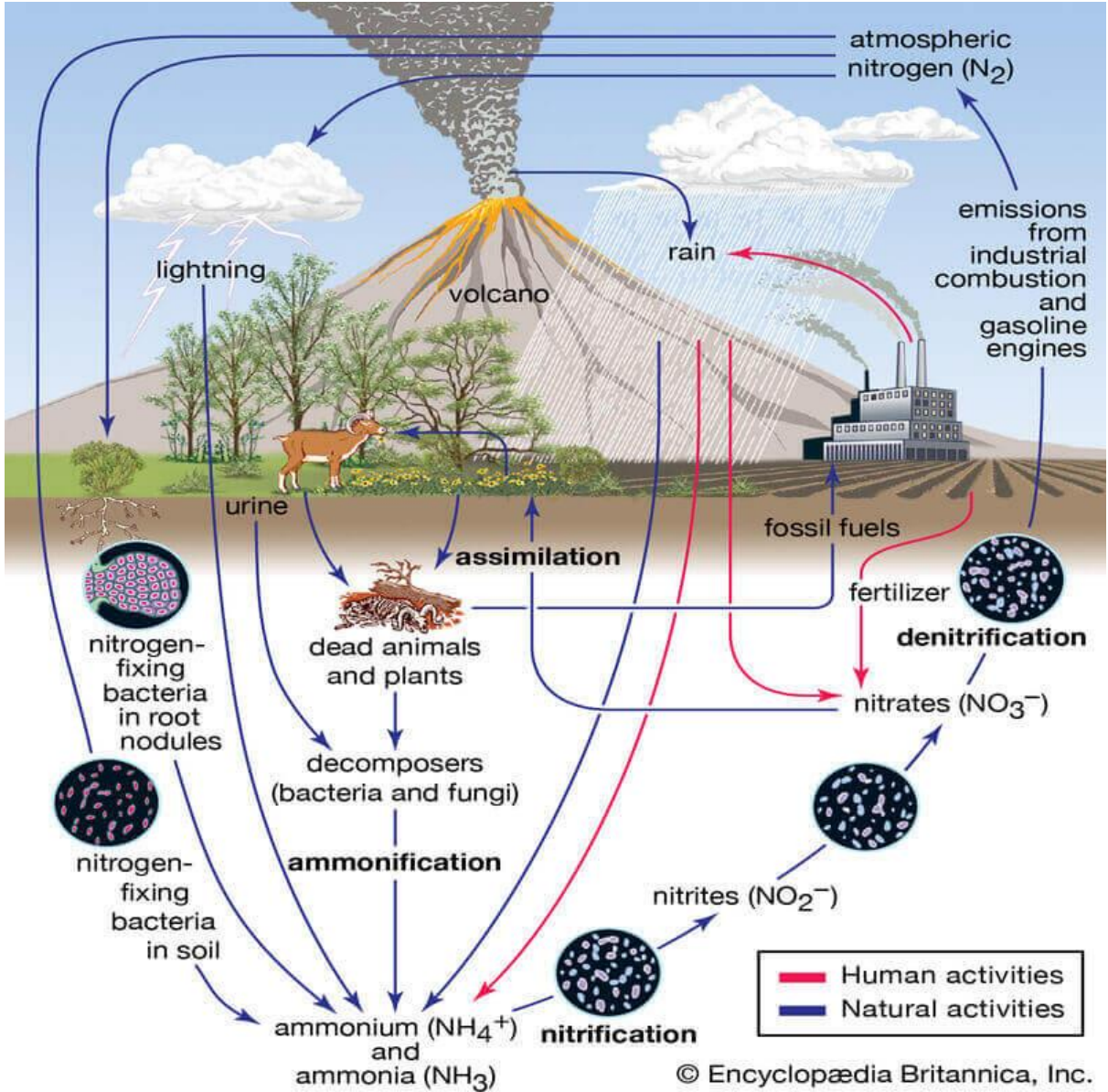
নাইট্রোজেন চক্রের পর্যায়:

1. নাইট্রোজেন-ফিক্সিং
2. নাইট্রিফিকেশন
3. অ্যামোনিফিকেশন

4. ডেনিট্রিফিকেশন

- **নাইট্রোজেন স্থায়ীকরণ:**
 - নাইট্রোজেন ঠিক করার পরই ব্যবহারযোগ্য। নাইট্রোজেন ফিক্সেশন হল এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে ব্যাকটেরিয়া N_2 অ্যামোনিয়াতে রূপান্তরিত করে, যা উদ্ভিদের দ্বারা ব্যবহারযোগ্য নাইট্রোজেনের একটি রূপ।
 - অ-সিঙ্ক্রিটিক ব্যাকটেরিয়া বা মুক্ত-জীবিত ব্যাকটেরিয়া- **অ্যাজোব্যাক্টর এবং বেইজেমিকিয়া (বায়বীয়); ক্লোস্ট্রিডিয়াম এবং রোডোসপ্রিলিয়াম (অ্যানেরোবিক)।**
 - সিঙ্ক্রিটিক ব্যাকটেরিয়া- **রাইজোবিয়াম- লেগুমিনাস** রুট নোডিউল উদ্ভিদের সাথে সংযুক্ত থাকে।
 - কিছু সায়ানোব্যাকটেরিয়া, **নীল-সবুজ শেতলাগুলি (নোস্টক, অ্যানাবেনা, স্পিরুলিনা)** সমুদ্রে নাইট্রোজেন স্থিরকরণের প্রধান উত্স।
 - বাজ এবং অতিবেগুনী বিকিরণ নাইট্রোজেনকে নাইট্রোজেন অক্সাইডে রূপান্তর করার জন্য পর্যাপ্ত শক্তি সরবরাহ করে।
 - সার কারখানার মতো শিল্প প্রক্রিয়াও নাইট্রোজেন ফিক্সেশন সম্পন্ন করে,
- **নাইট্রিফিকেশন: অ্যামোনিয়া থেকে নাইট্রেট**
 - অ্যামোনিয়াম আয়নগুলি সরাসরি কিছু গাছপালা গ্রহণ করে যখন বেশিরভাগ অ্যামোনিয়া এবং অ্যামোনিয়াম আয়নগুলিকে অক্সিডাইজ করার মাধ্যমে প্রাপ্ত নাইট্রেটগুলি শোষণ করে।
 - অ্যামোনিয়াম আয়নগুলি প্রথমে নাইট্রোসোমোনাস/ নাইট্রোকক্কাস ব্যাকটেরিয়া দ্বারা নাইট্রাইটে জারিত হয়।
 - নাইট্রাইট তারপর নাইট্রোব্যাক্টর ব্যাকটেরিয়া (**কেমোঅটোট্রফস**) দ্বারা নাইট্রেটে জারিত হয়।
 - গাছপালা এই নাইট্রেট শোষণ করে এবং তাদের অ্যামিনো অ্যাসিডে রূপান্তর করে।
- **অ্যামোনিফিকেশন: ইউরিয়া, ইউরিক অ্যাসিড থেকে অ্যামোনিয়া**
 - জীবন্ত প্রাণীরা ইউরিয়া এবং ইউরিক অ্যাসিডের মতো নাইট্রোজেনযুক্ত বর্জ্য পণ্য তৈরি করে।
 - এই বর্জ্য দ্রব্য এবং জীবের মৃত দেহাবশেষ অ্যামোনিফিকেশনের মাধ্যমে ব্যাকটেরিয়া দ্বারা অজৈব অ্যামোনিয়া এবং অ্যামোনিয়াম আয়নে রূপান্তরিত হয়।
- **ডেনিট্রিফিকেশন: নাইট্রেট থেকে নাইট্রোজেন**
 - মাটিতে নাইট্রেট কমিয়ে নাইট্রোজেনে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে ডেনিট্রিফিকেশন বলে।

- মাটি এবং মহাসাগরে সিউডোমোনাস এবং থিওবাসিলাসের মতো ডিনাইট্রিফাইং ব্যাকটেরিয়া রয়েছে যা নাইট্রেট/নাইট্রাইটকে মৌলিক নাইট্রোজেনে রূপান্তরিত করে।
- এই নাইট্রোজেন চক্রটি সম্পূর্ণ করে বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দেওয়া হয়।



নাইট্রোজেন চক্রের মানুষের কার্যকলাপের প্রভাব:

কারখানার দ্বারা নিঃসৃত নাইট্রোজেন গ্যাস এবং অ্যারোসলগুলি নির্দিষ্ট উদ্ভিদ প্রজাতির জন্য সরাসরি বিষাক্ত হতে পারে, যা নাইট্রোজেন দূষণের বৃহৎ উৎসের কাছাকাছি উদ্ভিদের দেহতত্ত্ব এবং বৃদ্ধিকে প্রভাবিত করে। উদ্ভিদের

প্রজাতির পরিবর্তনও ঘটতে পারে, কারণ নাইট্রোজেন যৌগ জমা হওয়ার ফলে বাস্তুতন্ত্রে এর প্রাপ্যতা বৃদ্ধি পায়, অবশেষে প্রজাতির গঠন, উদ্ভিদ বৈচিত্র্য এবং নাইট্রোজেন চক্র পরিবর্তন হয়।

মানুষের কার্যকলাপ থেকে প্রতিক্রিয়াশীল নাইট্রোজেন প্রাকৃতিক জল পরিবেশে নাইট্রেট জমা হতে পারে, যা মানব স্বাস্থ্যের উপর ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করতে পারে। কৃষিতে এন-সারের অত্যধিক ব্যবহার ভূগর্ভস্থ পানি এবং ভূ-পৃষ্ঠের পানিতে নাইট্রেট দূষণের অন্যতম প্রধান উৎস যা নাইট্রেটের বিষক্রিয়ার কারণ হতে পারে।