

Ćwiczenie 1

Oznaczenie pH, wyznaczenie potrzeb wapnowania

Odczyn gleb jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych gleb, a więc o ich żyzności i urodzajności. Decyduje on o kierunku i szybkości przebiegu procesów biologicznych i fizykochemicznych w glebach, przez co wpływa bezpośrednio i pośrednio na przemiany materii, przyswajalność składników pokarmowych, rozwój organizmów żywych, w tym plonowanie roślin. Jako przedział optymalny dla przebiegu procesów biologicznych, związanych z metabolizmem większości gatunków roślin i mikroorganizmów glebowych, przyjmuje się wartości pH od 5,5 do 7,2.

Do zakwaszenia gleb przyczyniają się zarówno czynniki naturalne, jak i antropogeniczne. Do grupy czynników naturalnych należą między innymi:

- skład mineralogiczny skał macierzystych, z których wytworzone zostały gleby. Większość polskich gleb została wytworzona ze skał polodowcowych charakteryzujących się niską zawartością kationów zasadowych tj. wapń i magnez.

- klimat humidowy naszej strefy klimatycznej, charakteryzujący się przewagą opadów nad parowaniem, przyczynia się do wymywania kationów zasadowych z warstwy ornej gleby w głąb profilu glebowego.

- wapń i magnez są makroskładnikami niezbędnymi do wzrostu i rozwoju roślin. Na glebach nieużytkowanych rolniczo rośliny, a zwłaszcza gatunki głęboko korzeniące się, wykorzystują wapń i magnez zawarty w głębszych poziomach gleby. W trakcie wegetacji pierwiastki te zostają przemieszczone do części nadziemnych. Po jej zakończeniu organy te pozostają na powierzchni gleby i w wyniku zachodzącego procesu mineralizacji wapń i magnez do niej „wracają”.

- w glebie zachodzą procesy zwiększające zawartość w niej kationu wodorowego:

- mineralizacja glebowej substancji organicznej, której produktem jest uwalnianie: CO_2 , NH_3 i H_2S

- nitryfikacja kationu amonowego $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

- utlenianie związków siarki, którego produktami są H^+ i SO_4^{2-}

- uwalnianie do gleby jonów H^+ i Al^{3+} w wyniku wietrzenia minerałów glebowych

- hydroliza kationu glinu z wydzieleniem kationu H^+ :

- działalność życiowa mikroorganizmów glebowych

Niewielką intensywnością zachodzenia w glebie nieużytkowanej rolniczo procesów biotycznych i abiotycznych prowadzących do pojawienia się w glebie kationu wodorowego powoduje, że ich zakwaszenie na tej drodze jest procesem powolnym i długotrwałym. Natomiast w glebach użytkowanych rolniczo proces zakwaszenia się gleby zachodzi szybko. Powodem tego jest przede wszystkim:

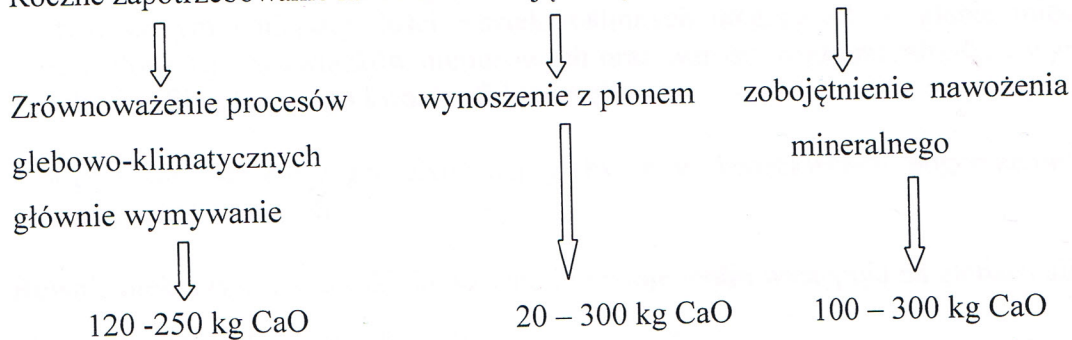
- stosowanie nawozów mineralnych lub odpadów o odczynie kwaśnym (wyciąg wodny wykazuje odczyn kwaśny) lub fizjologicznie kwaśnych (w wyniku pobierania kationu z nawozu następuje wydzielenie jonów H^+ przez system korzeniowy roślin). Wprowadzone wraz z nawozami/odpadami związki chemiczne będą ulegać przemianom chemicznym, mikrobiologicznym i pobraniu przez rośliny jonów wchodzących w ich skład. Prowadzi to do pojawienia się w glebie kwasów lub zasad, które mogą mieć wpływ zakwaszenie/alkalizację gleby.

- pobieranie przez rośliny i wyносzenie z pola składników zasadowych (w zależności od gatunku uprawianej rośliny pobrane może zostać od 20 do 300 kg $CaO \cdot ha^{-1}$),

- stosowanie nawozów mineralnych lub odpadów o odczynie kwaśnym (wyciąg wodny wykazuje odczyn kwaśny) lub fizjologicznie kwaśnych (w wyniku pobierania kationu z nawozu następuje wydzielenie jonów H^+ przez system korzeniowy roślin).

W celu zrównoważenia zakwaszającego działania 1 kg azotu wprowadzanego w postaci saletry amonowej, mocznika, RSM należy zastosować 1,5 – 2 kg CaO , po zastosowaniu siarczanu amonu 3,5 kg $CaO \cdot ha^{-1}$.

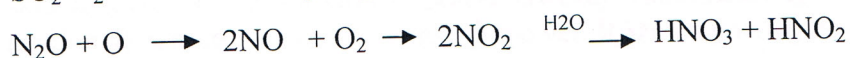
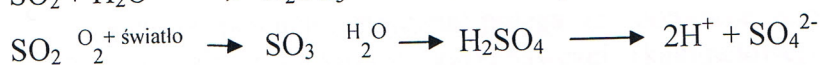
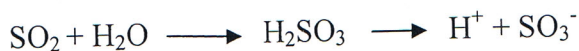
Roczne zapotrzebowanie na CaO bilansujące czynniki zakwaszające



W sumie roczne zapotrzebowanie na CaO waha się od 240 do 850 kg $CaO \cdot ha^{-1}$.

- wprowadzenie do gleby materiałów będących substratami biorących udział w procesach mikrobiologicznych prowadzi do intensyfikacji zachodzenia procesów biotycznych i abiotycznych, a w konsekwencji do zakwaszenia gleby.

- kwaśne deszcze (pH 3-5)



Skutki zakwaszenia gleb:

- hydroliza związków glinu i uwalnianie tego pierwiastka do roztworu glebowego. Glin aktywny (Al^{+3}) jest toksyczny dla wielu gatunków roślin, uszkadza on bowiem korzenie roślin, zaburza pobieranie wody oraz składników pokarmowych

- duże straty składników pokarmowych z gleb, głównie na drodze ich wymywania w głąb profilu glebowego. Według szacunków rocznie z 1 ha pola uprawnego może zostać wymyte 40 - 230 kg Ca·ha⁻¹ i 10-60 kg Mg·ha⁻¹.
- zwiększa się wymycie niektórych połączeń organicznych w wyniku zwiększania się ich rozpuszczalności
- zwiększa się mobilność wielu metali ciężkich w glebach (np. Mn, Fe, Zn, Cu, Cd, Pb i in.). Ich dostępność dla roślin zwiększa się wraz z obniżaniem pH gleby, co jest wynikiem ich desorpcji do roztworu glebowego,
- na skutek przechodzenia w formy trudno rozpuszczalne zmniejsza się dostępność dla roślin fosforu, molibdenu, boru
- ograniczony jest rozwój i funkcjonowanie wielu grup organizmów glebowych, a między innymi bakterii nityfikacyjnych, symbiotycznych i wolno żyjących bakterie asymilujących azot z powietrza- powoduje to zmniejszenie ilości azotu dostępnego dla roślin. Mniejsza aktywność wielu innych grup mikroorganizmów glebowych biorących udział w procesach mineralizacji i humifikacji materii organicznej. W warunkach kwaśnego odczynu gleby procesy te są znacznie spowolnione, gdyż przebiegają głównie przy udziale grzybów, które dobrze tolerują niskie pH gleby,
- zmniejszenie ilości materii organicznej w glebie na skutek mniejszej produkcji biomasy i tym samym mniejszej ilości resztek roślinnych ulegających w glebie między innymi transformacji do związków humusowych oraz wzrostu rozpuszczalności i wymywania w głąb profilu glebowego kwasów fulwowych.
- pogorszenie struktury gruzełkowej gleby, a w konsekwencji pogorszenie warunków powietrzno-wodnych.

Równie niekorzystne warunki do wzrostu i rozwoju roślin występują na glebach alkalicznych.

Skutki alkalizacji to między innymi:

- toksyczne działanie jonów OH⁻
- wskutek przechodzenia w formy trudno rozpuszczalne zmniejsza się dostępność dla roślin fosforu, miedzi, cynku, manganu, żelaza
- zachwianie równowagi jonowej (K:Ca:Mg)
- straty azotu na drodze ulatniania się NH₃

1. Celem ćwiczenia jest pomiar pH w 1MKCl·dm⁻³ metodą potencjometryczną.

Metoda potencjometryczna polega na pomiarze różnicy potencjałów w ogniwie składającym się z elektrody porównawczej (kalomelowej) oraz elektrody pomiarowej (szklanej) zanurzonej w zawiesinie glebowej. Różnica potencjałów mierzona pehametrem jest określona funkcją wartości pH badanego roztworu. Przy oznaczeniach pH w glebie przyjmuje się, że stosunek masy odpadu do objętości roztworu wynosi jak 1:2,5.

Wykonanie ćwiczenia

1. do zlewki o pojemności 50cm³ odważyć 10 g gleby
2. glebę zalać 25cm³ 1MKCl·dm⁻³
3. wymieszać zawiesinę bagietką i pozostawić na 20 minut

4. po tym czasie wykonać pomiar pH na pehametrze (tuż przed pomiarem zamieszać zawieszynę bagietką, elektrodę opłukać wodą destylowaną i zanurzyć w zlewce z zawieszyną)
5. po dokonaniu pomiaru zlewkę umyć i opłukać wodą destylowaną
6. ocenić odczyn gleby wg. stopni zakwaszenia (tab)

Stopnie zakwaszenia i przedziały pH gleb

Ocena odczynu	pH KCl
Bardzo kwaśny	<4,5
Kwaśny	4,6-5,5
Lekko kwaśny	5,6-6,5
Obojętny	6,6-7,2
Zasadowy	>7,2

2. Metoda kolorymetryczna kwasomierzem Helliga

Metoda oceny oparta jest na zasadzie zmiany zabarwienia indykatora w zależności od stężenia jonów wodorowych. Oznaczenie pH polega na porównaniu barwy wskaźnika dodanego do gleby z barwą skali wzorcowej. Oznaczenie to ma jedynie charakter orientacyjny, ale jest wystarczające dla potrzeb wstępnych badań polowych.

Wykonanie ćwiczenia

Za pomocą łyżeczki umieścić niewielką ilość gleby w zagłębieniu płytki porcelanowej, lekko ugnieść, dodać kroplami wskaźnika Helliga. Po zamieszaniu ruchem okrężnym należy odczekać 2-3 minuty. Po tym czasie płytkę przechylić tak, aby roztwór z nad gleby spłynął do rowka. Porównać zabarwienie wskaźnika z barwną skalą i odczytać wartość pH. Metoda ta pozwala na określenie pH z dokładnością do 0,5 jednostki.

I. Ocena potrzeb wapnowania

Organoleptyczne oznaczanie kategorii agronomicznej gleby

Organoleptyczna metoda określania kategorii agronomicznej gleb polega na obserwacji barwy i zachowania się próbki podczas rozcierania jej w palcach na sucho i po zwilżeniu wodą oraz podczas rozcierania w moździerz.

Obserwacja spoistości suchej próbki gleby pozwala oszacować zawartość iltu, którego udział zwiększa zwięzłość materiału. Utwory żwirowe są sypkie, nie tworzą agregatów. Gruzelki utworów piaszczystych łatwo rozsypują się w palcach, a grudki glin są trudne do rozgnięcia. Najmniej wody chłoną żwiry oraz piaski, znacznie więcej pyły oraz gliny, a najwięcej iltu.

Wykonanie oznaczenia

1. Na szklaną płytkę (szkiełko zegarkowe) wsypać niewielką ilość gleby
2. Rozetrzeć w palcach suchą próbkę gleby, aby ocenić obecność różnych frakcji
3. dodać niewielką ilość wody i zaobserwować szybkość procesu jej wchłaniania
4. rozetrzeć w palcach wilgotną glebę i spróbować ją zwałkować
5. ocenić kategorię agronomiczną gleby

Określanie potrzeb wapnowania gleb mineralnych

Podział gleb na kategorie agronomiczne

Kategoria gleby	agronomiczna	Właściwości gleby w stanie	
		suchym	wilgotnym
Lekka		Łatwo rozsypuje się bez rozcierania	Nie daje się formować
Średnia		Przy rozcieraniu wyczuwa się dużo piasku, lekko brudzi palce	Daje się formować, przy wałeczkowaniu tworzy krótkie, grube sznurki, które przy zgniataniu łatwo ulegają przerwaniu
ciężka		Przy rozcieraniu silnie brudzi palce	Daje się dobrze formować, przy wałeczkowaniu tworzy cienkie, długie sznurki, które przy zgniataniu zachowują plastyczność

Kategorie agronomiczne gleb

Kategoria gleby	% frakcji <0,02 mm	Grupy granulometryczne
Bardzo lekka	< 10	pl, plp, ps, psp
Lekka	11-20	pgl, plp, pgm, pgmp, plp
Średnia	21-35	gl, glp, plg
Ciężka	> 35	gs, gsp, gc, pli, ip

Określanie potrzeb wapnowania gleb mineralnych

Kategoria agronomiczna gleb pHKCl				Potrzeby wapnowania	Barwa znaków na mapie
bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka		
< 4,0	< 4,5	< 5,0	< 5,5	konieczne	Błękitna
4,1 – 4,5	4,6 – 5,0	5,1 – 5,5	5,6 – 6,0	potrzebne	Czerwona
4,6 – 5,0	5,1 – 5,5	5,6 – 6,0	6,1 – 6,5	wskazane	Żółta
5,1 – 6,0	5,6 – 6,0	6,1 – 6,5	6,6 – 7,0	ograniczone	Niebieska
> 6,1	> 6,0	> 6,5	> 7,1	zbędne	Zielona

Dawki nawozów wapniowych w przeliczeniu na CaO t·ha⁻¹

Gleby	wapnowanie			
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone
Grunty orne				
Bardzo lekkie	3,0*	2,0	1,0	-
Lekkie	3,5*	2,5	1,5	-
Średnie	4,5*	3,0	1,7	1,0
Ciężkie	6,0*	3,0	2,0	1,0
Użytki zielone				
	3,5*	2,5*		

* dawkę rozłożyć na kilka lat

*Jednorazowa dawka t CaO·ha⁻¹ - wapnowanie konieczne

Kategoria gleby	dawka odczytana z tabeli	jednorazowa dawka
Bardzo lekka	3,0	2,0
Lekka	3,5	2,0
Średnia	4,5	3,0 – 5,0
Ciężka	6,0	3,0 – 5,0

Na glebach bardzo lekkich i lekkich – w formie węglanowej
 Na glebach średnich i ciężkich w formie tlenkowej

Ćwiczenie 2

Zawartość azotanów w roślinach

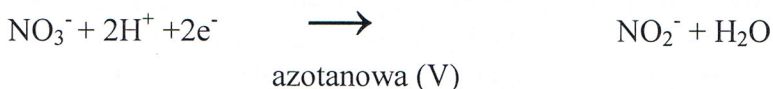
Azot w roślinach

W zależności od zawartości azotu mineralnego (NH_4^+ , NO_3^-) w glebie, gatunku uprawianej rośliny, jej wieku i części zawartość tego makroskładnika waha się od 0,5 do 6%. Pierwiastek ten jest nagromadzany głównie w częściach generatywnych (nasiona, ziarno), znacznie mniej zawiera słoma. Rośliny pobierają azot z gleby głównie w postaci jonów amonowych (NH_4^+), azotanowych (NO_3^-). Jedynie rośliny motylkowe dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi (*Rhizobium*) mogą korzystać z azotu cząsteczkowego z powietrza atmosferycznego. Pobrane jony amonowe już w korzeniach są włączane w połączenia organiczne, natomiast jony azotanowe mogą być magazynowane w wakuolach komórek korzeni, pędów, liści, a także w bardzo niewielkich ilościach w organach zapasowych. Związki organiczne występujące w roślinach zawierają prawie wyłącznie azot na trzecim stopniu utlenienia. Azotany (V), aby mogły być wbudowane w połączenia organiczne muszą ulec redukcji do NH_3 .

Proces ten przebiega w dwóch etapach:

1. redukcja NO_3^- do NO_2^-

reduktaza



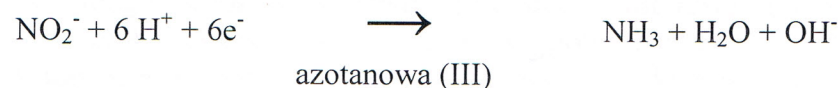
Reduktaza azotanowa(V) jest enzymem adaptacyjnym, jej synteza zachodzi w obecności NO_3^- w cytoplazmie. Jej aktywność uwarunkowana jest obecnością molibdenu.

Działanie enzymu ograniczają:

- nadmiar amoniaku
- brak światła (enzym nie jest aktywny w nocy)
- niska zawartość CO_2 w powietrzu
- niska zawartość węglowodanów w tkankach
- zbyt niskie i zbyt wysokie temperatury
- mała zawartość wody w glebie (susza)
- niedobór molibdenu, fosforu, magnezu, potasu

2. dalsza redukcja NO_2^- do NH_3

reduktaza



Do zajścia tego procesu niezbędna jest ferredoksyna, której rola polega na przenoszeniu elektronów na związki podlegające redukcji.

W warunkach niesprzyjających zachodzeniu redukcji NO_3^- w roślinach może dochodzić do znacznej kumulacji azotanów(V) i azotanów (III), obecność których zagraża zdrowiu ludzi i zwierząt. Powstają również proste aminy, które z azotynami tworzą nitrozoaminy – substancje rakotwórcze.

Azotany(V) i azotany(III) powszechnie występują w środowisku człowieka: glebie, wodzie i żywności. Jest to konsekwencją naturalnego obiegu azotu, zanieczyszczeń

antropogenicznych oraz stosowania ich w przetwórstwie spożywczym (azotany (III) potasu E 249, sodu E 250; azotany (V): sodu E 251, potasu E 252- środki używane w przemyśle spożywczym, głównie do konserwacji mięsa).

Rośliny nagromadzają azotany przede wszystkim w liściach (sałata, kapusta, szpinak) oraz w organach spichrzowych (burak, pietruszka, marchew).

Zawartość azotanów zależy od:

1. właściwości gatunkowych roślin, długości okresu wegetacji, część rośliny

Problem nadmiernej zawartości azotanów dotyczy roślin zbieranych w okresie wegetacji, szczególnie w formie pasz zielonych i warzyw, nie dotyczy natomiast roślin dojrzałych – ziarna/nasion.

Czynniki wpływające na gromadzenie azotanów w roślinach

- gatunki akumulujące małe ilości azotanów to: pomidor, ogórek, papryka, fasola szparagowa

- gatunki akumulujące średnie ilości azotanów to: kalafior, pietruszka korzeniowa, marchew, brokuł, późne odmiany kapusty

- gatunki akumulujące duże ilości azotanów to: sałata, szpinak, burak ćwikłowy, rzodkiewka, wczesne odmiany kapusty

Rośliny o krótkim okresie wegetacji zawierają więcej azotanów niż te o długim okresie uprawy.

Rośliny uprawiane wiosną zawierają mniej azotanów niż uprawiane jesienią. Uszkodzenia tkanki roślin (przy zbiorze, transporcie, krojeniu) wywołują stres, w wyniku którego zmniejsza się aktywność reduktazy, co prowadzi do zahamowania redukcji azotanów.

W roślinach tj. brokuł, kalafior, kapusta pekińska, kapusta głowiasta najwięcej azotanów występuje w zgrubiałych łądogach, nerwach, a znacznie mniej w różach, liściach.

2. czynników klimatycznych

Rośliny uprawiane wiosną zawierają mniej azotanów niż uprawiane jesienią. Jest to związane z wpływem światła na aktywność reduktazy azotanowej (V). Rośliny wykazujące dużą zdolność do nagromadzania azotanów powinny być uprawiane na słonecznym stanowisku. Aktywność reduktazy jest zależna również od pory dnia – w naszym klimacie enzym ten ma największą aktywność około godziny 13, utrzymuje się ona latem do godziny 17. Warzywa zebrane po południu po słonecznym przedpołudniu będą zawierać znacznie mniej azotanów niż zebrane wcześniej rano. Przyczyną małej aktywności reduktazy jest również niedobór wody w glebie.

3. **właściwości glebowych** – zawartości substancji organicznej i szybkości zachodzenia procesu mineralizacji, zawartości mineralnych form azotu w glebie, warunków sprzyjające zachodzeniu nityfikacji. Rośliny uprawiane na glebach ciężkich, czarnoziemach i torfach gromadzą więcej azotanów w porównaniu z uprawianymi na glebach lekkich. Znaczący wpływ na pobieranie form azotu ma odczyn gleby. W warunkach odczynu zbliżonego do obojętnego lepszym źródłem jest azot amonowy ($N-NH_4^+$). Wraz ze wzrostem zakwaszenia zwiększa się intensywność pobierania formy azotanowej ($N-NO_3^-$).

4. **nawożenie azotowe** - wraz ze wzrostem dawki azotu rośnie pobieranie tego składnika przez rośliny, lecz jego wykorzystanie do syntezy białka jest coraz słabsze. Prowadzi to do wzrostu udziału frakcji azotanowej w azocie ogólnym. Ilość stosowanego azotu powinna pokrywać zapotrzebowanie roślin na ten makroskładnik w danej fazie rozwojowej. Zbyt wysokie dawki, zwłaszcza w warunkach niedoborowego zaopatrzenia roślin w fosfor, potas, magnez, żelazo i molibden, będą przyczyniać się do wzrostu zawartości azotanów w roślinach, zwiększać straty azotu z gleby na drodze wymycia $N-NO_3^-$ w głąb profilu glebowego, bądź ulatniania się azotu do atmosfery w wyniku zachodzącego procesu denitryfikacji.

5. przechowywanie żywności

Azotany (V) należą do związków mało toksycznych i nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia konsumenta. Dość szybko są wchłaniane z przewodu pokarmowego i w postaci niezmienionej wydalane z moczem. Niebezpieczne dla zdrowia człowieka są azotany (III). Redukcja azotanów (V) do azotanów (III) może zachodzić zarówno w wyniku niewłaściwych warunków przechowywania produktów, jak i w trakcie ich spożywania.

Przechowywanie żywności w opakowaniach dopuszczających powietrze i w niskiej temperaturze zapobiega przekształceniu się azotanów (V) w azotany (III). Nieprawidłowe przechowywanie jest jedną z przyczyn obecności tych substancji np. w chlebie, mleku, przetworach mlecznych oraz innych produktach spożywczych.

Szkodliwość dla organizmu człowieka

W organizmie człowieka ok. 5% spożytych azotanów (V) ulega redukcji do azotanów (III). Zredukowane azotany są od 6 do 10 razy bardziej toksyczne w porównaniu do formy utlenionej. Bezpośrednim następstwem zatrucia azotanami (III) jest utlenienie hemoglobiny do methemoglobiny, niezdolnej do przenoszenia tlenu, oraz obniżenie ciśnienia krwi. Najbardziej podatne na powstanie methemoglobiny są małe dzieci, a zwłaszcza niemowlęta do 10 miesiąca życia, ponieważ ich krew znacznie łatwiej ulega utlenieniu. Azotany (III) mogą także wpływać na destrukcję witamin z grupy A i B oraz karotenoidów, co powoduje obniżenie wartości odżywczej warzyw. Mogą także powodować nieodwracalne zmiany w mózgu, zaburzać prawidłowe funkcjonowanie tarczycy, upośledzać wchłanianie białek i tłuszczów. Poza tym, azotany (III) w reakcji z aminami drugo- i trzeciorzędowymi tworzą N-nitrozoaminy - związki o działaniu rakotwórczym, teratogennym i mutagennym.

Oprócz mięsa, a zwłaszcza jego przetworów, źródłem azotanów (V) i azotanów (III) w diecie człowieka jest woda. Zgodnie z rozporządzeniem ministra zdrowia najwyższe dopuszczalne stężenie w wodzie do picia azotanów(V) to 50 mg/l, a azotanów (III) 0,5 mg/l. Stężenie azotanów w wodzie uzdatnionej wprowadzonej do sieci wodociągowej lub innych urządzeń dystrybucji nie może przekraczać wartości 0,10 mg/l.

Ustalona przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) maksymalna spożycie azotanów(III) dla dorosłego człowieka wynosi 0,1 mg·kg⁻¹ masy ciała, a azotanów (V) 5 mg·kg⁻¹ masy ciała.

Szkodliwość dla zwierząt

Źródłem azotanów (V) i azotanów (III) w żywieniu zwierząt jest zarówno pasza, jak i pojenie bydlą wodą zanieczyszczoną tymi formami azotu - zbiorniki wodne i studnie zlokalizowane w pobliżu miejsc nieprawidłowego składowania nawozów mineralnych, naturalnych, organicznych, odpadów zawierających materię organiczną. Ich składowanie na przepuszczalnym podłożu prowadzi do znacznego wymywania tych form azotu do wód gruntowych.

W ostrych zatruciach zwierzęta mogą padać nagle, zwykle śmierć poprzedzają silne bóle brzucha, ślinienie, biegunka, napinanie się do oddawania moczu, wzdęcia, duszność, drżenie mięśni, zmiany zabarwienia błon śluzowych w kierunku sinobrunatnego, obniżenie ciepłoty ciała. W przewlekłej formie obserwuje się zmniejszenie apetytu, obniżona wydajność mleczną, zmniejszone przyrosty, zmatowienie włosa, poronienia.

Określenie stężenia azotanów, powodujących zatrucia u zwierząt, jest trudne, gdyż zależy ono nie tylko od zawartości w paszy, ale także od intensywności zachodzenia redukcji w przewodzie pokarmowym, stanu zdrowia i wieku zwierzęcia, zawartości cukrów i innych składników. Za dopuszczalną granicę zawartości azotu azotanowego (V) w paszach przyjmuje się zawartość na poziomie 0,2% s. m., a w przypadku azotanów (III) 15 mg NaNO₂·kg⁻¹.

Wykonanie ćwiczenia

I. Szybki test barwny oznaczania azotanów

Jony NO_3^- w środowisku stężonego H_2SO_4 dają z difenyloaminą $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ niebieskie zabarwienie w wyniku utleniania odczynnika. Natężenie barwy zależy od stężenia azotanów w roztworze.

określenie zawartości azotanów w roślinach

- przygotować reprezentatywną próbkę świeżego, nie zanieczyszczonego materiału roślinnego (zwrócić uwagę, aby rośliny nie były zanieczyszczone glebą)
- wycisnąć sok z roślin przy pomocy ręcznego wyciskacza
- pobrać do dwóch probówek po $0,5\text{cm}^3$ soku i rozcieńczyć:
 - a. 10-krotnie (dodając $4,5\text{cm}^3$ wody destylowanej)
 - b. 50-krotnie (dodając $24,5\text{cm}^3$ wody destylowanej)
- do oznakowanych probówek odmierzyć po $0,5\text{cm}^3$ roztworu a i b
- dodać (bardzo ostrożnie, stężony H_2SO_4) 1cm^3 difenyloaminy. Obserwować pojawienie się barwy niebieskiej i jej natężenia. Obserwacje dla próbek porównać z wzorcami. Ustalić stężenie N- NO_3 w soku uwzględniając wielokrotność rozcieńczenia. Uzyskany wynik ocenić wg niżej zamieszczonych norm maksymalnych dopuszczalnych zawartości N- NO_3 w 1dm^3 soku roślinnego.

Najwyższa dopuszczalna zawartość azotanów w roślinnych środkach spożywczych [MONITOR POLSKI z 1993 r. 22, poz.. 233]

produkt	mg N- NO_3 ·dm ⁻³ w soku	produkt	mg N- NO_3 ·dm ⁻³ w soku
Salata szklarniowa	3000	Seler	500
Burak ćwikłowy	2000	Pomidor	250
Kapusta	1000	Cebula	250
Ogórek	500	Ziemniaki	250
Kalafior	500	Papryka	250
Marchew	500		
Pietruszka	500		

Dopuszczalna zawartość azotanów w warzywach

[Rozporządzenie Ministra Zdrowia Dz. U. z 2003. 37, poz. 325,326]

produkt	Rodzaj uprawy	mg NO_3 /kg świeżego produktu
Salata świeża	szklarniowa	3500
	gruntowa	2500
Salata lodowa	szklarniowa	2500
	gruntowa	2000
Szpinak		2500
Rzodkiewka, burak, rzepa, kalarepa, koper		1500
Kapusta, szczypior, jarmuż, fasola szparagowa		750
Marchew, pietruszka, czosnek, ogórek, kalafior, por, seler, brokuły		400
Pomidor, ziemniak, cebula, papryka, fasola (nasiona)		200
Warzywa i ziemniaki przeznaczone dla niemowląt i małych dzieci		200