

Materiały dla słuchaczy CHM.05 – 06.02.2021r.

Z przedmiotu: Monitoring środowiska.

TEMAT: Monitorowanie atmosfery poprzez obserwację skutków zanieczyszczeń.

Wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza są składniki **opadów atmosferycznych**. Naturalny opad atmosferyczny ma odczyn lekko kwaśny ($\text{pH} = 5,6$), pochodzący z przemiany, naturalnie występującego w atmosferze, CO_2 w kwas węglowy.

Zanieczyszczenia przedostające się do atmosfery wpływają na zmianę odczynu opadów.

Opady klasyfikuje się wg ich odczynu na sześć klas:

- $\text{pH} < 4,1$ - wysoce zanieczyszczone związkami kwasotwórczymi,
- $\text{pH} 4,1 - 4,6$ – umiarkowanie zakwaszone,
- $\text{pH} 4,6 - 5,1$ – słabo zakwaszone,
- $\text{pH} 5,1 - 6,1$ – praktycznie niezanieczyszczone, o odczynie zbliżonym do opadu naturalnego,
- $\text{pH} 6,1 - 6,5$ – słabo zanieczyszczone związkami zasadotwórczymi, □ $\text{pH} > 6,5$ – wysoce zanieczyszczone związkami zasadotwórczymi.

Największy wpływ na zakwaszenie opadów mają związki siarki (60%) i mniejszy, bo są pobierane przez rośliny, związki azotu (24%). Zakwaszenie opadów wywołane jest emisją ditlenku siarki (SO_2) i tlenków azotu (NO_x), które utleniają się do bezwodników mocnych kwasów.

Kwaśne opady czy depozycja sucha zmniejszają zanieczyszczenie powietrza, ale powodują zanieczyszczenie gleby i wody. Skutki tego można obserwować w postaci:

- **osłabienia wegetacji roślin** (niszczenie listowia, zmiany barwy na żółtą i brązową, utrata elastyczności kory, zanikanie korzeni, podatność na ataki szkodników, karłowacenie nawet obumieranie całych roślin),
- **zaniku lub nadmiernego rozwoju niektórych organizmów wodnych,**
- **niszczenia budowli** (murów, na skutek reakcji z wapniem oraz konstrukcji metalowych, na skutek korozji).

Istnieje wiele gatunków roślin i zwierząt uznanych za **biowskaźniki zanieczyszczenia**. Są to organizmy powszechnie występujące, dostępne całorocznie, wykazujące dużą tolerancję dla badanych zanieczyszczeń oraz wyraźne, zewnętrzne oznaki szoku, jeśli zostanie przekroczone stężenie krytyczne zanieczyszczenia w ich otoczeniu. Poza tym, **charakteryzują się one prostą zależnością między stężeniem zanieczyszczenia a parametrem biowskaźnika, służącym do identyfikacji zanieczyszczenia**. Biomonitorami są drzewa - obserwując ich wygląd i zachowanie śledzi się przemieszczanie zanieczyszczeń przemysłowych. Tulipan, frezja są bardzo wrażliwe na fluor, szpinak bardzo mocno reaguje na obecność ozonu. Biowskaźnikami zanieczyszczenia metalami ciężkimi są grzyby, np. borowik, który może kumulować metale ciężkie do większego stężenia niż występującego w otoczeniu grzyba. Wśród zwierząt biowskaźnikami są np.: dżdżownice, rozwielitka, gupik, pstrąg, wyraźnie reagujące na zmianę warunków życia.

Na szczególne wyróżnienie wśród sposobów monitorowania atmosfery poprzez obserwację skutków zanieczyszczeń zasługuje **lichenomonitoring**, czyli monitorowanie zanieczyszczeń środowiska poprzez **obserwację porostów**. Porosty (*Lichenes*) składają się z grzyba i glonu powiązanych ze sobą symbiozą nierozłączną. Takie połączenie sprawia, że porosty mogą egzystować w miejscach niedostępnych dla innych form życia. Występują na skałach, drzewach i na ziemi. Do wstępnej oceny stopnia skażenia środowiska wykorzystuje się porosty występujące na drzewach, **epifity** (epifity występują na wszystkich gatunkach drzew). Porosty występują powszechnie (pokrywają ok. 8% powierzchni Ziemi). Pożywienie pobierają częściowo z podłoża, a przede wszystkim bezpośrednio z atmosfery razem z jej zanieczyszczenia (porosty nie mają tkanki okrywającej, dlatego składniki powietrza łatwo przenikają do ich wnętrza). Dzięki temu wpływ atmosfery jest wyraźny, bez wielokierunkowych oddziaływań z innymi elementami środowiska. Porosty wykazują własności sorpcyjne, dlatego są odporne na wiele rodzajów zanieczyszczeń, kumulujących

się w ich tkankach, jednocześnie mają na tyle wyraźny próg tolerancji na zanieczyszczenia, że opracowano „skalę porostową” łączącą występowanie danych gatunków ze stanem powietrza na badanym terenie. Dzięki dużej odporności na zanieczyszczenia mogą być wykorzystywane do monitoringu na terenach znacznie zanieczyszczonych. Poza tym są wygodnym materiałem badawczym, łatwym do pozyskania, transportu i przechowywania. Wymienione cechy porostów umożliwiły opracowanie wiele metod oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska nazwanych wspólnym terminem **metod lichenindykacyjnych**. Ze względu na charakter mierzalnych zmian, jakie wywołują zanieczyszczenia w porostach (**fizjologiczne, anatomiczne i morfologiczne**), stosuje się cztery metody polegające na:

- **badaniu różnorodności i liczebności porostów,**
- **badaniu zmian anatomiczno-morfologicznych,**
- **badaniu zmian fizjologicznych,**
- **badaniu składu chemicznego.**

Badanie różnorodności i liczebności sprowadza się do trzech podstawowych form plechy porostu: **skorupiate** (np. liszajec zwyczajny), **listkowate** (np. pustułka pęcherzykowata) oraz **krzaczkowate** (np. brodaczkę zwyczajną). Do badań składu chemicznego wykorzystuje się porosty listkowate i krzaczkowate. Na podstawie obserwacji zachowania różnych gatunków porostów przy różnych zawartościach SO_2 w powietrzu, na który porosty są szczególnie wrażliwe, opracowano skalę porostową, wiążącą stężenie SO_2 w powietrzu z liczebnością poszczególnych form porostów. Skala porostowa Hawksworth'a i Rose'a wyróżnia 7 stref na podstawie występowania typów plech porostów, rosnących na korze drzew liściastych. Podobną skalę (siedmiostrefową), polegającą na określeniu stopnia skażenia i odpowiadającego mu stężenia SO_2 w powietrzu atmosferycznym na podstawie występowania porostów nadrzewnych (epifitów) o znanej odporności na stężenie ditlenku siarki opracowali Kiszka i Bielczyk. Wg tej skali poszczególnym strefom odpowiadają określone parametry środowiska (tabela 4).

Lichenomonitoring jest stosowany w Polsce od wielu lat. Najczęściej stosowana jest metoda badania różnorodności i liczebności porostów. Badanie składu chemicznego porostów służy również do oceny pochodzenia zanieczyszczenia, określanego na podstawie składu izotopowego siarki i ołowiu, znajdujących się w aerozolu w powietrzu atmosferycznym.