

## Wpływy chemicznych i fizycznych czynników powietrza na zdrowie i samopoczucie zwierząt

Klimat, jaki stwarzają pomieszczenia dla zwierząt, stanowi z punktu widzenia higieny ważny czynnik w wychowie alkierzowym, od którego w dużej mierze zależy zdrowie i samopoczucie, a nawet produktywność zwierząt. Dla zwierząt, przebywających niekiedy  $\frac{3}{4}$  roku w pomieszczeniach, nie jest obojętny np. układ czynników chemicznych i fizycznych w powietrzu. Zwierzę domowe, jak każda żywa istota, reaguje na warunki środowiska zewnętrznego odpowiednim przystosowaniem swych czynności i przemiany materii stosownie do charakteru i siły bodźców otoczenia. W zależności od jakości i siły bodźców środowiska przystosowania organizmu mogą posiadać charakter korzystny (fizjologiczny) lub niekorzystny (patologiczny). Dobór i odpowiednie regulowanie środowiska w pomieszczeniach jest więc podstawowym zagadnieniem przy zimowym (alkierzowym) wychowie zwierząt.

Spośród czynników klimatu, jaki stwarzają pomieszczenia, składowi chemicznemu i właściwościom fizycznym powietrza przypisuje się poważny wpływ na zdrowie i samopoczucie zwierząt. Liczne badania higienistów, mające na celu ustalenie wpływu i działania domieszek gazowych ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) oraz czynników fizycznych pomieszczeń (temperatury, wilgotności, ruchu powietrza itp.) na zdrowie i samopoczucie zwierząt (doświadczalnych i gospodarskich), pozwoliły na sprecyzowanie pewnych poglądów na te sprawy.

Artykuł niniejszy ma na celu zapoznanie zainteresowanych z tokiem prac badawczych nad wpływem chemicznych i fizycznych czynników w powietrzu na organizm zwierząt oraz starymi i nowymi poglądami na ich higieniczne znaczenie.

### *Zanieczyszczenia chemiczne w powietrzu i ich znaczenie higieniczne*

We wpływie powietrza i jego właściwości na żywy ustrój dopatrywano się już dawno przyczyn wielu schorzeń u zwierząt.

Już w Grecji w IV wieku „ojciec medycyny“ Hipokrates uczył, że zachodzi ścisły związek między chorobami a warunkami zewnętrznymi.

Szybki rozwój chemii w XVIII w. i związane z nią dokładne poznanie chemicznych własności powietrza pozwoliły na usiłowanie sprecyzowania przez wielu badaczy roli  $\text{CO}_2$  w powstawaniu chorób. Słynny twórca nauki o chemizmie oddychania Lavoisier (1777) pierwszy spostrzegł i udowodnił, że w procesie oddychania zużywa się  $\text{O}_2$  i wydala  $\text{CO}_2$  jako gaz niepotrzebny, będący produktem przemiany materii ustroju (irrespirable). Wspomniany badacz przypisywał  $\text{CO}_2$  rolę czynnika szkodliwego. Pogląd Lavoisiera utrzymał się w nauce prawie 100 lat, do chwili, kiedy Petten-

kofer (1862 — 1863), twórca higieny doświadczalnej, wysunął tzw. „teorię lotnych substancji trujących“.

W ślad za teorią Pettenkofera podjęte zostały przez liczne grono badaczy próby mające na celu stwierdzenie i określenie domniemanych lotnych substancji w powietrzu. Seegen i Nowatz (1897) w doświadczeniach na psach i królikach stwierdzili, że powietrze wydychane i nie nadające się już do użycia zawiera w swoim składzie organiczne materie azotowe wydzielające się drogami oddechowymi. Przeciwno temu wypowiedzieli się Voit, a nawet sam Pettenkofer.

W ślad za Seegen trujące materie wydychanego powietrza, zdać by się mogło, stwierdzane były przez Brown-Sequarda (1880 — 1890) i d' Arsonwale (1888). Przytoczeni badacze po licznych i rzekomo udanych próbach doszli do wniosku, że płuca zwierząt produkują silny jad organiczny wydzielający się z powietrzem i należący do grupy leukomain (leukomainy stanowią grupę substancji organicznych zawierających azot, wytwarzają się w organizmie w procesie przemiany białek). Dübna i Raymond nazwali ten jad antropotoksyną. Wielu badaczy potwierdziło wyniki Brown — Sequarda, a nawet ustalono dobową produkcję tego jadu. Przeważająca jednak liczba eksperymentatorów nie potwierdziła wyników Brown-Sequarda, przypisując otrzymane wyniki błędom techniki doświadczalnej. Badania Brown-Sequarda przedstawiały się następująco: umieszczał on zwierzęta doświadczalne (myszki i świnki morskie) w naczyniach połączonych ze sobą, tak że oddychały one kolejno powietrzem zanieczyszczonym i zużytym przez zwierzęta poprzedzające je w serii. Przy życiu pozostawały jedynie dwie pierwsze partie zwierząt, mające do dyspozycji powietrze stosunkowo czyste. W innych doświadczeniach udało się uratować życie zwierząt z ostatniej serii o ile przepuszczano powietrze przez kwas, który miał rzekomo zatrzymywać domniemane jady i substancje trujące wydzielane przez zwierzęta z poprzednich grup.

Rewelacyjne doświadczenia Brown - Sequarda poszły wkrótce w zapomnienie, a ożyły z chwilą, kiedy Weinhardt (1906 — 1911) „znalazł“ w wydychanym powietrzu i mięśniach jad, który nazwał kenotoksyną, mającą mieć jakoby szkodliwy wpływ na zdrowie zwierząt. Aczkolwiek duża ilość doświadczeń przeprowadzonych w tym kierunku przez badaczy nie wykazała kenotoksyny w wydychanym powietrzu i mięśniach, pewna niemiecka firma farmaceutyczna przystąpiła nawet do produkcji antykenotoksyny, uważając domniemany jad za swoisty w stosunku do organizmu i posiadający właściwości antygenowe.

Sprawa ożyła na nowo, kiedy Rosenau w ostatnim 30-leciu wysunął anafilaksję jako przyczynę obserwowanych przez Brown-Sequarda objawów u zwierząt. Niestety nikt nie potwierdził jego poglądów. W chwili obecnej zagadnienia te nie są już przedmiotem zainteresowań higienistów.

Na podstawie dotychczasowych badań doświadczalnych możemy śmiało stwierdzić, że nauka nie zna sposobów na wytłumaczenie roli chemicznego składu wydychanego powietrza w utrzymaniu zdrowia zwierząt. Istnienia ciał trujących w wydychanym powietrzu nie można zaprzeczyć ani też zaręczyć, że istnieją faktycznie, gdyż badania w tym kierunku nie są ostatecznie zakończone.

Poważniejsze znaczenie mają w chwili obecnej badania nad właściwościami toksycznymi domieszek gazowych w powietrzu pomieszczeń,

a zwłaszcza nad amoniakiem, dwutlenkiem węgla, siarkowodorem. Droga tych eksperymentów ustalono optymalne i maksymalne dopuszczalne koncentracje tych gazów w pomieszczeniach dla zwierząt. Podamy w tym miejscu niektóre dane odnoszące się do toksyczności wspomnianych gazów. zów.

### *Higieniczne znaczenie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>)*

Prace badawcze nad właściwościami trującymi CO<sub>2</sub> są dość obszerne i zdawać by się mogło dość wyraźnie określające jego słabo toksyczne działanie na ustrój. Skorochoćko (1936) podaje, że według badań Wiesiołkina temperatura wewnętrzna królików spada o 1°C przy wdychiwaniu powietrza zawierającego 3—5% CO<sub>2</sub>, a psa dopiero przy 5—10%. Według danych Lemana wydychanie przez ludzi powietrza zawierającego 1,55—2,20% CO<sub>2</sub> nie wywoływało u nich wyraźnych objawów chorobowych, a jego obecność w powietrzu w ilościach 1,10—1,55% nawet podczas wielogodzinnego wdychania powoduje ledwo uchwytne działanie.

Chłopin stwierdził, że przy nagromadzeniu się CO<sub>2</sub> w ilościach nie wyżej niż 1% zwiększa się częstość oddechu (podrażnienie centrum oddechowego), a następnie zmęczenia mięśni oddechowych — sam efekt oddychania. Przy obecności 7% CO<sub>2</sub> we wdychanym powietrzu zwiększa się u konia częstotliwość oddechu 5 razy. Koncentracja 3—4% CO<sub>2</sub> w powietrzu przy wdychiwaniu przez 0,5 do 1 godziny działa śmiertelnie zaraz lub po pewnym czasie. Wzrastające nagromadzenie się CO<sub>2</sub> w pęcherzykach płucnych powoduje śmierć z uduszenia (Gmelin). Przy koncentracji 10—12% we wdychanym powietrzu łączenie się go z krwią przewyższa o 32% wydzielanie płucami (Chłopin).

Zwierzęta laboratoryjne są bardziej odporne na działanie CO<sub>2</sub> niż zwierzęta duże, bowiem 10% koncentracja tego gazu nie wywołała u psów i kotów widocznego działania. Dopiero przy 25% koncentracji szybko następuje u nich narkoza. W ciągu 1,5 godziny zwierzęta mogą wdychać bez szkody dla zdrowia koncentrację CO<sub>2</sub> dochodzącą do 50%. Przy zawartości w powietrzu ponad 60% CO<sub>2</sub> szybko następuje śmierć zwierząt. Kunkkey wykazał dalej, że w mieszaninach gazów z 20% O<sub>2</sub> i 60—80% CO<sub>2</sub> występuje z początku u zwierząt zwiększenie częstotliwości oddechu i po 15—20 minutach śmierć. Przy 30% koncentracji następuje u nich narkoza przez 1 do kilku godzin, zaś koncentracja 10% powoduje zwiększenie częstości tętna i objętości oddechowej. Według Hofmanna już 8% koncentracja CO<sub>2</sub> wywołuje odurzenie i utratę świadomości. W badaniach Bera pies padł przy koncentracji 36—48% CO<sub>2</sub> bez wyraźnych objawów chorobowych.

Podane wyżej przykłady eksperymentów i prac nad trującymi właściwościami CO<sub>2</sub> nie wskazują na swoiście trujące działanie tego gazu w koncentracjach spotykanych w pomieszczeniach dla zwierząt, a tym samym podważają teorię chemicznych zatruć powietrzem podtrzymywaną przez Pettenkofera, Brown-Sequarda i innych. Niemniej jednak długotrwałe przebywanie w pomieszczeniach posiadających duże koncentracje CO<sub>2</sub>, przewyższające dopuszczalne normy, niewątpliwie stać się może szkodliwe dla zdrowia i samopoczucia zwierząt. Z tych też względów ustalono normy higieniczne dla tego gazu.

Pierwsze normy w pomieszczeniach dla zwierząt (0,25—0,3%) ustalili Schultze i Märcker (1866) na podstawie obszernych badań ilości tego



gazu w pomieszczeniach i obserwacji zachowania się zwierząt. King i Armsby przyjęli 0,167% za maksymalnie dopuszczalną koncentrację CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach dla zwierząt. Badacze radzieccy stoją na stanowisku maksymalnej koncentracji 0,25%.

### Higieniczne znaczenie amoniaku (NH<sub>3</sub>)

O ile piśmiennictwo odnoszące się do badań toksyczności amoniaku dla zwierząt laboratoryjnych jest bardzo obszerne, to kwestia ustalenia maksymalnych norm jego koncentracji w pomieszczeniach dla zwierząt domowych nie jest dostatecznie rozpracowana i wymaga dalszych doświadczeń i prób. Próby ustalenia działania toksycznego amoniaku na zwierzęta laboratoryjne, podjęte przez wielu badaczy, nie mogą oczywiście odnosić się do dużych zwierząt. Skorochocko podaje, że Chorwat w szeregu prac badawczych stwierdził, że koncentracja amoniaku w powietrzu w ilości 0,25 promil jest trująca dla świnek morskich, wywołując u nich w 80% śmierć po 4—9-dniowym oddychaniu. Leman stwierdził w podobnych badaniach, że koncentracja NH<sub>3</sub> w ilości 0,13 promil wyzwała słabą reakcję u zwierząt po wielogodzinnym wdychaniu, zaś stężenie 0,1 promil nie okazywało szkodliwego działania. Badacz ten stwierdził dalej, że koncentracja NH<sub>3</sub> w ilości 2,5—4,5 promil wywoływała u świnek morskich ciężkie schorzenia.

Odpowiednie badania przeprowadzone przez Lemana na psach i potwierdzone następnie przez Zeiferta wskazują na możliwość uzyskania przez zwierzęta odporności na zatrucie amoniakiem po dłuższym okresie stosowania coraz to większych dawek tego gazu we wdychanym powietrzu. Doświadczalny pies w jego badaniach poddany był ciągłemu działaniu amoniaku w czasie jednego roku codziennie przez 8 godzin. Pierwsza stosowana koncentracja NH<sub>3</sub> w ilości 1,018 promil wywoływała u zwierzęcia silne podrażnienie. Po dwutygodniowym stosowaniu tej koncentracji w badaniach podwyższył ją do 1,314—1,917 promil i zaobserwował taką samą reakcję zwierzęcia jak przy dawce wyjściowej.

Roncani badając zachowanie się świnek morskich w różnych koncentracjach NH<sub>3</sub> nie potwierdził danych Lemana i stwierdził, że koncentracja 0,13 promil po 30 dniach działania nie sprowadza ujemnych następstw dla tych zwierząt. W jego pracach koncentracja NH<sub>3</sub> 0,5 promil przy 30-dniowym działaniu przez 6 godzin na dobę spowodowała u królików i świnek morskich w większości przypadków obniżenie wagi ciała, zmniejszenie poziomu hemoglobiny i erytrocytów we krwi, znaczne osłabienie odporności płuc w stosunku do *Serratia marcescens* (*B. prodigiosus*), *B. Anthracis* i *diplococus* Fränkiel. Koncentracja 0,98 promil NH<sub>3</sub> takiego działania nie wykazała. Dalsze prace Gorwetzta i Chorwata w tym kierunku wykazały, że koncentracja NH<sub>3</sub> w ilości 0,131 — 0,170 promil nie wyzwała u świnek morskich w ciągu 7-dniowego działania widocznych mikroskopowo zmian w płucach.

Chorwat, przy stosowaniu koncentracji 0,5 promil stwierdził u padłych królików w wyniku zatrucia NH<sub>3</sub> wybroczyny punktikowate w tchawicy i oskrzelach, włóknikowe zapalenie opłucnej, surowiczo-włóknikowaty wysięk do jam opłucnych i osierdzia oraz zwyrodnienie mięszone nerek i wątroby. Dawka NH<sub>3</sub> w koncentracji 1,5 promil w doświadczeniach Chorwata wywoływała śmierć u królików do 9 dnia, a u świnek morskich



do 7 dnia. Sekcja wykazała obrzęk krtani i płuc oraz brzeźną rozedmę tych ostatnich. Tenże badacz, wstrzykując świnkom morskim i królikom wodny roztwór  $\text{NH}_3$  w koncentracji 1 : 1000, zaobserwował u nich podwyższenie temperatury wewnętrznej ponad  $39^\circ\text{C}$ . Z poddanych doświadczeniu zwierząt, padła po 20 dniach tylko jedna świnka morska wykazując następujące zmiany anatomo-patologiczne: galaretowate nacieczenie tkanki łącznej podskórnej brzucha, przekrwienie i częściowe stwardnienie płuc oraz nieliczne wybroczyny pod opłucną.

Doświadczenia Karpowa przeprowadzone na psach wykazały, że koncentracja  $\text{NH}_3$  w ilości 0,8 promil spowodowała słabe przekrwienie śluzówki tchawicy, zaś koncentracja 10% — jej stan zapalny w formie ostrej.

Na uwagę zasługują cenne prace Zamalinina (1953) wykonane na 4 krowach podzielonych na dwie grupy. Pierwsza grupa miała pomieszczenie o temperaturze  $15,2^\circ\text{C}$ , wilgotności względnej — 74,6%, ilości  $\text{CO}_2$  — 0,268% i koncentracji  $\text{NH}_3$  od 0,03 do 0,033 promil. W pomieszczeniu drugiej grupy temperatura wynosiła  $19,5^\circ\text{C}$ , wilgotność względna 88,7%, ilość  $\text{CO}_2$  — 0,51% i koncentracja  $\text{NH}_3$  od 0,06 do 0,07 promil. W tak przygotowanych warunkach przetrzymywał zwierzęta przez 31 dni, a następnie po 34-dniowej przerwie poddał je dalszym, 26-dniowym doświadczeniom. U krów poddanych działaniu amoniakiem stwierdził następujące objawy: obniżenie rezerwy alkalicznej krwi, hemoglobiny, zapotrzebowania tlenu, obniżenie procesów utleniających, efektywności karmienia i mleczności. Wspomnieć wreszcie należy o doświadczeniach Lemana (1866), który stwierdził, że amoniak łącznie z dwutlenkiem węgla nie wykazywał trującego działania. Autor ten przypuszcza za Gmelin-Krauten, że gazy te mogą łączyć się ze sobą tworząc nieszkodliwe sole.

Jak widać z przytoczonych wyżej badań, toksyczność amoniaku jest o wiele większa niż dwutlenku węgla. Szkodliwy wpływ amoniaku na zdrowie zwierząt związany jest nie tylko z właściwościami tego gazu lecz również zależy od czasu jego działania. Stąd też zwierzęta przebywające przez dłuższy czas w atmosferze nawet niewielkich koncentracji  $\text{NH}_3$  mogą wykazywać różnego rodzaju zaburzenia w organizmie odbijające się szkodliwie na zdrowiu i produktywności.

Jak już wyżej wspomniano, sprawa wytypowania maksymalnych norm koncentracji  $\text{NH}_3$  w pomieszczeniach dla zwierząt pozostaje nadal otwarta. Ustalona przez Lemana dopuszczalna koncentracja tego gazu w stosunku do zwierząt laboratoryjnych, wnosząca 0,13 promil, nie może się odnosić do dużych zwierząt. Zalecana przez Zamalinina norma koncentracji amoniaku w pomieszczeniach (oborv) wynosząca 0,025 promil jest, być może bardziej zbliżona do rzeczywistości.

Hofmann (1931) idzie najdalej i proponuje normy niedopuszczające nawet najmniejszych ilości amoniaku w oborach. Bardziej umiarkowane są normy Fadeiewa (1938), bo leżące w granicach 0,026—0,052 promil. Należy nadmienić, że odpowiednie normy koncentracji  $\text{NH}_3$  w pomieszczeniach dla zwierząt ustanowione w ZSRR (G.O.S.T.) wynoszą 0,026 promil.

#### *Higieniczne znaczenie siarkowodoru ( $\text{H}_2\text{S}$ )*

Sprawa silnej toksyczności siarkowodoru dla zdrowia zwierząt została już dawno stwierdzona. Siarkowodor jest silną trucizną porażającą centralny system nerwowy oraz spowodowującą nieodwracalne zmiany we

krwi (łączenie się z hemoglobina) i w tkankach (zapalenie płuc, śluzówek oraz obrzęki). Nad działaniem tego gazu pracowało szereg uczonych i badaczy. Ustalono m. in., że koncentracja tego gazu od 0,065 do 0,0982 promil we wdychanym powietrzu powoduje zaledwie dostrzegalne zmiany. Według Lemana dawka 0,13 promil jest nieszkodliwa w ciągu wielu godzin, dla zwierząt. Wyprowadził on stąd wniosek, że koncentracja 0,0982 promil jest najwyższą granicą dla długotrwałego przebywania w takiej atmosferze. Stężenie od 0,2 do 0,26 promil uważa on za maksymalną granicę dla krótkotrwałego przebywania (1—2 godziny). Dawka 0,328—0,458 promil jest niebezpieczna dla zdrowia już po półgodzinnym oddychaniu, a 0,4 do 0,55 promil powoduje śmierć po 0,5 do 1 godziny działania. Koncentracja 0,768 — 1,18 promil wywołuje natychmiastową śmierć.

Hofer stwierdził, że toksyczność  $H_2S$  zwiększa się w mieszaninach innych gazów kłoczących oraz w obecności wilgoci. W przeciwieństwie do  $NH_3$ , nie obserwuje się przywykania zwierząt do działania  $H_2S$ , natomiast istnieje możliwość chronicznego zatrucia wskutek nadwrażliwości ustroju (Leman, Pol, Di Mattei). Sztarkensztejn przy zatruciu siarkowodorem obserwował następujące objawy: zapalenie spojówek oka, katary dróg oddechowych, chroniczne zapalenie przewodu pokarmowego, ogólną słabość, utratę wagi i zmniejszenie odporności przeciwko chorobom zakaźnym.

Kwestia ustalenia higienicznych norm dla siarkowodoru, mogącego niekiedy znaleźć się w pomieszczeniach, nie jest również dostatecznie opracowana. Normy radzieckie dopuszczają maksymalną koncentrację tego gazu w pomieszczeniach dla zwierząt do 0,01 promil (Leman).

Higieniczne znaczenie innych domieszek gazowych mogących się znaleźć w pomieszczeniach (np. gazy kłoczące, metan, dwutlenek siarki i inne) jest na ogół mało znane z powodu braku obserwacji praktycznych i badań naukowych nad ich występowaniem i działaniem.

Przytoczone dane o toksyczności niektórych domieszek gazowych w powietrzu wskazują, że przyczyn szkodliwego działania składu chemicznego powietrza pomieszczeń należy dopatrywać się raczej w obecności  $NH_3$  i  $H_2S$ , a częściowo i  $CO_2$ . Badania higienistów wykazały, że przeciętne koncentracje tych gazów w pomieszczeniach tak ludzi jak i zwierząt są dużo niższe niż minimalne stężenia wyraźnie szkodliwe dla organizmu. Mimo to długotrwałe, nakładające się na siebie działanie tych gazów przyczynić się może u zwierząt do powstania różnych schorzeń, zaburzeń w przemianie materii, zmniejszenia odporności, samopoczucia i produktywności. Badania nad toksycznością wspomnianych gazów odsunęły na dalszy plan zapatrywania Pettenkofera, Brown-Sequarda, Segena, Nowatza, Weinharda, Roncaniego i innych na kwestię obecności trujących ciał w wydychanym powietrzu. Badania nad wpływem „zużytego“ powietrza pomieszczeń na zdrowie zwierząt poszły jednakże w innym kierunku.

### *Wpływ fizycznych czynników powietrza*

Niepotwierdzenie teorii o szkodliwości składu chemicznego powietrza wskutek obecności w nim „lotnych substancji“ oraz mało znane działanie toksyczne domieszek gazowych ( $CO_2$ ,  $NH_3$  i  $H_2S$ ) zwróciło uwagę badaczom interesującym się tymi zagadnieniami na rolę czynników fizycznych w powietrzu pomieszczeń. Sam Pettenkofer — twórca teorii lotnych substan-

cji trujących — w późniejszych swych pracach (1870—1880) przypisywał przegrzaniu powietrza duży wpływ na zdrowie ludzi. Pierwsze prace w tym kierunku przeprowadzono na ludziach. Dały one podstawę wyjściową do dalszych badań, które przeprowadzono na zwierzętach. Szczególne zasługi położył na tym polu Flüge i jego szkoła, obserwując zachowanie się ludzi w komorach klimatyzacyjnych.

Wśród wielu czynników fizycznych powietrza najistotniejsze znaczenie dla zdrowia i samopoczucia zwierząt mają: temperatura, wilgotność, ruch powietrza i promieniowanie słoneczne.

### *Higieniczne znaczenie temperatury*

Temperatura powietrza ma duży wpływ na tempo przemiany materii, parowanie wody z ustroju (termoregulacja), produkcję i odporność zwierząt. Gospodarka cieplna ustroju poddana jest dokładnej kontroli specjalnego ośrodka termoregulacji mieszczącego się na dnie IV komory mózgowej. Zadaniem tego centrum jest utrzymanie drogą fizycznej i chemicznej regulacji stałej temperatury wewnętrznej ciała. Zdarzyć się może często, że równowaga procesów produkcji ciepła i jego utraty może być zachwiana i spowodować, w zależności od kierunku, różne, czasem groźne następstwa.

Nadmierne zwiększenie temperatury otoczenia zmusza organizm do utraty ciepła w celu utrzymania wspomnianej równowagi. Na pierwszy plan wysuwają się wtedy czynniki regulacji fizycznej, jak przekrwienie skóry, pocenie się, zwiększenie częstotliwości i głębokości oddechu, zwiększenie powierzchni parowania ciała itp. Czynniki te zazwyczaj wystarczają do utrzymania stałej temperatury ustroju. Jednakże dalsze podwyższenie temperatury zewnętrznej powoduje włączenie się procesu chemicznej termoregulacji (termiczne zadrażnienie zakończeń nerwów czuciowych, działanie hormonów i produktów przemiany materii oraz temperatura krwi). W przypadku gdy i te czynniki zawiodą, następuje podwyższenie się temperatury wewnętrznej ustroju, co może dać objawy tzw. przegrzania, często śmiertelnego dla ustroju.

Według Dahmena (1941) zwiększoną temperaturę znoszą najlepiej konie, potem bydło, świnie i owce. Z objawami udaru cieplnego u zwierząt spotkać się możemy dość często przy ich transporcie w ciasnych, dusznych pomieszczeniach, w upalne i parne dni. Znamiennym przykładem udarów cieplnych u zwierząt mogą być obserwacje Januszkiewicza (1915), Belji (1912), Murina (1911—1912), Stiepanowa (1930) i innych.

Zwiększona utrata ciepła przez organizm zmusza ustrój do podwyższenia energii przemiany materii, a w związku z tym do zwiększenia jego zdolności produkcyjnej, sprawności i zdrowia. Jednakże utrata dużej ilości ciepła przez organizm nie jest dlań obojętna i powodować może przeziębienia, odmrożenia, a nawet śmierć. Jako bezpośrednią przyczynę przeziębień w związku z obniżeniem temperatury zewnętrznej podaje się zmniejszenie odporności organizmu na schorzenia tła infekcyjnego i nie infekcyjnego. Skorochocko podaje, że Keysser, Reineboth i inni obserwowali w przypadkach ochłodzenia organizmu zmniejszenie liczby leukocytów o 50—70%. Jeszcze Pasteur stwierdził zmniejszenie gatunkowej odporności kur na pałeczkę wąglika po przetrzymaniu ich w zimnej wodzie.



Według Keyssera, zwierzęta przebywające 15—20 minut na przeciągu wykazują zmniejszoną ilość opsonin, komplementu i amboceptora w surowicy krwi o 50%. Roemmele (1930), badając wpływ temperatury na przebieg pryszczycy i księgosuszu u świnek morskich, stwierdził zwiększoną predyspozycję i ostrzejszy przebieg tych zaraz u zwierząt poddanych działaniu niskiej temperatury.

Herpinder (1928), interpretując częstość schorzeń w zależności od panującej temperatury, uważa, że nadmierne oziębienie jednej z części ciała sprowadza drogą reflektoryczną obniżenie odporności całego organizmu przeciwko różnym chorobom zakaźnym. Wreszcie zmniejszenie odporności przeciwko różnym chorobom zakaźnym w zależności od temperatury otoczenia wykazali m. in.: Hwatkins, Müller i Noble, Koerigsfeld, Friedeberger i Seidenberg, Friede, Evers i inni.

Ciekawe doświadczenia Klimmera i Haupta przeprowadzone na 24 krowach wykazały, że u 12 z nich, wystawionych na pewien czas na wietrzną i dżdżystą pogodę, występowały objawy porażenia jelit, biegunki, reumatyzm mięśniowy, silne osłabienie, obniżenie mleczności, a w ciężkich przypadkach nawet utrata przytomności. Krowy przebywające w ciepłych pomieszczeniach były zdrowe.

O wpływie obniżonych temperatur na utratę wagi żywej oraz spadek temperatury wewnętrznej ustroju świadczą m. in. prace Fünklera i Collella. Najbardziej odporne na działanie niskich temperatur otoczenia okazują się owce, w przeciwstawieniu do krów, świń i koni.

Liczne eksperymenty dokonywane na młodych zwierzętach w Związku Radzieckim wykazały hartujący wpływ niskich temperatur na organizm. Na podstawie pomyślnych prób rozpowszechniono szeroko w wielu krajach, a zwłaszcza w ZSRR, tzw. system „zimnego wychowu“ cieląt. Polega on na stopniowym przyzwyczajaniu nowonarodzonego przychówka do niekorzystnych warunków klimatycznych (niska temperatura, wiatry, zwiększona wilgotność itp.), przy jednoczesnym zapewnieniu im pełnowartościowego odżywiania. Tak wychowany przychówek, dzięki odpowiednim procesom przystosowawczym, nabywa dużej odporności, hartuje zdrowie i staje się podatniejszy do dalszego chowu.

#### *Higieniczne znaczenie wilgotności powietrza*

Z czynników fizycznych powietrza duży wpływ na parowanie ciała ma m. in. wilgotność. Przy stałej temperaturze wysoka wilgotność powietrza hamuje proces parowania, natomiast niska (suche powietrze) wzmacnia parowanie. Przykładem mogą tu być dane przytoczone przez Skorochockę (1936): przy 20°C i 78% wilgotności względnej utrata wody przez parowanie wynosiła w jednym doświadczeniu 16 g, a przy tej samej temperaturze i 4% wilgotności względnej aż 54 g.

W celu termoregulacji organizm zwiększa częstość i głębokość oddechów, a tym samym zwiększa parowanie wody z płuc. Wpływ temperatury na parowanie wody z organizmu zaliczyć należy do czynników najbardziej uzależniających przebieg tego procesu. Zwiększona temperatura (ponad 20°C) tak w suchym jak i wilgotnym powietrzu zwiększa parowanie, zaś zmniejszona — obniża parowanie skórą a zwiększa drogą płuc. Ruch powietrza przy wysokiej temperaturze nasila procesy parowania z ustroju, przy niewielkiej zaś obniża.

Parowanie wody z organizmu ma bardzo poważne znaczenie dla termoregulacji. Zahamowanie procesów regulacji ciepła w organizmie doprowadzić może do przegrzania ustroju i groźnych jego następstw. Wilgotne i zimne powietrze okazuje się dobrym przewodnikiem ciepła. Zwiększa ono w tych warunkach wypromieniowywanie ciepła z ustroju, a w sprzyjających warunkach doprowadzić może do nadmiernego oziębienia organizmu. Wilgotne i ciepłe powietrze, posiadając hamujący wpływ na procesy oddawania ciepła przez ustrój, obniża tym samym energię przemiany materii, a w następstwie zmniejsza apetyt, przyswajanie pokarmów, wagę żywą i odporność, zwłaszcza wśród młodzieży.

Skorochoćko (1932) przeprowadzał doświadczenia na warchlakach przetrzymując jedną ich grupę przy 88,6% wilgotności względnej, a drugą przy 95,3%. Temperatura otoczenia w pomieszczeniach dla obu grup była jednakowa. W rezultacie 67-dniowych doświadczeń grupa pierwsza, umieszczona w suchszym pomieszczeniu, wykazała przyrost wagi żywej 198% (w stosunku do wagi wyjściowej przyjętej za 100), zaś grupa druga, przebywająca w wilgotniejszym pomieszczeniu, wykazywała jedynie zwiększenie przyrostu wagi żywej o 162,3%. Dobowy przyrost wynosił przeciętnie dla obu grup 249 g i 241 g. Podwyższenie wilgotności względnej powyżej 88,6% doprowadziło do zmniejszenia przyrostu wagi żywej o 2,7% na każdy stopień podwyższania wilgoci.

Alesiejew, przetrzymując w ciągu 4 miesięcy dwie grupy warchlaków w jednakowych warunkach temperatury (9,5—9,6°C) o różnej wilgotności powietrza (75—85% i 95—98%), stwierdził m. in., że u zwierząt przebywających w pomieszczeniu o niższej wilgotności względnej odkładanie azotu było wyższe o 3,42%, a współczynnik trawienia zwiększał się o 2,59%. Poza tym stwierdził u nich podwyższenie poziomu hemoglobiny we krwi o 11,5% i ilości erytrocytów o 9,27% oraz zwiększenie limfocytów, zmniejszenie szybkości opadania czerwonych krwinek i powiększenie przyrostu wagi żywej o 4,3% na dobę.

Arnold i Brody (1927) w pracach doświadczalnych na psach stwierdzili, że jednocześnie wysoka temperatura otoczenia (98°F) i wilgotność względna (70%) osłabia w znacznej mierze odporność przewodu pokarmowego na sztuczne zakażenie szczepem *Serratia marqescens* (*B. prodigiosus*).

Wiegman (1934) wykazał, że duża wilgotność powietrza spowodowała u białych myszek sztucznie zakażonych *B. bipolaris*, *B. enteritidis* Gärtner i *B. rhusiopathie* zwiększoną śmiertelność w porównaniu ze zwierzętami zakażonymi lecz przebywającymi w innych warunkach wilgoci.

Compton (1932) i Roger (1928) stwierdzili również, że występowanie enzootycznego zapalenia opon mózgowych i rdzenia w Egipcie oraz ospy w Anglii związane jest ze zwiększeniem wilgotności w powietrzu. Roemmele (1928), badając m. in. wpływ wilgoci na przebieg pryszczycy i księgosuszu u zwierząt doświadczalnych, stwierdził, że duża wilgotność powietrza skraca u tych zwierząt okres inkubacji i zaostrza przebieg schorzenia.

### Higieniczne znaczenie ruchu powietrza

Znaczenie ruchu powietrza dla zdrowia zwierząt nie jest dostatecznie poznane, zwłaszcza w odniesieniu do zwierząt domowych, narażonych

na częste przebywanie w warunkach wietrznej pogody. Higieniczne znaczenie ruchu powietrza musi być rozpatrywane łącznie z innymi jego czynnikami fizycznymi, bowiem działanie ruchu powietrza zmienia wybitnie swą efektywność w zależności od panującej temperatury i wilgotności. Umiarkowany ruch ciepłego powietrza o średniej wilgotności (60—75%) wpływa korzystnie na zwierzę, ochładzając je i orzeźwiając, zwłaszcza w okresie upału. Wiatry zimne i wilgotne zwiększają utratę ciepła przez zwierzę, a niekiedy doprowadzając do jego nadmiernej utraty, wywołują przeziębienia i odmrozenia. Silny, suchy i gorący wiatr wpływa również szkodliwie na zdrowie zwierząt, powodując wzmożone parowanie ciała, uczucie pragnienia i inne zaburzenia aż do przegrzania włącznie. To ostatnie często jest przy słabym, wilgotnym i gorącym wietrze.

### *Higieniczne znaczenie promieniowania słonecznego*

Promienie słoneczne, działające na skórę zwierząt i głębiej leżące tkanki, wykazują poważny wpływ na przemianę materii ustroju. Reakcja skóry na działanie światła słonecznego objawia się przejściowym lub trwałym rumieniem skóry (*erythema solaris*), a następnie rozszerzeniem naczyń skórnych, wzmożeniem ich przepuszczalności i degeneracją wierzchnich warstw naskórka. W takich przypadkach zwykle podnosi się temperatura skóry i ich głębszych warstw o 4—9°C. W sprzyjających warunkach nastąpić może wzrost ciepłoty wewnętrznej organizmu, a nawet jego przegrzanie. Długotrwałe działanie silnego promieniowania spowodować może zapalenie a nawet nekrozę skóry.

O roli i znaczeniu pigmentu, powstającego w skórze pod wpływem promieni słonecznych, na ogół mało wiemy. Fünzen przypisuje mu rolę ochronną (pochłanianie promieni ultrafioletowych i ochrona głębszych tkanek przed ich działaniem). Pod wpływem promieni ultrafioletowych wzmagają się przemiana materii oraz zwiększają się fizjologiczne funkcje skóry. Najbardziej jednak cenna w tym przypadku jest wzmożona produkcja witaminy D.

Korzystny wpływ promieniowania słonecznego na różne układy i funkcje zwierzęcia jest ustalony niezbitnie szeregiem prac badawczych. Wykazano m. in., że promienie słoneczne, działając bezpośrednio lub pośrednio na zwierzęta, powodują:

- a) zwiększenie liczby erytrocytów i hemoglobiny oraz wzmożenie pracy serca;
- b) nasilenie przemiany białkowej, tłuszczowej, mineralnej (Ca,P) i gazowej w ustroju;
- c) podniesienie temperatury wewnętrznej ciała oraz wzmożenie działalności różnych fermentów i hormonów w organizmie;
- d) wzmożenie lub osłabienie działalności systemu nerwowego;
- e) wzmożenie odporności organizmu i samopoczucia oraz leczenie ran i chorób;
- f) promienie słoneczne, zwłaszcza ultrafioletowe, posiadają silne własności bakterio- i toksynobójcze.

Według Mangolda (1932) promienie słoneczne działają na zwierzęta w następujący sposób:

1. Umożliwiają wyszukanie, rozpoznanie i wybór pokarmu za pomocą wzroku.



2. Pobudzają apetyt zmysłem wzroku.
3. Powodują. zwiększoną ruchliwość zwierzęcia, a w następstwie większe ukrwienie oraz wzmożenie oddychania, przemiany materii i apetytu.
4. Wzmagają przemianę materii na skutek chemicznego działania promieni.
5. Działają pobudzająco na wzrost i zwiększoną produktyjność.
6. Wpływają korzystnie na przemianę mineralną (Ca).
7. Działają zapobiegawczo i leczniczo przeciwko krzywicy.
8. Powodują wytwarzanie witamin.
9. Wzbogacają mleko i jaja w witaminę D.
10. Leczą niektóre choroby i działają bakteriobójczo.

Wspomniane wyżej czynniki fizyczne powietrza, oddziałując na organizmy ludzi i zwierząt, wywołują u nich pewne wrażenia samopoczucia. Łączne działanie tych czynników fizycznych powietrza daje uczucie ciepła lub zimna (ochładzania). Stopień odczuwania ochładzania zależny jest od stanu, charakteru i siły poszczególnych czynników fizycznych powietrza. Ochładzanie jest wypadkową działania i siły czynników klimatycznych w powietrzu. Badanie więc ochładzania ma poważne znaczenie w higienie zwierząt. Staje się to możliwe dzięki wprowadzeniu do badań katatermometru (Hill) i frigorymetru (Dorno-Thilenius).

### Wnioski

Reasumując przytoczone dane należy stwierdzić, że udział czynników fizycznych powietrza w procesach przemiany materii, kształtowania zdrowia i samopoczucia zwierząt jest duży i bez porównania większy niż czynników chemicznych. Obserwowane u zwierząt objawy złego samopoczucia i zdrowia w pomieszczeniach dusznych i ciasnych odnosi się obecnie do wpływu głównie czynników fizycznych powietrza. Nie znaczy to, aby skład chemiczny powietrza w pomieszczeniach nie odgrywał w tym przypadku żadnej roli.

Wśród higienistów panuje obecnie pogląd, że przyczyn złego stanu zdrowia i samopoczucia u zwierząt przebywających w ciasnych, nie przewietrzanych i dusznych pomieszczeniach należy dopatrywać się w łącznym działaniu czynników fizycznych i chemicznych powietrza. Dlatego też właściwe wietrzenie powinno usuwać z pomieszczenia nie tylko nadmierne ilości pary wodnej i ciepła lecz również nagromadzony w nadmiarze dwutlenek węgla, amoniak, siarkowodór i inne szkodliwe zanieczyszczenia. W okresie zimowym właściwie zaplanowana i konserwowana wentylacja grawitacyjna powinna spełniać to zadanie, natomiast w lecie—uciekać się należy do dodatkowego wietrzenia oknami i drzwiami. Przyjęło się również, zwłaszcza w praktyce zoohigienicznej, usuwanie zanieczyszczeń powietrza przez stosowanie różnych absorbentów pochłaniających np.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , parę wodną. Świeże powietrze w pomieszczeniach nie posiadające nadmiernych ilości pary wodnej, szkodliwych gazów i nie przegrzane, stwarza właściwe środowisko dla bytowania przebywających w nich zwierząt.