Лекція 2

АТМОСФЕРА

2.1. Значення атмосфери

Атмосфера – це повітряна оболонка земної кулі, яка з усіх боків оточує нашу планету і обертається разом з нею. Вона простирається на тисячі кілометрів від поверхні землі і є середовищем існування всіх земних організмів (за винятком анаеробних бактерій).

Атмосфера створила умови для виникнення життя на землі і захищає живі організми від згубної дії ультрафіолетових і космічних променів та метеоритів. Повітря необхідне живим організмам для дихання.

Без атмосфери наша планета була б мертвою, втратило б зміст таке поняття, як погода, не було б хмар, атмосферних опадів і різних явищ погоди. Жоден звук не порушував би мертвої тиші. Не маючи захисту від сонячних променів і холоду космічного простору, Земля з одного боку нагрівалася би до 100 ^{o}C тепла, а з іншого – охолоджувалась би до мінус 100 ^{o}C. Земля була би безжиттєвою пустелею. Але в дійсності цього немає, оскільки атмосфера огортає планету і зберігає життя на землі у той формі, що нам відома.

2.2. Склад атмосфери. Значення газів

Атмосферне повітря – це механічна суміш газів з домішками твердих та рідких часточок як природного так і антропогенного походження. Головними складовими атмосферного повітря (за об’ємом) є азот (78%), кисень (21%), аргон (0,9%), вуглекислий газ (0,03%) та водяна пара. Інші гази знаходяться в атмосфері в незначній кількості. Сухе чисте повітря в нижніх шарах атмосфери на всій планеті характеризується сталістю складу. Між атмосферою і біосферою за мільйон років установилася динамічна рівновага. Тому людина й об'єкти сільськогосподарського виробництва пристосовані до певного складу повітря, що є необхідною умовою їхнього існування.

Сталість основного газового складу повітря у нижніх шарах атмосфери обумовлено вертикальними і горизонтальними повітряними плинами, що безупинно перемішують повітря. До висоти 100 км газовий склад атмосфери майже не змінюється. Тільки в шарі 20 – 35 км спостерігається підвищена концентрація ***озону***. Він затримує майже всю хімічно активну і руйнівну ультрафіолетову радіацію (УФР). Озон утворюється внаслідок розщеплення молекул двохатомного кисню під дією УФР Сонця, грозових (електричних) розрядів і деяких окислювальних процесів. Вміст озону в повітрі змінюється по сезонах: навесні збільшується, восени й узимку зменшується. У повітряних масах, що сформувалися у високих широтах, його більше, ніж у повітряних масах низьких широт.

Крім названих основних газів в атмосфері завжди містяться різні ***рідкі, тверді і газоподібні домішки***. Вони попадають в атмосферу в результаті

виверження вулканів, лісових пожеж, діяльності промисловості, авіації, автомобільного транспорту (вихлопні гази) тощо. Деякі з газових домішок (двоокис сірки, окисли азоту, окис вуглецю й ін.) згубно діють на людину, тварин і рослини. Загальна кількість шкідливих домішок в атмосфері незначна, але у великих промислових центрах їхній вміст часом може перевищувати санітарні норми.

Домішки відіграють важливу роль у розвитку ряду атмосферних процесів. З зарядженими аерозолями пов'язані явища атмосферної електрики. Самі дрібні — *ядра конденсації,* необхідні для утворення туману і хмар. З зарядженими аерозолями пов'язані явища атмосферної електрики. Зараз вважають, що аерозолі, розміром 0,2–1,0 мкм, можуть бути ядрами конденсації.

Кожна складова частина повітря тією чи іншою мірою впливає безпосередньо або через інші фактори на органічне життя, отже і на сільськогосподарське виробництво. Причому цей вплив не визначається їх процентним вмістом: навіть незначні гадові домішки до основних газів можуть відігравати істотну роль в атмосферних процесах, які в свою чергу впливають на окремі галузі с/г-ва.

З усіх газів атмосфери найбільше значення для біосфери, у тому числі і для сільського господарства, мають азот, кисень, вуглекислий газ і водяна пара.

Азот — один з головних елементів. Всупереч своїй назві „безжиттєвий” він необхідний для життя організмів, оскільки входить до складу їх клітин, білків, нуклеїнових кислот. Він також впливає на інтенсивність росту рослин. Вільний азот атмосфери не споживається рослинами, оскільки вони засвоюють азот тільки з простих його солей, які є у ґрунті. Лише бобові рослини засвоюють азот з повітря за допомогою бульбочкових бактерій, що живуть на їхньому корінні. Атмосферний азот зв'язується деякими ґрунтовими і бульбочковими бактеріями, що збагачує ґрунт з'єднаннями азоту. Невелика кількість зв'язаного азоту (3—4 кг/га в рік) потрапляє в ґрунт з атмосферними опадами. В атмосферу азот надходить внаслідок розкладу азотних сполук бактеріями.

Азот відіграє важливу роль і в житті тварин. Він засвоюється організмом для синтезу білка, а також розчиняє інші гази (змінює їх концентрацію у повітрі) і цим самим створює нормальні умови для дихання. Надмірна кількість азоту в повітрі (понад 93%) шкідлива для тварин і викликає загибель організму.

Кисень необхідний для дихання як тварин, так і рослин, коріння, насіння, мікроорганізмів. При взаємодії органічних речовин з киснем (окислення) у клітках живих організмів виділяється енергія, що забезпечує життєдіяльність тварин і рослин. Кисень бере участь в утворенні ґрунту і гірських порід, а також у руйнуванні останніх. При активній участі кисню відбувається розклад рослинних і тваринних решток. При цьому складні органічні сполуки перетворюються в простіші, які зону беруть участь у кругообігу речовин у природі. Кисень підтримує горіння і обмін речовин. Вільний кисень в атмосферу потрапляє переважно в процесі фотосинтезу.

Вуглекислий газ — джерело повітряного живлення і асиміляції рослин. Зелені рослини за допомогою світлової енергії в процесі фотосинтезу створюють з

вуглекислого газу і води органічну речовину.

При диханні тварин і рослин, горінні, окисленні, диханні і гнитті органічної речовини вуглекислий газ виділяється в атмосферу. Збільшення (до відомих меж) змісту вуглекислого газу в повітрі сприяє підвищенню врожаю сільськогосподарських культур. Дослідами доведено, що при збільшенні вмісту вуглекислого газу в повітрі у 10 разів (до 0,3%) врожайність культур підвищується у 2–4 рази.

Вуглекислий газ має здатність поглинати тепло, тому грає важливу роль у тепловому балансі Землі, зменшуючи її охолодження. Азот, аргон і кисень практично не мають такої здатності.

Наявність вуглекислого газу у невеликій кількості є бажаною. Розчиняючись у воді, він посилює розчинність поживних речовин ґрунту, зокрема фосфатів. Висока концентрація в ґрунтовому повітрі (більше 1%) завдає шкоди кореневій системі, утруднює біологічні процеси у ґрунті, хоч така концентрація в атмосферному повітрі найсприятливіша для розвитку рослин.

У промислових центрах, де спалюється величезна кількість палива, у парниках, де відбувається гниття гною, у непровітрюваних житлових приміщеннях вміст вуглекислого газу різко зростає. Це призводить до гальмування окислювальних процесів в організмі, зниження температури тіла, підвищення частоти дихання, подразнення слизових оболонок тощо. Загальний стан тваринного організму пригнічується, продуктивність худоби знижується.

Біля поверхні ґрунту в повітрі міститься у 2—3 рази більше вуглекислого газу, ніж над рослинним покривом, тобто концентрація C_2 змінюється в часі й у просторі.

Між атмосферою, ґрунтом, водоймами і рослинним покривом йде безупинний повітрообмін. Спостереження показують, що вміст вуглекислоти в атмосфері за останнє сторіччя збільшилося на 10—12%. Причиною тому є швидке зростання кількості палива, що спалюється в промисловості, на транспорті й ін.

Водяна пара обумовлює утворення хмар, випадання опадів і т.п. Від її вмісту в приземному шарі атмосфери істотно залежить життєдіяльність і продуктивність сільськогосподарських культур і тварин, поширення й активність ряду шкідників і хвороб культурних рослин, випаровування з поверхні ґрунту, транспірація рослин та інші процеси.

Вміст водяної пари в повітрі у земної поверхні коливається від тисячних часток відсотка до 4% об'єму. У середньому кількість водяної пари складає в полярних широтах близько 0,02%, а в тропічних 2,5% об'єму, тобто змінюється більш ніж у 100 разів. Щільність водяної пари з висотою убуває швидше, ніж щільність основних газів, що складають повітря. Уже на висоті 1,5—2 км щільність водяної пари удвічі менше, ніж у приземному шарі атмосфери. Вище 10—15 км залишаються лише незначні сліди водяної пари.

2.3. Будова атмосфери

Атмосфера за своїми фізичними властивостями неоднорідна як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямах. Змінюються усі параметри,

що характеризують стан атмосфери: температура, тиск, густина повітря, газовий склад, особливо вологість, концентрація твердих та рідких аерозолей, швидкість вітру. Найбільшою мірою вони змінюються у вертикальному напрямі. Температура повітря, наприклад, на кожний кілометр висоти в середньому змінюється на 6,5 ^{0}С у нижньому шарі атмосфери товщиною до 11 км, а в горизонтальному напрямі – на таку ж величину на відстані 500 – 600 км.

Тиск повітря зменшується з висотою. В залежності від того, який з параметрів атмосфери беруть за основу, запроваджується відповідний принцип поділу атмосфери на шари.

Розглядають п'ять принципів, на підставі яких атмосферу у вертикальному розрізі поділяють на шари: за розподілом температури повітря з висотою; за складом атмосферного повітря; за наявністю заряджених часток; за характером взаємодії атмосфери з поверхнею землі; за впливом атмосфери на апарати.

За зміною температури з висотою атмосферу поділяють на п'ять основних шарів: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу. Між ними розташовуються проміжні шари:
тропопауза, стратопауза, мезопауза, термопауза.

Тропосфера – нижній шар атмосфери від поверхні Землі до висоти 8 – 10 км (у полярних областях), або 17 - 18 км (над екватором). У помірних широтах середня висота тропосфери 10 — 12 км. Коливання верхньої границі тропосфери залежать від температури: узимку ця границя вища, улітку нижча; протягом доби коливання її можуть досягати декількох кілометрів.

Тропосфера містить більше 80% маси атмосфери. У ній знаходиться майже уся водяна пара атмосфери.

Тропосфера характеризується зниженням температури від земної поверхні до тропопаузи в середньому на 0,6° на кожні 100 м, безупинним перемішуванням повітря (конвекцією), утворенням хмар, випаденням опадів. У горизонтальному переносі переважають рухи з заходу на схід. У тропосфері формуються різні типи повітряних мас, виникають фронтальні розділи, розвиваються циклони, антициклони, інші процеси, що визначають погоду та клімат.

Нижній шар тропосфери, що примикає безпосередньо до земної поверхні, називають *приземним шаром* – висота якого складає кілька десятків метрів. Фізичні процеси в цьому шарі під впливом земної поверхні своєрідні. Тут особливо різко виражені зміни температури протягом доби і протягом року.

Тропопауза — перехідний шар від тропосфери до стратосфери. Висота тропопаузи і її температура змінюються в залежності від широти. Від екватора до полюсів тропопауза знижується. Чим вище тропопауза, тим нижче її температура. Виключення складають полярні райони, де тропопауза низька і холодна. Найнижча температура, зареєстрована в тропопаузі, —92 ° С.

Стратосфера розташовується над тропосферою до висоти 50 – 55 км. В стратосфері міститься майже 20% маси атмосфери. У нижній частині цього шару температура майже не міняється з висотою, а вище 35 км зростає, досягаючи у верхньої границі в середньому за рік 0 ° С.

Стратосфера відрізняється від тропосфери більшою розрідженістю повітря, майже повною відсутністю водяної пари, порівняно великим вмістом озону, що

досягає максимальної концентрації на висоті 22—27 км. Температура на нижній границі стратосфери над екватором весь рік біля —74° С, над полюсами вище. З висотою температура підвищується, досягаючи до стратопаузи +10° С.

Над екватором вона завжди вище, ніж над полюсами. Конвекція не розвинута. Висхідні рухи повітря, дуже характерні для тропосфери, у стратосфері вже майже не спостерігаються. Тому тут, як правило, не утворяться і хмари. На цій висоті спостерігаються тонкі — перламутрові — хмари, що складаються з кристаликів льоду і крапельок води.

Мезосфера знаходиться над стратосферою. Її верхня границя лежить на висоті 80 – 90 км. Мезосфера характеризується значним спадом температури з висотою: від 0°С на нижній границі до —75° С и нижче на висоті 75—80 км, де зниження температури змінюється її підвищенням. Улітку тут виникають тонкі, блискучі, сріблисті хмари, (що складаються, можливо, із дрібних скупчень космічного пилу).

У ***термосфері*** температура з висотою знову різко підвищується і на висоті 100 км переходить через 0°С, досягаючи на висоті 600 км +1500° С

Термосфера — сфера розрідженого іонізованого газу, тому її називають іоносферою.

На рух часток у термосфері впливає магнітне поле. З діяльністю Сонця пов'язане виникнення в термосфері полярних сяйв.

Екзосфера (або сфера розсіювання) - зовнішній надзвичайно розріджений шар атмосфери, що складається з найбільш легких атмосферних газів – водню і гелію — лише умовно обмежена зовнішня сфера, з якої гази можуть звітрюватися в міжпланетний простір. Вона ще мало вивчена. Дослідники припускають, що температура в екзосфері досягає 2000° С.

За складом повітря атмосфера розділяється на два шари: гомосферу та гетеросферу.

Гомосфера поширюється від земної поверхні до висоти 95 км. Вона характеризується тим, що відносний склад газів (азоту, кисню та аргону) та відносна молекулярна маса повітря практично не змінюються з висотою.

Гетеросфера поширюється в атмосфері вище 95 км, в ній поряд з молекулами кисню і азоту є і атоми цих газів. Концентрація атомарних кисню та азоту з висотою збільшується. Тому у гетеросфері відносна молекулярна маса з висотою зменшується.

Молекули повітря до висоти 50 – 60 км не несуть на собі зарядів. З цієї точки зору шар атмосфери від земної поверхні до позначеної висоти називають *нейтральною атмосферою*. Вище за рахунок поглинення квантів сонячної енергії кількість заряджених часток (іонів та електронів) швидко збільшується. Тому атмосферу вище 50 – 60 км називають *іоносферою.*

За взаємодією з підстильною поверхнею атмосферу умовно поділяють на 2 шари:

1 – ***граничний шар (шар тертя)*** – простирається від поверхні землі

приблизно на 1,5 км. На характер руху повітря в ньому впливає земна поверхня та сили турбулентного тертя. Тут ярко виражені добові зміни температури, тиску, вологості повітря, інших метеопараметрів;

2 – ***вільна атмосфера*** – земна поверхня майже не впливає на характер руху повітря, добовий хід метеорологічних величин більш згладжений.

2.4. Склад ґрунтового повітря. Газообмін між ґрунтом і атмосферою

Склад ґрунтового повітря якісно майже не відрізняється від складу наземного повітря за винятком болотних ґрунтів, в яких є метан та сірководень. Інші гази, що входять до складу ґрунтового повітря, мають інше співвідношення, ніж у наземному повітрі. Життєдіяльність мікроорганізмів та коріння, процеси гниття і розпаду зменшують запаси кисню (10–20%) у ґрунтовому повітрі та збільшують кількість вуглекислоти (до 12%). Кількість азоту у ґрунтовому повітрі змінюється внаслідок розпаду білків та денітрифікації речовин, що вміщують азот, під дією мікроорганізмів.

Вміст азоту, кисню та вуглекислого газу у ґрунтовому повітрі непостійний і залежить від типу ґрунтів, характеру угідь (на луках кисню менше, а вуглекислого газу і азоту значно більше, ніж на паровому полі), їх властивостей, пори року, погодних умов, внесення органічних добрив (збільшують вміст кисню). У ґрунтах, зайнятих рослинністю, вміст CO_2 значно більший, ніж по пару. Також на склад ґрунтового повітря впливають волога та температура ґрунту.

Між атмосферою та ґрунтом існує безперервний обмін повітрям – ***аерація ґрунту***, яка обумовлюється дифузією та дією вітру і коливанням атмосферного тиску і залежить від здатності ґрунту пропускати повітря (повітропроникності). Остання, в свою чергу, залежить від пористості, вологості і стану верхнього шару ґрунту.

Ґрунт, що складається з Больших часточок (має багато некапілярних проміжків), пропускає повітря набагато краще, ніж ґрунт розпилений. У вологих ґрунтів повітряпроникність менша, ніж у сухих. Аерація в насичених вологою ґрунтах практично не відбувається. Найкращу повітряпроникність мають структурні ґрунти. Навіть при максимальному насиченні їх вологою залишаються вільні від вологи некапілярні пори, які здатні пропускати повітря.

Поверхнева ґрунтова кірка також затримує газообмін.

Ґрунтове повітря забезпечує кореневу систему рослин, мікроорганізми та інші живі істоти, які є у ґрунті, киснем, азотом, CO_2, H_2O тощо. Повітряний режим ґрунту впливає на родючість, фізико-хімічні і біологічні процеси.