

**GREENING OF INDUSTRIAL POULTRY TERRITORIES
AS ONE OF THE WAYS OF REDUCING THE NEGATIVE
IMPACT ON THE ENVIRONMENT**

**ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРОМИСЛОВОГО
ПТАХІВНИЦТВА ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ
ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ
НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

Vladyslav Kushnerenko¹

Andrey Andreychenko²

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-7>

Abstract. In the area of operation of large poultry farms, atmospheric air can be polluted by microorganisms, dust, bad organic compounds that are products of decomposition of organic waste, as well as oxides of nitrogen, sulfur, and carbon. The epizootic process in conditions of intensive poultry farming is distinguished by the fact that even weakly virulent and conditionally pathogenic microflora, as a result of recirculation and frequent changes of generations, can increase virulence properties and create a serious epizootic and epidemiological threat. **The purpose** of the work is to demonstrate greening of industrial poultry farms as one of the ways to reduce the negative impact on the natural environment. The presented material in the work: systematization of achievements in theory and practical application of green plantings to prevent environmental pollution using various options for improving the territories of poultry enterprises. **The research** methodology is based on general research methods of analysis and synthesis, induction and deduction, observation and abstraction, which systematize the achievements of the theory and practice of modeling systems of various nature in the natural sciences and, in particular, in animal husbandry and

¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1220-2972>

² Postgraduate Student,
Kherson State Agrarian and Economic University, Ukraine

plant breeding. As a result of research and experiments, the expediency and effectiveness of using green plantings, which have a great deodorizing ability – retain and absorb gases, have been theoretically and practically substantiated. **The positive effect** of greenery on physiological indicators (thermoregulation, oxidation processes) and animal productivity has been practically established. The dustiness of the air under the trees is less than in the open area: in May by 20%, in June by 21.8%, in July by 34.1%, in August by 27.7% and in September by 38.7%. During the entire growing season, the average concentration of dust in the open area was 0.9 mg/m³ of air, and under trees – 0.52 mg/m³ of air, i.e. 42.2% less. The most gas-resistant trees and shrubs are: Pennsylvania maple, sycamore, Manchurian hazel, three-spined gorse, gooseberry (all species), common ivy, Cossack juniper, Canadian and Daur moonseed, large-leaved poplar, gray poplar, Canadian poplar, pomegranate, ailant the highest, white acacia, amorphous shrub, pinnate birch, common privet, white mulberry. By alternating plantations with open areas around the places of emission of harmful gases, it is possible to significantly increase the ventilation of the territory in the vertical direction. In a hot climate, green spaces provide protection from dry and dusty winds and at the same time contribute to airing the territory of the enterprise, cleaning its atmosphere from harmful pollutants. **Value/originality.** The effectiveness of the proposed method of preventing environmental pollution provides new opportunities for poultry enterprises in the preservation of ecosystems and sustainable development of territories. Measures for the protection of atmospheric air should be carried out on the basis of widely distributed research works devoted to the study of the quantitative concentration of pollutants entering the atmosphere and the distance of their spread.

1. Вступ

Комплекси із виробництва продукції птахівництва – це багатофункціональні великі агропромислові підприємства з технологічними процесами, що охоплюють весь виробничий цикл від вирощування птиці до отримання кінцевого продукту (продуктів харчування).

Багато птахофабрик в даний час стали джерелами забруднення навколишнього природного середовища, тим самим завдають серйозних економічних, екологічних і соціальних збитків. Газоподібні, рідкі

та тверді відходи птахівницьких комплексів – висококонцентровані гетерогенні системи.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), гній, підстилка та стічні води тваринницьких і птахівничих ферм, які є основною сировиною для виробництва органічних добрив, можуть бути джерелом понад 100 інфекційних та інвазійних захворювань, включаючи зоонозні хвороби. Крім того, самі органічні відходи можуть містити велику кількість важких металів, пестицидів, фармацевтичних препаратів, радіоактивних речовин, насіння бур'янів та інших забруднювачів, які створюють сприятливе середовище для розвитку і тривалого виживання патогенної мікрофлори.

Характерною особливістю епідемічного процесу в інтенсивному птахівництві є те, що в результаті рециркуляції і частої зміни поколінь навіть ослаблена і умовно-патогенна мікрофлора може ставати все більш патогенною і становити серйозну загрозу для епідеміології та епідеміології. Інша не менш важлива особливість полягає в тому, що патогенна мікрофлора може виживати протягом тривалого часу в органічних відходах, особливо на птахофабриках. Наприклад, збудники сальмонельозу та кори бактеріозу можуть виживати в посліді протягом 12 місяців, а збудники туберкульозу – протягом 18 місяців. Тому при розробці високоефективних технологій утилізації відходів птахофабрик особлива увага приділяється виконанню наступних вимог – Обробка відповідно до ветеринарно-гігієнічних вимог [1, с. 11].

Виробництво високоякісної, екологічно безпечної побічної продукції та забезпечення захисту навколишнього середовища від забруднення побічними продуктами внаслідок утилізації відходів. Масштабне забруднення довкілля майже в усіх регіонах України викликало серйозне занепокоєння природоохоронних органів щодо санітарного стану територій, на яких функціонують птахофабрики. Численні скарги громадськості на погіршення стану навколишнього природного середовища не залишилися поза увагою контролюючих органів, які почали видавати приписи та накладати великі штрафи на птахофабрики, що накопичують велику кількість пташиного посліду.

Сучасне промислове птахівництво супроводжується зростанням антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Це супро-

воджується зростанням витрат на запобігання негативним наслідкам забруднення від птахофабрик [2].

Антропогенний вплив на навколишнє природне середовище в даний час пов'язаний з великими навантаженнями, що виникають, з одного боку, внаслідок забруднення біосфери токсичними речовинами, з іншого – внаслідок пере експлуатації природних ресурсів. У багатьох регіонах виникли серйозні екологічні проблеми, пов'язані з негативними результатами людської діяльності, що впливають на природні цикли природних процесів та довкілля.

Природньо, що індустріалізація розвиватиметься і в майбутньому, тому дуже важливо не допустити можливості виникнення таких ситуацій, які б призвели до порушення екологічної стійкості. Основний негативний вплив на природне середовище прийнято пов'язувати з промисловістю, проте сучасне сільськогосподарське виробництво з його великою часткою тваринництва, інтенсивним застосуванням добрив та використанням засобів захисту рослин може бути не менш потужним джерелом впливу. Так, вплив на довкілля великих тваринницьких комплексів і птахофабрик цілком можна порівняти з промисловими об'єктами [3].

Переведення птахівництва на промислову основу дозволило створити потужні підприємства зі стабільно високим виробництвом продукції. Однак екосистеми, що знаходяться в зоні впливу таких підприємств, піддаються інтенсивному впливу, пов'язаному із забрудненням природних середовищ.

Існуючий рівень забруднення атмосферного повітря оцінюється з урахуванням фонових, концентрацій забруднюючих речовин, у атмосферному повітрі території.

Птахофабрика на 400 тис. курей-несучок або на 6 млн курчат-бройлерів виробляє щорічно до 40 тис. т посліду, 500 тис. м³ стічних вод та 600 т продуктів технічної переробки птахів. Для зберігання відходів зайнято велику кількість орних земель. При цьому гноєсховища є сильним джерелом неприємних запахів. Відходи сильно забруднюють поверхневі та підземні води. Найбільша проблема тут у тому, що обладнання для очищення питної води не пристосовано для видалення азотовмісних сполук, які у великій кількості присутні в рідкому посліді. Саме тому пошук шляхів ефективної утилізації посліду становить одну з основних проблем розвитку промислового птахівництва.

Інвентаризація викидів (ДСТУ 8812:2018) [4] являє собою систематизацію відомостей про розподіл джерел по території, кількості та склад викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Основною метою інвентаризації викидів забруднюючих речовин є отримання вихідних даних для:

- оцінки ступеня впливу викидів забруднюючих речовин підприємства на довкілля (атмосферне повітря);
- встановлення гранично допустимих норм викидів забруднюючих речовин в атмосферу як загалом по підприємству, і за окремими джерелами забруднення атмосфери;
- організація контролю за дотриманням встановлених норм викидів забруднюючих речовин в атмосферу;
- оцінки стану пилогазоочисного обладнання підприємства;
- оцінки екологічних характеристик, що використовуються на підприємстві технологій;
- оцінки ефективності використання сировинних ресурсів та утилізації відходів на підприємстві;
- планування повітроохоронних робіт на підприємстві [5–8].

Всі птахофабрики відносяться до підприємств, що виділяють в навколишнє природне середовище пил, шкідливі гази та специфічні запахи. Речовини, що забруднюють атмосферне повітря, численні, різноманітні неоднакові щодо шкідливості. Вони можуть бути в повітрі в різному агрегатному стані: у вигляді твердих частинок, пари, газів. Санітарне значення цих забруднень визначається тим, що вони мають повсюдний розподіл, дають об'ємне забруднення повітря, завдають явної шкоди жителям населених пунктів і міст, та й самим птахофабрикам, оскільки впливають на погіршення здоров'я птиці, а отже, і її на продуктивність.

Таким чином, у зоні функціонування великих птахофабрик можливе забруднення атмосферного повітря мікроорганізмами, пилом, поганими органічними сполуками, що є продуктами розкладання органічних відходів, а також оксидами азоту, сірки, вуглецю, що виділяються при спалюванні природного енергоносія.

У зв'язку з існуючою проблемою необхідна розробка заходів, що дозволяють знизити рівень забруднення повітря у зоні впливу птахофабрик. Загалом заходи щодо охорони повітряного басейну території птахофабрик можна поділити на загальні та спеціальні.

До загальних заходів боротьби із забрудненням повітря відносяться висока санітарна культура ведення галузі, безперебійна робота систем забезпечення мікроклімату (насамперед вентиляції), видалення посліду, ретельне очищення та дезінфекція приміщень, організація санітарно-захисної зони та ін. При цьому виділення санітарно-захисних зон має особливе значення при охороні довкілля та здоров'я людини від несприятливого впливу з боку комплексів (птахофабрик). Згідно з нормами ДСанПІН 145-11 [9] санітарно-захисні зони відокремлюють від житлової забудови об'єкти, що є джерелом шкідливих речовин, що неприємно пахнуть. Санітарно-захисною зоною служить територія між місцями виділення у навколишнє середовище шкідливих речовин та житловими, громадськими будинками. Раціональне розміщення об'єктів птахофабрик, санітарно-захисне зонування та інші заходи дозволяють здійснювати охорону атмосферного повітря селищної зони.

До заходів, що дозволяють знизити забрудненість повітря поганими речовинами на великих птахофабриках можна віднести озеленення та благоустрій територій. Таким чином, у зоні функціонування великих птахофабрик можливе забруднення атмосферного повітря мікроорганізмами, пилом, поганими органічними сполуками, що є продуктами розкладання органічних відходів, а також оксидами азоту, сірки, вуглецю, що виділяються при спалюванні природних енергоносіїв. За величиною викиду забруднюючих речовин та його специфіці підприємства індустріального птахівництва можна зарахувати до джерел що надають значний вплив на атмосферне повітря.

У зв'язку з існуючою проблемою необхідна розробка заходів, що дозволяють знизити рівень забруднення повітря у зоні впливу птахофабрик. Однак слід підкреслити, що очищення та знезараження повітря економічно дороге та використовувати їх треба там, де це доцільно та викликано необхідністю. Часто для охорони повітряного басейну птахофабрик та навколишньої території буває достатньо загальних засобів боротьби із забрудненням повітря. У зв'язку з цим створення ефективних програм, спрямованих на регулювання якості атмосферного повітря в зоні функціонування підприємств, потребує адекватної оцінки його стану та прогнозу змін цього стану.

2. Мікроклімат господарських територій і зелені насадження

Рух повітря є найважливішим фактором, що визначає мікроклімат територій тваринницьких підприємств які мають значні масиви зелених насаджень, особливо влітку, і впливає на сприйняття тепла людьми і тваринами в перегрітому середовищі. Найсприятливіші вітрові умови для тварин – це ті, при яких гілки легко гойдаються, листя шелестить, а швидкість вітру становить від 0,5 до 3 м/с. Зелені насадження можуть створювати безперервний потік повітря, змішуючи і освіжаючи його навіть у повній тиші. Використання деревних рослин і чагарників дозволяє поліпшити вентиляцію біля господарських приміщень або їх окремих ділянок, захистити господарські будівлі від зустрічного вітру, регулювати рух повітря, послабити або прискорити його рух і змінити напрямок потоку. У спекотному кліматі важливий розмір листя пологу. Чим менше листя, тим більше теплової енергії може поглинути листовий покрив. Завдяки біологічним процесам, що відбуваються всередині рослини, повітря сильно охолоджується, а тепле повітря в нижніх шарах опускається і замінюється. Вертикальний повітрообмін особливо важливий у м'які літні дні. Цьому сприяють зазори (квартирки) між пологом і кроною. Густі насадження перешкоджають циркуляції повітря. Різниця температур (до 10-12°C) між зеленими зонами та відкритими або забудованими територіями спричиняє горизонтальне переміщення повітряних мас від зелених зон до периферії. Тепле повітря піднімається і перетворюється на холодне. Там, де зелені зони розташовані вище, ніж будівлі, інтенсивність вітрогенерації значно зростає, а швидкість вітру досягає 1 м/с. Такі повітряні потоки (бризи) зазвичай виникають, коли на околицях ферми є великі зелені зони з різницею температур щонайменше 5°C і різницею тиску щонайменше 1 бар. Зі збільшенням швидкості вітру посилюється циркуляція повітря, хоча температура залишається незмінною. У спекотні літні дні рух повітря особливо помітний після заходу сонця. У такі дні потік повітря на фермі рухається від зелених зон до будівель, а вночі, як правило, у зворотному напрямку до термічно стабільних зелених зон. У прохолодні дні потік повітря відсутній. Реалізація різних дизайнів зелених насаджень і використання різних методів розміщення може впливати на повітряні потоки, змінювати напрямок руху і швидкість вітру (рис. 1).

Група конструкцій, які не продуваються, представляють собою полосу із щільно зімкнених крон дерев і чагарників різної висоти, і такі групи часто створюють триярусними: у нижньому ярусі чагарники – ліщина, калина; у середньому – клен, липа; у найвищому ярусі – дуб. Повітряний потік обтікає групу зверху та з боків, не проникаючи усередину. При цьому швидкість вітру починає падати ще на підступах до смуги. Внаслідок тертя об верхівки дерев швидкість над масивом гаситься до 50%, але, наближаючись до зони «негативного» тиску, що існує за смугою, повітряний потік знову отримує додаткове прискорення. У місці відновлення швидкості, рух повітря носить турбулентний характер і залежить від щільності рослин. Завихрення, що утворюються, негативно позначаються на ґрунті, рослини погіршують мікроклімат.

Вітрозахисний ефект широкого і щільного зеленого поясу, що складається з восьми рядів дерев висотою 15-17 м і чагарників, спостерігається на відстані, рівної 30-40 висотам

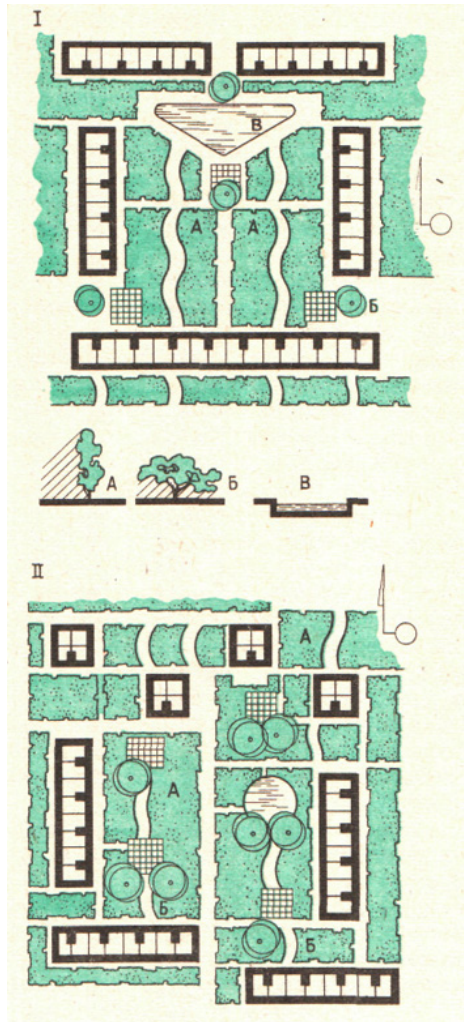


Рис. 1. Варіанти (I, II) планувального розв'язку регулювання мікроклімату забудови засобами благоустрою, озеленення й обводнювання території

дерев, після чого швидкість вітру повертається до своїх початкових значень. Група ажурної конструкції менш щільна. Частина вітрового потоку, проникаючи усередину зеленого масиву, втрачає значний запас енергії на утворення тепла від тертя повітряних часток об стовбури й гілля, інша обтікає перешкоду зверху. За смугою ажурної конструкції швидкість вітру знижуватиметься, але меншою мірою, ніж за не продувною конструкцією, однак їх дія позначається на більшій відстані, рівній 40-50 висот дерев, що ростуть у смузі.

Самотньо розташована на відкритому місці ажурна група знижує швидкість вітру навколо себе. Ажурні конструкції найбільш ефективні для захисту від вітру пішохідних трас, майданчиків, їх розташовують поперек вітрового потоку.

Так, для зниження швидкості вітру поблизу будівлі слід перед ним розмістити смугу зелених насаджень ажурної конструкції на відстані від 2 до 5 висот цього будинку.





Група конструкцій, які продуваються, бувають переважно одноярусні, які вільно пропускають вітровий потік який, увійшовши в групу, розділяється на два: нижній, що проходить крізь просвіти під кронами, і верхній, що проходить над кронами. У таких смугах швидкість вітру знижуватиметься меншою мірою, ніж у не продувних або ажурних груп, але саме при продувній конструкції вплив смуги простягається значно далі (до $H = 50-60$), ніж за другими групами, не викликаючи турбулентних збурень.

Для смуги, продувної конструкції характерне незначне ослаблення вітру поблизу смуги.

Ефективність групи зелених насаджень визначається складом деревних порід, поперечним перерізом масиву, розвиненістю положу, висотою, ступенем заглибленості рослин і густотою чагарників. Залежно від завдання ми обираємо дизайн смуги, розташування рослин (окремі групи рослин, поодинокі дерева, з простором або без нього, з урахуванням розміру і форми). Особливу увагу слід звернути на загальну забудову і планування міської території, щільність забудови, напрямок і форму доріг, рельєф місцевості (використання існуючих долин і старих водотоків) і кут нахилу смуги по відношенню до основних напрямків повітряних потоків.

Горизонтальне провітрювання зелених насаджень забезпечується системою компактних груп, рослинних масивів і відкритих майданчи-

ків. При розміщенні дерев і чагарників враховуйте необхідність використання рослин для зниження швидкості руху повітря і запобігання небажаних протягів під час сильного вітру, як показано на схемі (рис. 2).

Конструкція смуги	Висота насаджень Н за поперечного профілю			
				
Непродуваема	35	42	30	48
Ажурна	50	45	42	47
Продуваема	55	60	50	56

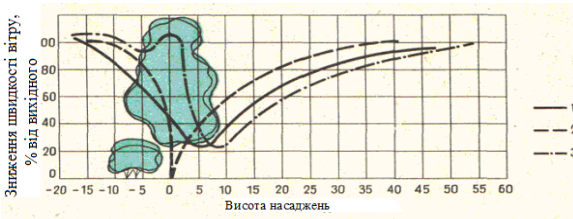


Рис. 2. Вітрозахисні властивості щільної зеленої смуги:
1 – ажурна; 2 – не продуваема; 3 – продуваема

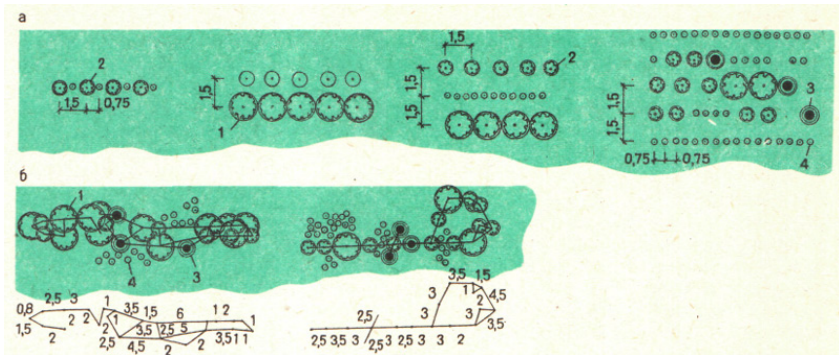


Рис. 3. Схема вітрозахисних посадок: а – регулярних; б – нерегулярних; 1 – швидкозростаючі дерева; 2 – повільно ростучі дерева; 3 – декоративні дерева; 4 – чагарники (відстані між рядами й стовбурами дерев зазначені в метрах)

На ділянках, призначених для відвідувань, слід максимально застосовувати насадження ажурної конструкції, що дає необхідну тінь і оптимальне провітрювання.

Слід мати на увазі, що огорожа зі стриженого глоду знижує швидкість вітру з 2,3 до 0,4 м/с, лінійна посадка дерев із чагарниками – з 2,6 до 0,4 м/с, дерева з високою кроною – з 2,7 до 2,1 м/с. Тому огороження по периметру невеликого майданчика або ділянки спричиняє застій повітря.

Добрі мікрокліматичні умови створюють дерева з високо піднятими (більш 3 м) зімкнутими розкидистими кронами. Вони забезпечують достатнє затінення і нормальне провітрювання. У залежності від величини простору під кронами поліпшується вертикальне й горизонтальне провітрювання.

Система озеленення тваринницького підприємства відіграє найбільш важливу роль у створенні сприятливих мікрокліматичних умов навколишнього середовища для тварин. Це перш за все проявляється в екстремальних умовах. Так, в умовах жаркого клімату вона забезпечує захист від сухих і курних вітрів і одночасно сприяє провітрюванню території підприємства, очищуючи його атмосферу від шкідливих забруднювачів.

Провітрюванню центральних частин птахівничої ферми, розташованих у глибині забудови, допомагають клинчасті масиви зелених насаджень, витягнуті за напрямком сприятливих вітрів. Такі великі масиви здатні навіть збільшити швидкість повітряного потоку, для чого створюють спеціальні розриви у вигляді просік або систему відкритих просторів, що включає газони й квітники.

Вітрозахисні насадження можуть бути у вигляді рядових (регулярних) або групових (нерегулярних) посадок. Можна значно знизити або навіть взаємно погасити повітряний потік, якщо зелені полоси, не продувні і продувні, менш 10 м розмістити одне відносно одного на відстані в одну висоту дерев. У залежності від швидкості й сили вітру ширина смуг з боку пануючих вітрів може бути збільшена до 20-30 м і більше. Хоча дія захисних смуг залежить від висоти дерев, але й щільні газони знижують швидкість вітру на 10%. Повне загасання вітру в масиві можливе при наявності зімкнутих крон у верхньому ярусі й щільного підліска, причому рослини повинні бути віч-

нозеленими, тому що ефективність вітрозахисту листяних порід різко падає після обпадання листя.

У найбільш великих масивах з урахуванням вітрозахисних властивостей насаджень і місцевих умов створюють спеціальні вітрозахисні смуги [10, с. 11].

3. Газообмінний процес зелених насаджень

Найважливішим елементом для життя людини і тварин є кисень, який має біогенне походження і виробляється рослинами. Життя на землі виникло й розвинулося за участі звичайного молекулярного кисню (O_2), озону (O_3) і атомарного кисню (O).

Близько 2,2 млрд років тому в атмосфері почав накопичуватися вільний кисень. Перші ознаки життя з'явилися в місцях, захищених від руйнівних ультрафіолетових променів водою або шаром осаду.

Поява багатоклітинних організмів була викликана нагромадженням в атмосфері вже достатньої для їхнього існування кількості кисню. Рослини мають цінну властивість безупинно розщеплювати вуглекислий газ, використовувати вуглець і збагачувати повітря киснем.

До XVII сторіччя була поширена думка, що рослини харчуються «соками землі» на зразок харчування тварин. Впритул вдалося наблизитись до розкриття таємниці процесів, що відбуваються в рослинах, Ван Гельмонт, який провів цікавий експеримент. У бочку, наповнену висушеною землею масою 80 кг, він посадив вербу (2,25 кг), яку протягом 5 років поливав дощовою водою. Коли дерево було викопано і зважене, то виявилось, що за цей строк його маса збільшилася до 66 кг (з обліком опалих за ці роки листків), а маса ґрунту практично залишилася без змін (знизилася на 56 г). На жаль, Ван Гельмонт зробив помилковий висновок, що весь приріст відбувся за рахунок води.

Надалі вченим удалося встановити, що в листах рослин з вуглекислого газу, що надходить із повітря, і води, отриманої з ґрунту, за рахунок енергії сонячних променів утворюються вуглеводи (цукор) і в атмосферу виділяється вільний кисень. Цей процес був названий асиміляцією вуглецю, або фотосинтезом, від грецьких слів «фото» – світло й «синезис» – утворення складних хімічних сполук із простих.

При створенні кожної молекули цукру в ній виявляються законсервованими 674 калорії сонячної енергії, перехоплені листям рослин.

Поглинає сонячні промені зелений пігмент – хлорофіл. Лише за один рік сонячна енергія, накопичена рослинами в процесі фотосинтезу, може забезпечити енергією 100 000 великих міст протягом 100 років. Коли ми спалюємо вугілля, бензин, торф і горючі сланці, ми використовуємо лише продукти фотосинтезу. Клітини тварин і людини отримують необхідну їм життєву енергію з їжі, яка також є накопиченою енергією сонячного світла. Дихання людини і тварин наповнює організм киснем і виділяє вуглекислий газ CO_2 . Рослини щороку поглинають з атмосфери $16 \cdot 10^{10}$ тонн вуглекислого газу і виділяють близько $5 \cdot 10^{11}$ тонн вільного кисню. Склад атмосфери відносно постійний. Концентрація кисню в атмосфері становить близько 20,95 відсотка (за об'ємом), а через турбулентне перемішування атмосфери концентрація вуглекислого газу в різних частинах світу майже однакова – 0,03 відсотка. Атмосфера також містить 78,09% азоту і 0,93% аргону. Тонка пластинка листка за своєю будовою і внутрішньою структурою напрочуд дивно пристосована для фотосинтезу. Вуглекислий газ проникає в лист через щілини устячок, розміщених в основному на нижній стороні листа, устячко являє собою м'якоть (губку) з рихло розташованих кліток з великими проміжками, заповненими повітрям.

По тканині вуглекислий газ потрапляє до кожної клітини і розчиняється у воді, яка просочує оболонку і подається розгалуженою мережею жилок. У результаті виходить розчин вугільної кислоти, який поглинається в клітинах хлоропластами. Вуглеводи, які нагромадилися протягом дня, відтікають по жилкам листів, гілкам і стовбурам до місць їх споживання, як правило, вночі. Потoki пересуваються назустріч, не заважаючи один одному. Пересування вуглеводів з листя вниз по стовбуру до коріння здійснюється по корі дерева. Утворені в листах цукри, використовуються ростучими пагонами й корінням для побудови тканин; витрачаються при диханні – процесі, за рахунок якого рослина одержує енергію; відкладаються в нерозчинній формі у гілках, стовбурі, коріннях на майбутнє. Ці запаси крохмалю навесні переходять у цукор, розчиняються у воді деревини й з нею по судинах пересуваються до бруньок які розпускаються, де служать матеріалом для побудови молодого пагона, і сприяють зацвітання рослини. Навесні, з ураженого стовбура берези виділяється солодкувата рідина під назвою «березовий сік». Це і є розчин цукру. У той час, коли для

рослини особливо потрібна вода, ми нерідко відбираємо її у дерева. Слід категорично заборонити безконтрольний і безсистемний видобуток березового соку в лісах і заборонити його продаж у містах.

На створення весняного пагона йде майже весь запас речовин. Частина їх зберігається на випадок, якщо листя буде знищено сильними морозами або комахами. Якщо ж відновлене листя загине знову, то рослина, як правило, гине. У листяних дерев молоді пагони створюються тільки за рахунок торішніх запасів, а у хвойних ці запаси дуже малі, саме тому втрата хвої для них закінчується загибеллю рослини.

Дорослий здоровий ліс на площі 1 га поглинає 220-280 кг вуглекислого газу, виділяє в атмосферу 180-220 кг кисню [11]. На виробництво кисню впливає кількість листя і стан дерева. Дерево середнього розміру може забезпечити простір для дихання трьох людей. Швидкість газообміну протягом вегетаційного періоду варіюється від дерева до дерева. Якщо ефективність газообміну норвезької ялини встановити на рівні 1, модрина – 1,18, сосни звичайної – 1,64, липи широколистої – 2,54, дуба білого – 4,5, а берлінської тополі – 6,91, то ефективність газообміну буде дорівнювати 1. Знаючи інтенсивність фотосинтезу, а отже, ефективність газообміну і кількість кисню, що виділяється різними видами рослин, можна підібрати оптимальне поєднання і кількість дерев і чагарників для ландшафту (рис. 4).

Джерелом вуглекислого газу в атмосфері є: дихання людей і тварин, шумування мікроорганізмів, вулканічні гази, гарячі ключі, господарська діяльність людини (особливо спалювання горючих копалин) і т.ін.

Розвиток промисловості, знищення лісів, скорочення площі зелених насаджень і сільськогосподарських угідь призвели до того, що з початку ХХ ст. в атмосфері відбувається поступове збільшення вмісту вуглекислого газу. У цей час воно зросло на 10-15% і продовжує рости приблизно на 0,4% щорічно. За підрахунками вчених, за останні 100 років людство використало 250 млрд. т кисню й викинуло в атмосферу 360 млрд. т вуглекислого газу. Близько половини всієї кількості CO_2 накопичується в атмосфері, чверть поглинає світовий океан, залишок – біомаса. Наприклад, повітря в місті має CO_2 на 0,01-0,02% більше, ніж поза містом. Рослини вже не в змозі повністю використовувати в процесі фотосинтезу вуглекислоту, яка попадає в атмосферу.

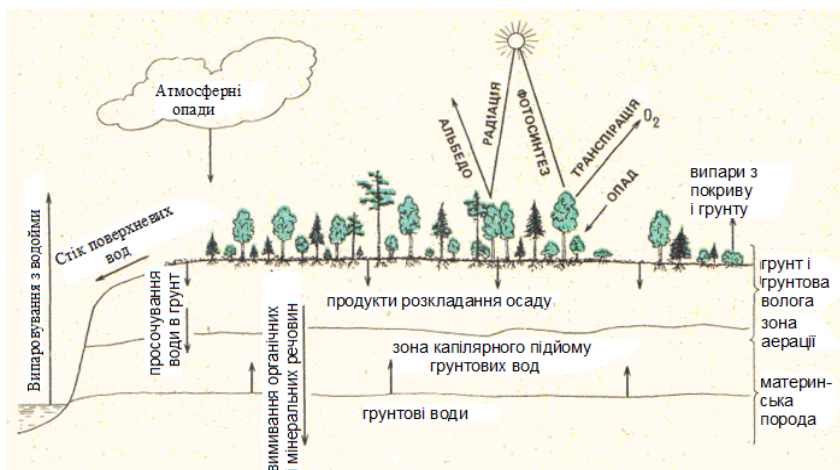


Рис. 4. Схема взаємовпливу рослин і середовища

Наприклад, повітря в місті має CO_2 на 0,01 0,02% більше, ніж поза містом. Рослини вже не в змозі повністю використовувати в процесі фотосинтезу вуглекислоту, яка попадає в атмосферу.

Добре відомо, що вуглекислий газ діє в атмосфері, як скло в оранжереї: не пропускає сонячну радіацію і не пропускає інфрачервоне (теплове) випромінювання землі, створюючи так званий «парниковий ефект», наслідки якого важко передбачити.

На процеси в атмосфері впливає аерозоль – зважені в повітрі частки розміром від десятків нанометрів до декількох десятків мікрометрів. Виникає він під впливом «засмічень», які надходять від підприємств, при вулканічних виверженнях і т.п. Кожний кубічний сантиметр повітря, яким ми повинні дихати в місті, містить від 10 до 100 тис. дрібних часток, у горах і сільській місцевості близько 5 тис., над океаном ще менше. З висотою його концентрація зменшується.

Близько 10% CO_2 і приблизно 15% аерозолів, які втримуються в атмосфері, є результатом господарської діяльності людини, і щорічні викиди їх становлять відповідно близько 15 млрд і 30 млн т.

Озон – активний газ, завжди присутній у повітрі. Він може несприятливо впливати на живі організми, але, тому що його концентрація в

земній поверхні незначна (у середньому вона становить 6-10%), він безпечний.

У міру нагромадження кисню частина його у верхніх шарах атмосфери під впливом сонячної радіації перетворювалася в озон. Тонкий шар озону (озоновий екран) надійно захищає нас від ультрафіолетових променів і поглинає близько 20% випромінювання Землі, підвищуючи дію, парникового ефекту, атмосфери. Якби цей газ зосередити на поверхні землі, то він утворював би плівку лише в 2-4 мм товщиною.

Величезний вплив на баланс газів в атмосфері проявляє гідросфера. Якщо в атмосфері співвідношення між азотом і киснем дорівнює 4, то у водоймах відносна доля кисню приблизно у два рази вище, ніж в атмосфері. Це дозволяє говорити про надзвичайно важливу роль рослинності океанів і морів у підтримці постійного газового складу атмосфери. На фітопланктон світового океану несприятливо впливають нафта й пестициди. Зменшення кисню у водоймах, морях і океанах може значно прискорити процес порушення газового балансу в атмосфері.

Усяке забруднення викликає у природи захисну реакцію, спрямовану на його нейтралізацію. Будь-яке забруднення викликає захисну реакцію природи, яка намагається його нейтралізувати. Однак, коли забруднення зростає, стає зрозуміло, що природні системи самоочищення, особливо рослини, рано чи пізно не витримують тиску.

4. Зелені насадження й атмосферне забруднення

Забруднення повітря є однією з найбільш поширених і складних форм впливу різних галузей тваринництва на навколишнє середовище.

Повітря на тваринницьких фермах забруднене твердими частинками, пилом, сажею, попелом, аерозолями, газами, парами, димом і т. п. Змішування забруднювачів серйозно ускладнює оцінку впливу кожного окремо взятого компонента, які, вступаючи у взаємодію, збільшують негативні наслідки.

До основних джерел, що забруднюють атмосферу, відносяться промислові підприємства, паливно-енергетичні підприємства, транспорт.

Рослинність, дикі тварини, будівлі, метали, будівельні матеріали, тканини, люди, тварини і все, що нас оточує, страждає від забрудненого повітря.

На сьогодні склад сухого повітря в атмосфері визначається наступним співвідношенням газів:

Гази / Вміст у повітрі (% за обсягом)

Азот N_2 78,09

Кисень O_2 20,95

Аргон A_2 0,93

Вуглекислий газ CO_2 0,03

Неон Ne..... 1,82-10~3

Гелій He..... 5,24-10~4

Криптон Kr..... 1,14-10~4

Водень H_2 5,00 -10~5

Ксенон Xe..... 8,70-10~6

Перераховані гази прийнято вважати складовими повітря за вмістом й поширенням в атмосфері. Діяльність людини систематично порушує це співвідношення.

Збільшенню вмісту CO_2 в атмосфері Землі в значній мірі сприяє непродумана вирубка на величезних територіях лісів, які служили найважливішими поглиначами CO_2 і джерелами кисню.

Багато вчених вважають, що величина й сила антропогенного впливу на клімат перш за все залежать від виділення вуглекислоти у процесі спалювання палива, перетворення планетарного круговороту цього газу і підвищення його концентрації в атмосфері, що викликає «парниковий ефект» – погіршення прозорості повітря для теплового випромінювання Землі і як наслідок – підвищення температури атмосферного повітря. Підвищуючи температуру земної поверхні і прилягаючого повітряного шару, ріст вмісту CO_2 порушує енергетичний баланс атмосфери. Моделювання цих процесів показує, що до початку наступного століття реально досягнута концентрація CO_2 , у стані підвищити середню температуру поверхні Землі на $1^\circ C$. Збереження сучасних темпів зростання виробництва енергії за рахунок спалювання пального веде до росту концентрації CO_2 і як наслідок – до зміни земного клімату.

Крім згаданих вище газів у повітрі завжди перебувають різні домішки, як газоподібні, так і тверді, рідкі (метан CH_4 , окис вуглецю CO , сірчистий газ SO_2 , закис азоту N_2O , озон O_3 , двоокис азоту NO_2 , Rr, окис азоту NO , водяна пара). Їхній вміст у різних точках земної кулі неоднаковий і мінливий.

У результаті діяльності людини в повітря викидається окис сірки. У недалекому минулому вона потрапляла в повітря разом з димом, зараз вона надходить і з інших джерел. Основними джерелами є викиди електростанцій і промислових підприємств, які працюють на вугіллі і нафтовому паливі з високим вмістом сірки, виробництво металів із сірчистих руд. Чимале значення мають тваринницькі підприємства.

Дослідження показали, що джерела різної висоти, щільності розміщення й обсягу викидів не пропорційно впливають на забруднення повітря в приземному шарі. Якщо на долю енергетики доводиться близько 60% викидів окисів азоту, то їх внесок у забруднення повітря не перевищує 20%. Хоча викиди від автотранспорту значно менші, однак вони є постачальником близько 70% забруднювачів. Тому в розрахунках по оцінці концентрацій шкідливих речовин у повітрі враховуються всі джерела викидів не залежно від їх параметрів і обсягів.

Істотне значення має запиленість атмосфери, особливо в енергетичному балансі біосфери, тому що пил розсіює й поглинає сонячну радіацію. За підрахунками, надходження пилоподібних часток в атмосферу Землі становить (млн т на г): від індустріальних процесів – 45, енергетичних і опалювальних процесів – 36, інших видів господарської діяльності – 30, вітрової ерозії ґрунтів – 500, лісових пожеж – 135, виверження вулканів – 250, від випаровування морської води – 1000 і космічного пилу – 10.

Заходи щодо охорони атмосферного повітря повинні здійснюватися на основі широко поставлених науково-дослідних робіт, присвячених вивченню кількісної концентрації забруднень, які потрапляють в атмосферу, і відстані їх поширення.

Факти свідчать про явну недооцінку ролі й можливості рослин в охороні навколишнього природного середовища.

Листя може відігравати важливу гігієнічну роль, поглинаючи токсичні гази, накопичуючи токсичні речовини в листі, а потім у внутрішніх тканинах.

Потім вони накопичуються у внутрішніх тканинах. Деякі токсичні речовини виходять з листя і локалізуються в зростаючих пагонах, плодах, бульбах, цибулинах і коренях. Кількість оксидів фтору, хлору та сірки, накопичених у всіх органах рослин, становить менше 20% від кількості, що міститься в листі.

Деревні рослини можуть виконувати ці функції лише за умови, що «концентрація аерозолів, особливо в рідкій або газоподібній фазі, не досягає меж, шкідливих для живих клітин».

У результаті досліджень, проведених фахівцями Дніпровського національного університету [12, с. 67–76], встановлено, що біла акація, берест перистоветвистий, бузина червона, тополя канадська, шовковиця і бирючина звичайна вловлюють з'єднання сірки, а активними поглиначами фенолів виявилися біла акація, берест перистоветвистий, аморфа чагарникова, бирючина звичайна. Верба, біла акація стійкі стосовно фтору, тому їх використовують при озелененні підприємств, пов'язаних з алюмінієм.

Найбільш стійкі до газів дерева й чагарники: клен пенсільванський, древогубець плетистий, ліщина маньчжурська, гледичія трьох колючкова, агрус (усі види), плющ звичайний, ялівець козацький, місяцесімянник канадський і даурський, тополя крупнолисна, сіра тополя, тополя канадська, гранат, айлант найвищий, акація біла, аморфа чагарникова, берест перистоветвистий, бирючина звичайна, шовковиця біла.

Узимку листяні дерева позбавлені своїх фізіологічно активних органів – листя. Хвойні дерева, які залишаються зеленими взимку, менш стійкі до шкідливих промислових викидів.

Рослини з високою здатністю розщеплювати 3,4-бензопірен використовуються для очищення навколишнього середовища від канцерогенних поліциклічних вуглеводнів.

Слід вибирати види, які очищають повітря від токсичних газів, і види, які очищають повітря від пилу.

Зелені насадження затримують пил і зменшують забруднення повітря. Ефективність вегетативного контролю пилу залежить від породи дерева і визначається структурою дерева та його здатністю забезпечувати вітрозахист. Деревя з грубим, зморшкуватим, складеним, волохатим, липким листям найкраще підходять для уловлювання пилу (рис. 5).

Шорсткі листи (в'яз) і листя, покриті найтоншими ворсинками (бузок, черемшина, бузина), краще утримують пил, ніж гладкі (клен, ясен, бирючина).

Листя з повстяним опушенням за пило затримуючої здатністю мало відрізняються від листя зі зморшкуватою поверхнею, але вони погано очищуються дощем. Клейкі листя на початку вегетації мають високі

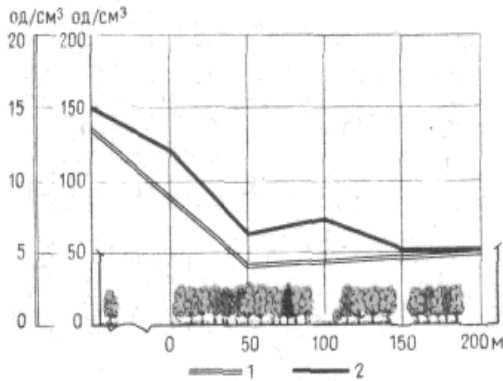


Рис. 5. Зниження запиленості повітря на території зелених насаджень: 1 – діаметром 1-10 м; 2 – діаметром 0,5-1 м

пило затримуючі властивості, але їх втрачають. У хвойних порід на одиницю ваги хвої осідає в 1,5 рази більше пилу, ніж на одиницю ваги листя, і пилозахисні властивості зберігаються цілорічно. Знаючи пилозахисні властивості рослин, варіюючи розміри території, яка озеленюється, підбираючи породи й необхідну густоту посадок, можна досягти найбільшого пилозахисного ефекту. Дощі, звільнюючи насадження і повітряний басейн від пилу, змивають її на поверхню землі.

На території тваринницьких підприємств запиленість повітря значно вище, ніж поза підприємством. Кількість пилу в повітрі змінюється в залежності від вологості повітря й швидкості вітрів.

Спостереження В. Ф. Докучаєвої показують, що запиленість повітря під деревами менше, ніж на відкритому майданчику: у травні на 20%, у червні на 21,8%, у липні на 34,1%, у серпні на 27,7% і у вересні на 38,7%. За весь вегетаційний період середня концентрація пилу на відкритому майданчику склала 0,9 мг/м³ повітря, а під деревами – 0,52 мг/м³ повітря, тобто на 42,2% менше.

Запиленість повітря під деревами виявилася менше, ніж на відкритому майданчику: у грудні на 13,6%, у січні на 37,4%, у лютому на 18%. За весь осінньо-холодний період середня концентрація пилу в повітрі на відкритому майданчику склала 0,8 мг/м³ повітря, а під деревами – 0,5 мг/м³ повітря, тобто на 37,5% менше (табл. 1) [13].

По мірі віддалення від джерела кількість пилу, який перебуває в повітрі, так і зібраного зеленими масивами, на одиницю площі знижувалася.

Ялицевий ліс на площі 1 га в стані затримати 32 т пилових часток, буковий ліс – 68 т пилу. Це пов'язано з тим, що 1 га букових насаджень розвиває загальну листову поверхню, рівну 75 га. Одне дерево тополі висотою 9 м має площу стовбура, сучків і гілок близько 8 м² і листову поверхню 50 м². Дуже гарним пиловловлювачем є в'яз. Він затримує пил в 6 разів інтенсивніше, ніж тополя, з гладенькими листками.

Рослинність площею 1 га за вегетаційний період очищає від пилу 10-20 млн. м³ повітря.

Таблиця 1

**Кількість пилу, осадженого листовою поверхнею
дерев різних порід**

Рослини	Сумарна площа листової пластинки, м ²	Загальна кількість осадженого пилу, кг
дерева		
айлант	208	24
акація біла	86	4
в'яз перистоветвистий	66	18
в'яз шорсткий	223	23
гледичія	130	18
верба	157	38
клен польовий	171	20
тополя канадська	267	34
шовковиця	112	31
ясен зелений	195	30
ясен звичайний	124	27
чагарники		
акація жовта	3	0,2
бересклет європейський	13	0,6
бирючина звичайна	3	0,3
бузина червона	8	0,4
лох вузьколистий	23	2
бузок звичайний	11	1,6
спірея	6	0,4
виноград плямистий	3	0,1

Хімічний склад пилових часток відрізняється різноманіттям складових його компонентів, часто присутністю значної кількості металів, особливо у викидах підприємств металургійної промисловості. Результати досліджень урахують велику позитивну роль зелених насаджень у боротьбі із запиленістю повітря (табл. 2) [13]. Значна роль у поліпшенні стану повітря приділяється іонам. Іони бувають легкі і важкі. Легкі можуть нести негативний або позитивний заряди, важкі – тільки позитивний.

При сприятливих умовах розвитку рослини підвищують у повітрі і на прилягаючій території число легких негативно заряджених іонів – матеріальних носіїв електричних зарядів, що характеризують стан чистоти повітря.

Таблиця 2

Кількість пилу, що осідає на 1 м кв. ґрунту й затриманому 1 м кв. поверхні листя (по Ішину Ю.Д.)

Відстань від джерела, м	На 1 м кв. поверхні ґрунту, кг	На 1 м кв. поверхні листя					
		сосна		береза		осина	
		г	%	г	%	г	%
500 – 900	7,768	3,123	40,2	1,839	23,7	1,256	16,2
1900 – 2650	7,557	-	-	-	-	-	-
2650 – 3850	6,94	2,67	38,5	0,264	3,8	0,196	2,8
3850 – 4650	5,071	1,816	35,8	0,093	1,8	0,011	0,21

Помірна іонізація повітря (до 2-3 тис. іонів на см³) позитивно впливає на здоров'я та добробут людей і тварин. Рослинність впливає на іонізацію повітря залежно від видового складу, густоти, віку насаджень та інших характеристик.

Найвищі ефекти іонізації виникають під покровом наступних чагарників і дерев: сосна звичайна, ялина звичайна, дуб червоний західний, дуб звичайний, верба, клен гостролистий, клен червоний, тополя чорна, модрина сибірська, ялиця сибірська, береза карельська, береза пухнаста, нанакамудо, бузок звичайний та акація біла. Змішана рослинність сприяє іонізації повітря.

Забруднення повітря і поганий стан рослинності призводять до збільшення вмісту важких іонів, які є шкідливими для здоров'я людей і тварин.

Серед багатьох факторів, що впливають на мікрофлору в атмосфері, фітонциди відіграють особливу роль. Летючі та нелеткі захисні речовини, що виділяються рослинами, здатні пригнічувати ріст і розвиток шкідливих патогенів та мікроорганізмів і водночас покращувати якість повітря. Фітонциди листя дуба знищують збудників дизентерії, а фітонциди ялівцю – збудників кишкових захворювань. Сосна кримська, кипарис вічнозелений і кипарис гімалайський пригнічують ріст мікобактерій туберкульозу. Фітонциди черемхи, ясена та ялівцю використовуються для боротьби зі шкідливими комахами: у соснових лісах у доброму стані та за сприятливих умов ріст хвороботворних мікроорганізмів удвічі нижчий, ніж у листяних лісах. Плющ має здатність зменшувати забруднення повітря хвороботворними мікроорганізмами на 67%. Хвойні породи мають здатність виділяти легкі речовини за добу. Однак через радіаційні та температурні характеристики соснових насаджень і низьку вологість повітря найбільш придатними для рекреації є змішані хвойно-листяні насадження. Більшість рослин проявляють найвищу антимікробну активність влітку, а паркове повітря містить у 200 разів менше бактерій, ніж міське. При виборі рослин для міських та інституційних ландшафтів слід враховувати їх бактерицидні властивості. Рослини слід розміщувати з навітряного боку від місць перебування людей і тварин. Гігієнічна ефективність зелених насаджень в деяких випадках залежить від кліматичних умов: Відомо понад 500 видів рослин, які мають різний ступінь фітонцидної дії. Серед них акація біла, розмарин, чорна смородина, береза карликова, граб, дуб звичайний, ялиця, верба плакуча, терен, кедр сибірський, дуб червоний, модрина сибірська, липа дрібнолиста, бук козацький, осика, ялиця сибірська, дуб звичайний та мішаний, пасовищна трава, сосна жовта, софора японська, тополя срібляста, суджа західна, жасмин садовий, черемха та евкالیпт.

Враховуючи внесок зелених насаджень у покращення стану довкілля завдяки їхній затримуючій та поглинальній здатності, при підборі ландшафтних рослин для техногенних територій перевагу слід надавати рослинам з максимальною поглинальною здатністю та толерантністю до викидів конкретного підприємства в конкретних природно-кліматичних умовах. Слід враховувати, що великі, щільні гірські

скупчення можуть сповільнювати вітри і створювати умови, сприятливі для концентрації токсичних газів у приміщеннях промислових підприємств. Обсяг вертикальної вентиляції може бути значно збільшений за рахунок зміни лісонасаджень і відкритих просторів навколо зон, де викидаються токсичні гази [14].

5. Висновки

Теоретичні та практичні дослідження і експерименти продемонстрували доцільність та ефективність використання зелених насаджень з високою дезодоруючою здатністю (утримувати та поглинати гази).

Також встановлено позитивний вплив зелених насаджень на фізіологічні показники (терморегуляцію, окислювальні процеси) та продуктивність тварин. У спекотному кліматі зелені насадження забезпечують захист від сухих і пилових вітрів, а також сприяють вентиляції підприємств і видаленню шкідливих забруднювачів.

Дослідження показали, що рівень пилу в повітрі під деревами нижчий, ніж на відкритих територіях: 20% у травні, 21,8% у червні, 34,1% у липні, 27,7% у серпні та 38,7% у вересні. Протягом вегетаційного періоду середня концентрація пилу на відкритих ділянках становила 0,9 мг/м³, тоді як під деревами – 0,52 мг/м³, що на 42,2% менше.

Найбільш газостійкі дерева та кущі: Клен гостролистий, солом'яне дерево, фундук маньчжурський, градізія триколючкова, агрус (всі види), плющ звичайний, ялівець козацький, соняшник канадський, соняшник даурський, тополя широколиста, тополя сіра, тополя канадська, гранат, айлант найкращий, акація біла, аморфа кушова, бересклет пухнастий, бересклет звичайний, шовковиця біла.

Чергування відкритих ділянок і посадки навколо витяжних вентиляційних отворів можуть значно збільшити вертикальну вентиляцію території.

Заходи з охорони повітря повинні ґрунтуватися на широких науково-дослідних роботах з вивчення кількісних концентрацій та відстаней розсіювання забруднюючих речовин, що викидаються в повітря.

Список літератури:

1. Мельник В. О. Екологічні проблеми сучасного птахівництва. *Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Птахівництво»*. 2009. Випуск 63. С. 1–15. URL: <http://avianua.com/archiv/ptahivnictvo/63/1.pdf>
2. Vaarst M., Steinfeldt S., Horsted K. (2015). Sustainable development perspectives of poultry production. *World 's Poul. Sci. J.*, 71, pp. 609–620. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933915002433>
3. Франчук Г. М., Запорожець О. І., Архіпова Г. І. Урбоекологія і техно-екологія : підручник. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. 496 с.
4. ДСТУ 8812:2018 Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Наставни з відбирання проб.
5. EN 15259:2007 Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report (EN 15259:2007 Якість повітря. Вимірювання викидів стаціонарних джерел. Вимоги до вимірювальних секцій та майданчиків, а також до мети вимірювання, планування і звіту).
6. ISO 16911-1:2013 Stationary source emissions – Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts – Part 1: Manual reference method (ISO 16911-1:2013 Стаціонарні джерела викидів. Ручне та автоматичне визначення швидкості та об'ємної витрати в газоходах. Частина 1. Ручний еталонний метод).
7. CEN/TS 15674:2007 Air quality – Measurement of stationary source emission – Guidelines for the elaboration of methods of measurement (CEN/TS 15674:2007 Якість повітря. Вимірювання викидів стаціонарних джерел. Наставна щодо розроблення методів вимірювання).
8. КНД 211.2.3.063–98 Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція.
9. Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць, затверджені наказом МОЗ від 17.03.2011 р. № 145.
10. Коваленко М. Г. Київський національний університет будівництва і архітектури. Функції міських зелених насаджень та їх нормування Містобудування та територіальне планування. Київ, 2015. С. 194–201.
11. Містобудування. Довідник проектувальника / За ред. Т. Ф. Панченко. Київ : Укрархбудінформ, 2001. 192 с.
12. Кушнеренко В. Г. Поліпшення умов утримання великої рогатої худоби в умовах змін клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Частина 2. С. 67–76.
13. Гринь Г. І., Мохонько В. І., Суворін О. В. та ін. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підручник. Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
14. Безлюбченко О. С., Завальний О. В., Черноусова Т. О. Планування і благоустрій міст : навч. посібник для студентів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) – «Будівництво» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2011. 191 с.

References:

1. Melnyk V. O. (2009). Ecological problems of modern poultry farming: *Interdepartmental scientific thematic collection "Poultry"*, vol. 63. P. 1–15. Available at: <http://avianua.com/archiv/ptahivnictvo/63/1.pdf>
2. Vaarst M., Steinfeldt S., Horsted K. (2015). Sustainable development perspectives of poultry production. *World's Poul. Sci. J.*, 71, pp. 609–620. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933915002433>
3. Franchuk H. M., Zaporozhets O. I., Arkhipova G. I. (2011). *Urboecology and technoeology: textbook*. Kyiv: Ed.-vo Nats. aviation "NAU-Druk" University, 496 p.
4. DSTU 8812:2018 Air quality. Stationary source emissions. Guidelines for sampling.
5. EN 15259:2007 Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report (EN 15259:2007 Air quality. Measurement of emissions of stationary sources. Requirements for measurement sections and sites, and also to the purpose of measurement, planning and reporting).
6. ISO 16911-1:2013 Stationary source emissions – Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts – Part 1: Manual reference method (ISO 16911-1:2013 Stationary sources of emissions. Manual and automatic determination of velocity and volume capacity flow in gas ducts. Part 1. Manual reference method).
7. CEN/TS 15674:2007 Air quality – Measurement of stationary source emission – Guidelines for the elaboration of methods of measurement.
8. KND 211.2.3.063-98 Environmental protection and rational use of natural resources. Metrological support. Sampling of industrial emissions. Instruction.
9. State sanitary norms and rules for maintaining the territories of populated areas, approved by the order of the Ministry of Health of March 17, 2011 No. 145.
10. Kovalenko M. G. (2015). Kyiv National University of Construction and Architecture. Functions of urban green areas and their regulation Urban planning and territorial planning. Kyiv, pp. 194–201
11. Urban planning. Designer's Handbook (2001) / Ed. T. F. Panchenko. Kyiv: Ukrakhbudinform, 192 p.
12. Kushnerenko V. G. (2019). Improving the conditions of keeping cattle in conditions of climate change. *Taurian Scientific Bulletin*, no. 109, part 2, pp. 67–76.
13. Hryn G. I., Mohonko V. I., Suvorin O. V. and others (2019). Methods of measuring environmental parameters: tutorial. Severodonetsk: branch of SNU named after V. Dalya, 420 p.
14. Bezlyubchenko O. S., Zavalnyi O. V., Chernosova T. O. (2011). Planning and improvement of cities: education. manual. for students of all forms of education and students of second higher education in the field of training 0921 (6.060101) "Construction". Hark. national Acad. urban farm. Kharkiv: KhNAMG, 191 p.