

УДК 504.37.054:634.2(477.75)

© 2014

Харитонов М. М., доктор сільськогосподарських наук

Дніпропетровський державний аграрний університет

Станкевич С. А., доктор технічних наук

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАНУ

Клименко О. Є., кандидат сільськогосподарських наук

Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр

Хлопова В. М., завідувача лабораторією

Лабораторія оцінки забруднення повітря Дніпропетровського обласного центру гідрометеорології

ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ СОРТІВ КІСТОЧКОВИХ РОСЛИН ДО КИСЛОТНИХ ДОЩІВ, ОБУМОВЛЕНИХ УТВОРЕННЯМ АЕРОЗОЛІВ

Рецензент – доктор біологічних наук В. М. Зверковський

Зафіксоване постійне перевищення одного ГДК за рівнем середньомісячної концентрації двооксиду азоту в атмосфері індустріальних міст Дніпропетровської області. Вміст NO_2 у повітрі коливався за останні роки від 0,03 до 0,08 мг/м^3 у Кривому Розі та від 0,05 до 0,09 мг/м^3 – у Дніпродзержинську і Дніпропетровську. Отримані дані наземного та дистанційного зондування забруднення атмосфери кислотними газами дали змогу визначитись із рівнем формування штучного кислотного дощу в модельних умовах. У досліджах було визначено вплив різних концентрацій аерозолів на активність деяких компонентів антиоксидантної системи кісточкових плодів рослин для оцінки відносної стійкості сортів до техногенного стресу, а також розробити шкалу відносної стійкості цих видів і сортів рослин до кислотних опадів. Було встановлено, що за ступенем стійкості до кислотних опадів вивчені плоди рослини склали наступний регресійний ряд: слива > алича > абрикос > персик. Серед сортів у межах одного виду найменш стійкими виявилися сорти раннього терміну дозрівання (персик, абрикос). У аличі походження мало більше значення, ніж термін дозрівання. Часом сорти однієї плодової породи більше розрізнялися за своєю стійкістю до кислотних опадів, ніж різних порід. Отримані дані дають змогу підібрати асортимент стійких й відносно стійких до забруднення повітря кислотними газами і кислотними опадами порід і сортів роду *Prunus L.* на півдні України.

Ключові слова: кислотні дощі, аерозоль, стійкість сортів, кісточкові плоди культури.

Постановка проблеми. Оксиди азоту та сірки потрапляють у тропосферу завдяки антропогенній діяльності. Ці речовини відповідають за утворення фотохімічного смогу у літні місяці в атмосфері великих індустріальних агломерацій [3]. Пов'язані з утворенням аерозолію HNO_3 та H_2SO_4 , кислотні дощі призводять до зниження

pH ґрунту, ґрунтових, підземних вод, вилуговання важких металів, можуть завдати шкоди сільськогосподарським рослинам, в тому числі і плодовим, які є досить чутливими до забруднення повітря кислотними газами [5]. В останні роки внесок аерозолію HNO_3 в утворення кислотних дощів збільшується [4]. Специфічною особливістю кислотних дощів є перенос кислотоутворюючих викидів повітряними течіями на значні відстані. Цьому, у певній мірі, сприяла прийнята колісія «політика високих труб», як ефективний захід проти забруднення наземного повітря. Внаслідок цього кислотні дощі потрапляють на відносно чисті сільськогосподарські території.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Треба визнати, що реакція кісточкових плодів культур, особливо представників роду *Prunus L.*, на кислотні опади потребує ретельного вивчення. Відомо, що кісточкові плоди культури більш чутливі до забруднення атмосфери кислотними газами, ніж зерняткові [4–6]. У зв'язку з тим, що симптоми ураження рослин кислотними опадами – явище неспецифічне, чисельні дослідження присвячені вивченню фізіолого-біохімічних показників, які змінюються під впливом кислотних опадів. Ці сполуки входять до антиоксидантної системи організму й змінюються, коли зовнішні прояви ще не фіксуються. Важливими компонентами цієї системи є аскорбінова кислота, глутатіон, поліфеноли, флавоноїди, каротиноїди, ферменти оксидоредуктази та ін. Вони захищають рослину від екстремальних впливів, зокрема від оксидів азоту, сірки та інших речовин – забруднювачів повітря [1, 7].

Мета досліджень була пов'язана із визначенням стійкості сортів кісточкових рослин до кисло-

тних дощів, пов'язаних з утворенням аерозолів.

Головними завданнями було:

а) сформувати базу даних наземної та дистанційної оцінки концентрації диоксиду азоту в приземному шарі атмосфери в зоні дії індустріальних агломерацій Дніпропетровської області;

б) у модельних дослідах із кісточковими плодовими культурами визначити стійкість сортів до кислотних дощів, що спричинені аерозолями.

Матеріали і методи досліджень. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) щодо стану атмосфери в Дніпропетровській області отримали за різні роки (2004, 2005, 2006 та 2010). Спостереження проводили стосовно п'яти пікселів, що разом перекривають територію, на якій знаходяться головні індустріальні центри у Дніпропетровській області (рис. 1).

Поточна інформація зі спектрометра збиралась завдяки використанню сенсорів системи Envisat/SCIAMACHY та EOS/OMI. Завдяки цим системам отримують добові дані щодо концентрації NO₂ (щільність: 10¹⁵ молекул/см²). Місячні дані (на планетарному рівні та для кожного географічного регіону) архівуються як картографічна інформація на сторінках інтернету: www.temis.nl/airpollution та http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/Aura/data-holdings/OMI/omno2e_v003.shtml.

Тропосферна колонка $\frac{n}{S}$, [молекул/см²] переводу значення концентрації NO₂ у вигляді C [мг/м³] була перерахована за формулою:

$$C = 10^{-7} \frac{n}{S} \frac{m_{NO_2}}{h N_A}, \quad (1)$$

де $m_{NO_2} = 46005,6$ мг/молек. є молярною масою NO₂, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ молек.⁻¹. Це число Авогадро. За проведеними розрахунками приблизна височина тропосфери становить $h \approx 12 \cdot 10^3$ метрів.

Поточна інформація з використанням мережі стаціонарних постів у трьох індустріальних містах Придніпровського регіону проводиться лабораторіями оцінки забруднення атмосфери системи Держгідромету. Ці лабораторії були створені у містах Дніпропетровськ (ДН), Дніпродзержинськ (ДЗ) та Кривий Ріг (КР). Для оцінювання атмосферного забруднення використовують лабораторні, експресні та автоматичні методи контролю.

Отримані середньодобові, середньомісячні та середньорічні дані фонового моніторингу досліджуваних речовин в атмосферному повітрі порівнюються з гранично допустимими концентраціями (ГДК). Сьогодні Дніпропетровський обласний центр із гідрометеорології проводить відбір проб атмосферного повітря на шести стаціонарних постах у місті Дніпропетровськ та чотирьох – у м. Дніпродзержинськ і Кривий Ріг.

Чутливість плодових рослин до кислотних дощів вивчали на моделях, де кісточкові плодіві рослини обробляли штучним кислотним дощем, а також за допомогою запропонованого нами показника антиоксидантної активності тканини оцінювали відносну стійкість сортів плодових дерев до цього негативного явища [2].



Рис. 1. Схематичне відображення поділу території спостереження забруднення повітря у Дніпропетровській області

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Результати досліджень. Дані щодо щільності розподілу NO_2 у тропосферній колонці у південно-східній частині України наведені на космічному знімку (рис. 2).

Аналіз даних за рисунком 2 дає змогу виявити доволі значні території навкруги відомих індустріальних центрів у Придніпров'ї, де щільність двооксиду азоту досить висока й знаходиться на рівні $8\text{--}11 \cdot 10^{15}$ молекул/ cm^2 . Фактично до низки індустрі-

альних центрів із таким високим вмістом NO_2 в атмосфері входять Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ і Павлоград на півночі та Кривий Ріг, Нікополь і Запоріжжя – на півдні області.

Результати спостереження середньомісячної концентрації NO_2 у тропосферній колонці за 2004, 2005, 2006 і 2010 роки, що були отримані після усереднення інформації ДЗЗ за п'ятьма пікселями, наведені на рисунку 3.

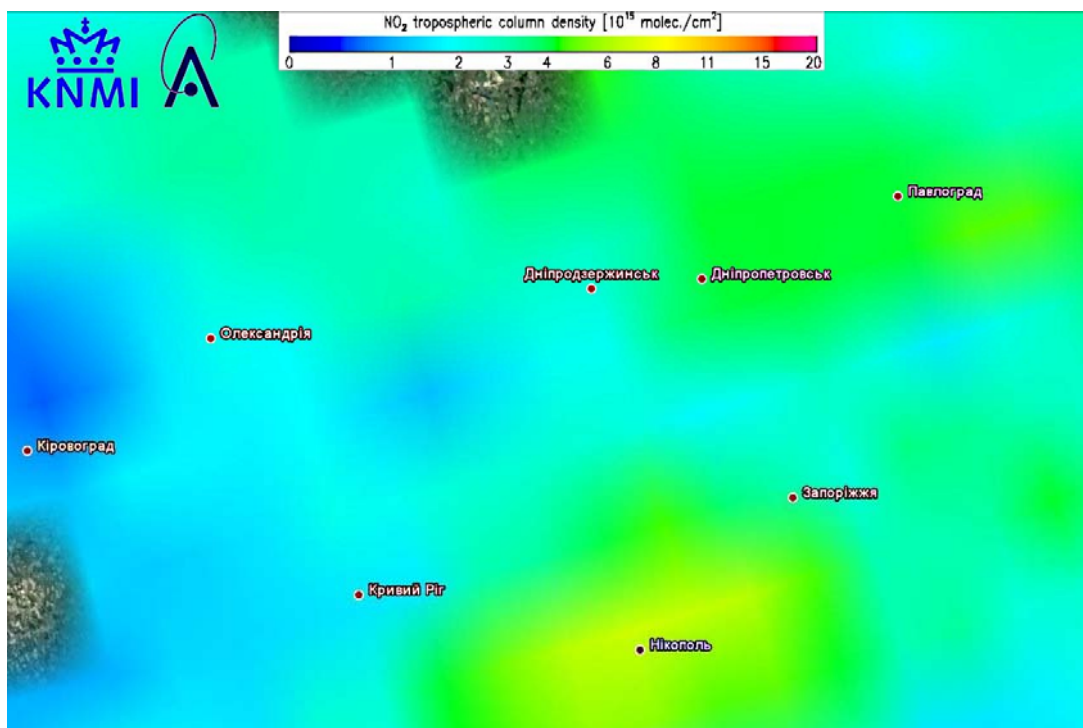


Рис. 2. Щільність розподілу NO_2 у тропосферній колонці у Придніпров'ї (липень 2011 р.)

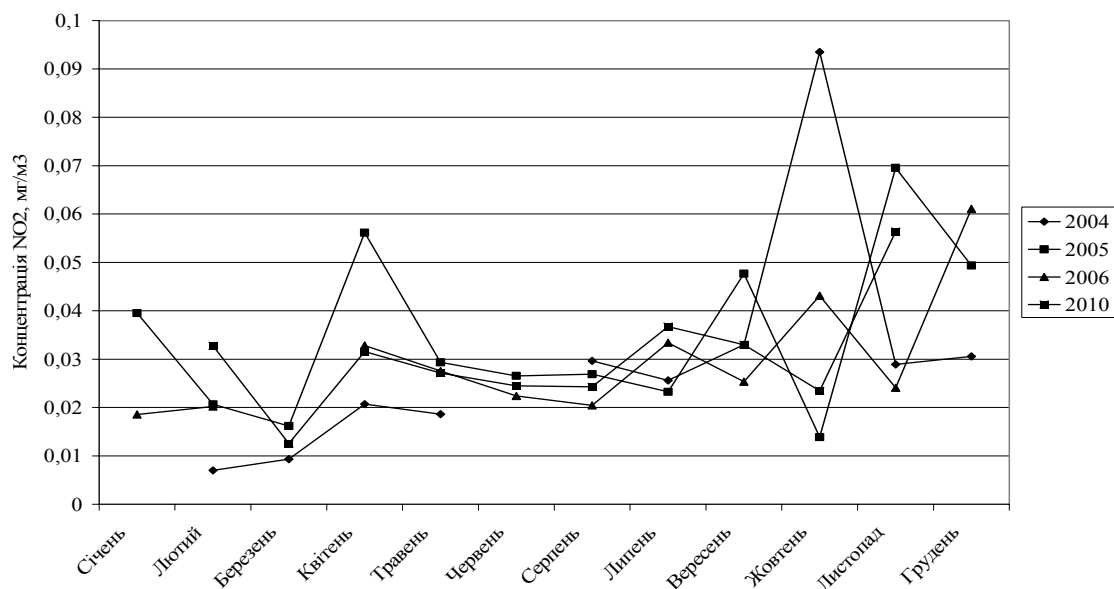


Рис. 3. Середньомісячна концентрація NO_2 у 2004, 2005, 2006 та 2010 роках у тропосферній колонці у Дніпропетровській області, mg/m^3

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Середньомісячні концентрації забруднення приземного шару атмосфери NO₂ у Дніпродзержинську (ДЗ), Кривому Розі (КР) і Дніпропетровську (ДН), мг/м³

Місяць	Рік											
	2004			2005			2006			2010		
	ДЗ	КР	ДН	ДЗ	КР	ДН	ДЗ	КР	ДН	ДЗ	КР	ДН
Січень	0,08	0,05	0,06	0,07	0,04	0,07	0,06	0,04	0,06	0,06	0,03	0,05
Лютий	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06
Березень	0,05	0,05	0,08	0,06	0,04	0,08	0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,06
Квітень	0,06	0,04	0,06	0,09	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08
Травень	0,08	0,04	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,07
Червень	0,07	0,04	0,06	0,07	0,04	0,08	0,07	0,05	0,07	0,07	0,05	0,07
Липень	0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,08	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05	0,08
Серпень	0,06	0,05	0,06	0,09	0,05	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,09
Вересень	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,08	0,07	0,05	0,09	0,07	0,05	0,06
Жовтень	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,07	0,09	0,06	0,07	0,08	0,05	0,08
Листопад	0,07	0,04	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Грудень	0,05	0,04	0,07	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,08

2. Стійкість сортів кісточкових рослин до кислотних опадів

Сорт	Термін дозрівання	Нестійкі	Слабостійкі	Середньостійкі	Стійкі
Персик					
Ак-Шефталю	2 / IX*	-	+	-	-
Бєбі Голд	3 / VIII	-	-	+	-
Докторський	1 / VIII	-	+	-	-
Кандидатський	1 / VIII	-	+	-	-
Небесний тихохід	3 / VII	+	-	-	-
Горіховий	3 / VII	-	+	-	-
Остриковський білий	2-3 / VII	-	+	-	-
Пухнастий ранній	2 / VII	+	-	-	-
Редхавен	2 / VIII	-	+	-	-
Стенфорд	2 / VII	-	+	-	-
Фаворита Мореттіні	1 / VII	+	-	-	-
Абрикос					
Єревані (Шалах)	1 / VII	-	-	+	-
Витривалий	3/VII-1/VIII	-	+	-	-
Кримський Амур	3 / VII	-	+	-	-
Кримський Медунець	2 / VII	-	+	-	-
Костинський	2 / VII	-	-	+	-
Олімп	2 / VII	-	+	-	-
Старк ранній оранжевий	2 / VII	+	-	-	-
Табу	2-3 / VII	-	+	-	-
Хендерсон	2 / VII	-	+	-	-
Алича					
Десертна	2 / VIII	-	+	-	-
Люша крупна	3 / VII	-	+	-	-
Никитська жовта	2 / VII	-	+	-	-
Обільна	3 / VII	-	-	+	-
Субхі рання	1 / VII	-	-	+	-
Слива					
Блюфрі	Пізній	-	+	-	-
Гільберт	Ранній	-	+	-	-
Кабардинська рання	Ранній	-	+	-	-
Каліфорнійська	Середній	-	-	+	-
Ренклюд Альтана	Середній	-	+	-	-
Стенлей	Пізній	-	-	-	+

Примітка: * – декада / місяць

У середньому, найвища концентрація NO₂ спостерігалася з жовтня по грудень за всі 4 роки. Концентрація NO₂ у лютому, березні та з травня по серпень була у 3–4 рази нижче, ніж наприкінці кожного року.

Результати вимірювання середньомісячної концентрації забруднення двооксидом азоту у приземному шарі атмосфери за 2004, 2005, 2006 та 2010 роки у трьох індустріальних містах наведені у таблиці 1. Концентрація NO₂ коливалася від 0,03 до 0,08 мг/м³ у Кривому Розі, від 0,05 до 0,09 мг/м³ – у Дніпродзержинську і Дніпропетровську.

Зафіксоване постійне перевищення одного ГДК за рівнем середніх концентрацій двооксиду азоту в атмосфері індустріальних міст. Максимальне ГДК було перевищеним у два рази.

Нижче значення концентрації двооксиду азоту за даними дистанційного зондування (рис. 3) у порівнянні з наземними стаціонарними вимірюваннями (табл. 1) пояснюється, на наш погляд усередненням значень за п'ятьма пікселями.

Отже, отримана за підходом із використанням даних ДЗЗ інформація відображує стан забруднення в умовній тропосферній колонці над територією Дніпропетровської області.

Було встановлено, що за ступенем стійкості до кислотних опадів вивчені плодові рослини склали наступний регресний ряд: слива > алича > абрикос > персик. Серед сортів у межах одного виду найменш стійкими були сорти раннього терміну дозрівання (персик, абрикос). У аличі походження мало більше значення, ніж термін дозрівання. Часом сорти однієї плодової породи більше розрізнялися за своєю стійкістю до кислотних опадів, аніж різних порід (табл. 2).

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Безсонова В. П. Вплив техногенних умов на вміст аскорбінової кислоти та глютаміну в листках різних рослин / В. П. Безсонова, Ж. Т. Козюкіна, І. І. Лиженко // Український ботанічний журнал. – 1989. – Т. 46, №3. – С. 83–85.

2. Клименко О. Е. Химический состав атмосферных осадков в степном Крыму и влияние его кислотообразующих компонентов на косточковые плодовые культуры / О. Е. Клименко. – К. : Освіта України, 2014. – 144 с.

3. Копач П. И. Техногенез и кислотные дожди / П. И. Копач, А. Г. Шапарь, В. М. Шварцман. – К. : Наукова думка, 2006. – 173 с.

4. Харитонов М. М. Формування кислотних дощів в умовах мегаполісу / М. М. Харитонов,

Користуючись даними таблиці 2, можна підібрати асортимент стійких і відносно стійких до забруднення повітря кислими газами й кислотними опадами порід і сортів роду *Prunus L.* на півдні України.

Висновок. Отримані дані наземного та дистанційного зондування забруднення кислими газами дали змогу визначитись із рівнем формування штучного кислотного дощу в модельних умовах. У дослідах було виявлено вплив різних концентрацій аерозолів на активність деяких компонентів антиоксидантної системи кісточкових плодів рослин роду *Prunus* для оцінки відносної стійкості сортів до техногенного стресу, а також розробити шкалу відносної стійкості цих видів і сортів рослин до кислотних опадів.

Фіксація факту постійного перевищення ГДК за рівнем концентрації NO₂ – за даними мережі постів спостереження – свідчить про існування ризику формування кислотних дощів навкруги індустріальних агломерацій. Встановлено, що за ступенем стійкості до кислотних опадів вивчені плодові рослини склали наступний регресійний ряд: слива > алича > абрикос > персик. Серед сортів у межах одного виду найменш стійкими були сорти раннього терміну дозрівання (персик, абрикос). Часом сорти однієї плодової породи більше розрізняються за своєю стійкістю до кислотних опадів, аніж різних порід.

Таким чином, беручи до уваги інформацію про розу вітрів у кожному місті, можна прогнозувати потенційну шкоду для певних територій сільськогосподарського призначення, робити вибір щодо садіння стійких і відносно стійких до випадіння кислотних дощів рослин.

В. М. Хлопова // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2011. – №1 – С. 8–14.

5. Bell J. N. B. Air pollution and plant life / J. N. B. Bell, M. Treshow ; ed. M. Treshow. – 2nd ed. – West Sussex, England : J. Wiley & Sons, 2002. – 465 p.

6. Hasebe T. Visible injury to fruit trees due to sulfur dioxide fumigation / T. Hasebe, N. Ichikawa, Y. Yamagami, H. Kurocava // Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Experimental Station. – 1987. – V. 56. – P. 9–17.

7. Pell E. J. Secondary metabolites and air pollutants / E. J. Pell. – NY : Elsevier Applied Sci, 1988. – P. 22–237.