

МАРИАНА ДОНЧЕВА-БОНЕВА*, ГЕОРГИ КАДИНОВ

Лесотехнически университет, София

*E-mail: mariana_doncheva@abv.bg

Изменение на нивата на атмосферни замърсители в района на Витиня

Trends in the Levels of Atmospheric Pollutants in Vitinya Region

M. Doncheva-Boneva, G. Kadinov

University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

The present paper studies the change in the levels of atmospheric pollutants-sulphur dioxide, nitrogen oxides and ozone in the Vitinya pass for the period 2006 – 2012. An assessment of the possible effects of atmospheric pollutants on vegetation is also included.

It was found that sulphur and nitrogen oxides show lasting downtrend and do not exceed critical levels determined for the protection of vegetation. High concentrations of ozone have negative impact, being specified that in 2007 and 2011 the results exceed the target value for the protection of vegetation in terms of cumulative exposure over a threshold ozone concentration of 40 ppb (AOT 40).

Key words: air pollution, critical levels, ozone AOT 40, sulphur dioxide, nitrogen oxides, impact on plants

Измерването на нивата на атмосферните замърсители в райони, отдалечени от източници на емисии, е свързано с оценка на въздействието им върху природните екосистеми, като най-чувствителните компоненти са растенията.

През последните години се констатира подобряване на качеството на въздуха в населените места на България по отношение на замърсители като серен диоксид, азотни оксиди, хлорни и флуорни газове, и др. Една от основните причини е настъпилата промяна в икономиката на страната и спиране на някои силнозамърсяващи производства. На второ място е необходимо да се отчетат предприетите мерки за намаляване емисиите на някои вредни вещества чрез изграждане на нови и подмяна на съществуващи пречиствателни съоръжения.

Ефектите от влиянието на атмосферни замърсители върху различни видове растения

се изучават дълги години, както в естествени, така и в контролирани условия. Започвайки още от Reuss (1893) – по Деслер (1981), въздействията основно се разделят на остри (поява на хлорози и некрози по листата и цветовете, загиване на растенията и др.) и хронични (намаляване на биомасата, плододаването, кълняемостта на семената и др.). В литературата са посочени различни критични нива по отношение на отделни замърсители и растения (Смит, 1985; Bell, 1992; Caporn, 1992; Кръстев, 2012), но още през 1914 г. Wislicenus (по Деслер, 1981) идва до заключението, че „...определянето на конкретна пределна стойност на токсичност е невъзможно“, поради индивидуалните особености на растенията и многообразното проявление на външните фактори на средата (Fjæraa, Hjellbrekke, 2008; Orendovici et al., 2003; Gielen et al., 2007).

Въпреки това от многобройните проучвания са определени прагови дози за токсичност

на някои замърсители, които влизат в Директива 2008/50/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 май 2008 г., относно качеството на атмосферния въздух и за по-чист въздух за Европа.

Целта на проучването беше да се проследи изменението на нивата на атмосферни замърсители в района на Витиня за периода 2006 – 2012 г. и да се направи оценка от гледна точка на възможните въздействия върху растителността.

Материал и методи

Обект на проучване е районът на прохода „Витиня“, където е разположена една от станциите за мониторинг на горските екосистеми в България. Станцията се намира на 950 m надморска височина и се следи въздействието на атмосферните замърсители върху състоянието на буковите екосистеми.

Станцията е оборудвана с автоматични газанализатори за измерване на концентрациите на серен диоксид, азотни оксиди и озон. Серният диоксид се определя по метод чрез UV флуоресценция, азотните оксиди – метод чрез хемилуминисценция, озонът – метод чрез фотометрия в UV област (Методики и инструкции, 2004).

Резултатите от еднократните отчети на апаратурите се осредняват за период от 1 час. Данните са валидирани, след което са определени средногодишни, средномесечни и максимални едночасови стойности. За озона е изчислена кумулативна експозиция над праговата концентрация на озон от 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). АОТ 40 (изразен в $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) представлява сумата от разликите между стойностите на средночасовите концентрации над $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) и $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за определен период при използване само на стойностите, измерени за дадено денонощие на всеки час между 8 и 20 h Централноевропейско време (ЦЕВ).

За оценка на данните са използвани критериите по Директива 2008/50/ЕО, която е транспонирана в Наредба 12 от 2010 г. на Министерството на околната среда и водите и Министерството на здравеопазването.

Резултати и обсъждане

Серен диоксид. Анализът и оценката на серния диоксид е направена въз основа на валиди-

рани данни от 87% (2009 г.) до 99,5% (2012 г.) от общия масив през отделните години.

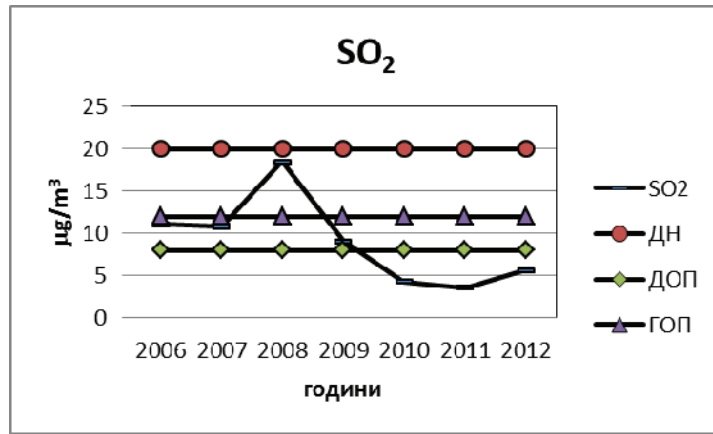
На фиг. 1 е показано изменението на концентрациите на серен диоксид в района на Витиня от 2006 до 2012 г., сравнени с нормата за опазване на природните екосистеми (ДН), горния (ГОП) и долния (ДОП) оценъчен праг (Директива 2008/50/ЕО; Наредба № 12 от 2010 г.). На фигурата ясно се очертава тенденция към намаляване на концентрацията на серен диоксид през периода 2009 – 2011 година и леко повишаване през 2012 година. Най-високата годишна концентрация е измерена през 2008 г. ($18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), която не превишава допустимата норма (ДН – $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Най-ниска стойност за периода е отчетена през 2011 година. От 2010 година годишните концентрации са значително по-ниски от долния оценъчен праг (ДОП – $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Розата на вятъра, на територията на станционара показва, че преносът на серния оксид е от юг. Значим източник на емисии в тази посока е металургичният завод „Кремиковци“ и с преустановяването на производствената му дейност от края на 2008 г. до средата на 2009 г. може да се обясни рязкото намаляване на нивата на този замърсител в района на Витиня.

Серният диоксид е замърсител с изразена сезонна динамика – зимен максимум и летен минимум, която се проявява предимно в градски условия. В природни условия, в района на Витиня тази сезонност не се проявява така ясно, а през последните две години се установяват пикови стойности през пролетта – май и юни (фиг. 2 и 3).

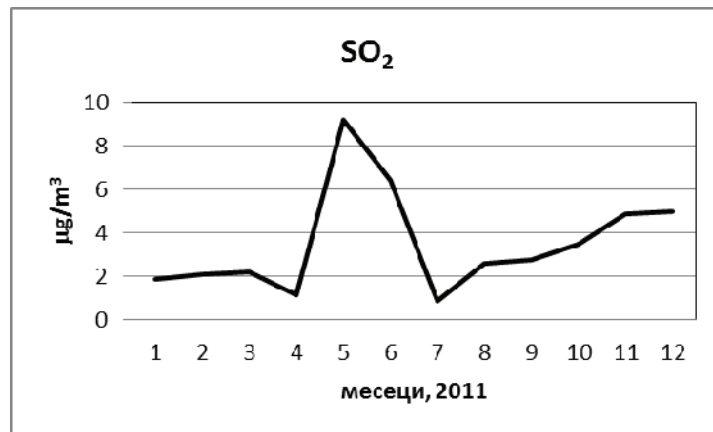
Най-високи едночасови концентрации през вегетационния сезон (м. юни) са отчетени 2011 година, достигащи $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$. През 2012 г. максимални стойности също са измерени през м. юни, но са значително по-ниски – $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. През останалите години максималните едночасови концентрации са отчитани през студените месеци, като стойностите са под $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Повишаването на концентрациите на серен диоксид през периода на активна вегетация следва да буди тревога. В литературата се посочва, че средни концентрации на серен диоксид от $15 - 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ през лятото и $50 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ през зимата, могат да причинят намаляване на малките коренчета при бука (*Fagus sylvatica*)

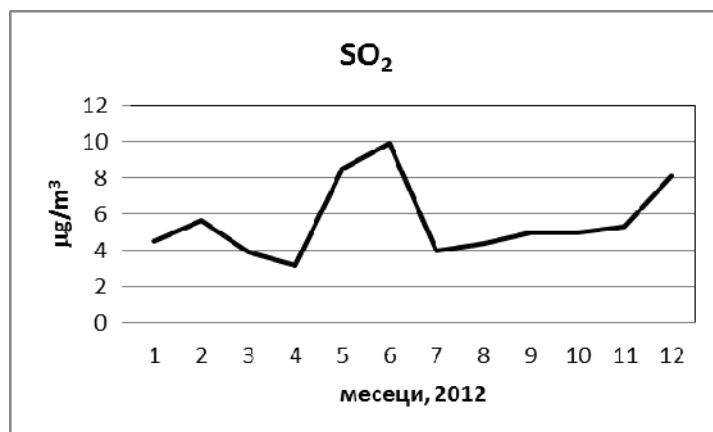


Фиг.1. Средногодишни концентрации на SO₂
 Fig. 1. Mean annual SO₂ concentration

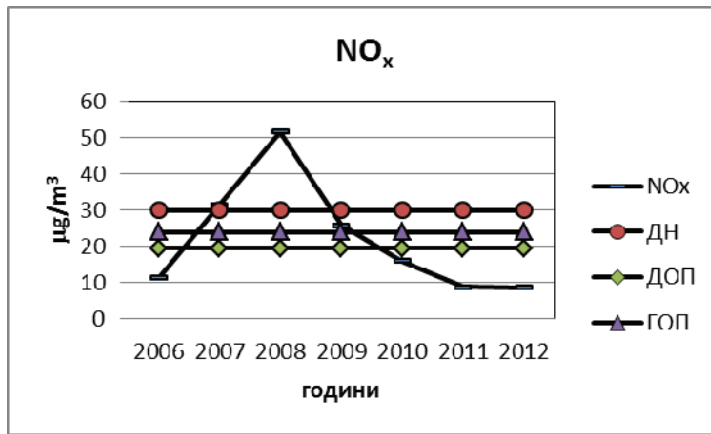
ДН - Допустима норма за опазване на растителността/ Critical levels for the protection of vegetation;
 ДОП - Долен оценъчен праг/ Lower assessment threshold;
 ГОП - Горен оценъчен праг/ Upper assessment threshold.



Фиг. 2. Средномесечни концентрации на серен диоксид – 2011 г.
 Fig. 2. Mean monthly concentrations of SO₂ – year 2011

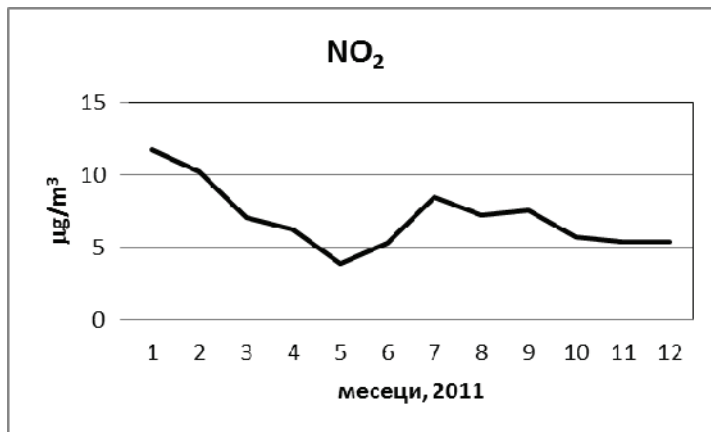


Фиг. 3. Средномесечни концентрации на SO₂ – 2012 г.
 Fig. 3. Mean monthly concentrations of SO₂ – year 2012

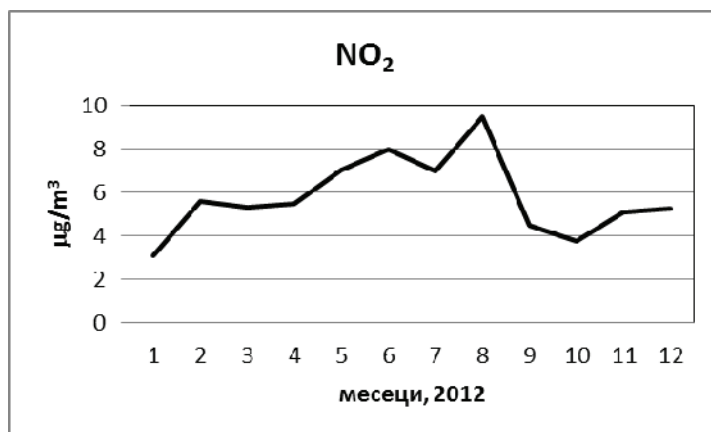


Фиг.4. Средногодишни концентрации на NO_x
 Fig. 4. Mean annual concentrations of NO_x

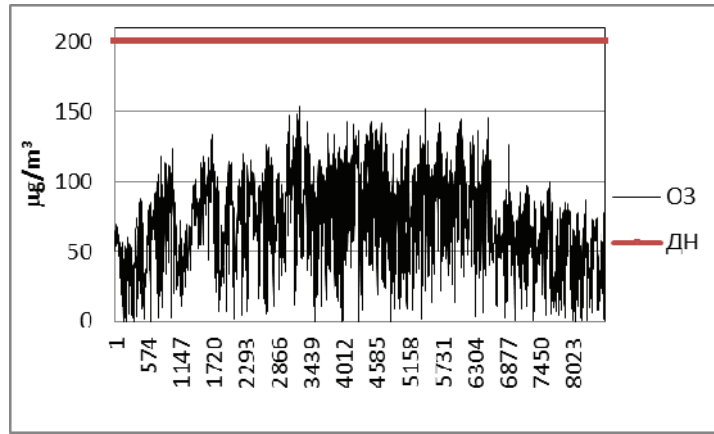
ДН - Допустима норма за опазване на растителността/ Critical levels for the protection of vegetation;
 ДОП - Долен оценъчен праг/ Lower assessment threshold;
 ГОП - Горен оценъчен праг/ Upper assessment threshold.



Фиг. 5. Средни месечни концентрации на азотен диоксид – 2011 г.
 Fig. 5. Mean monthly concentrations of NO₂ – year 2011

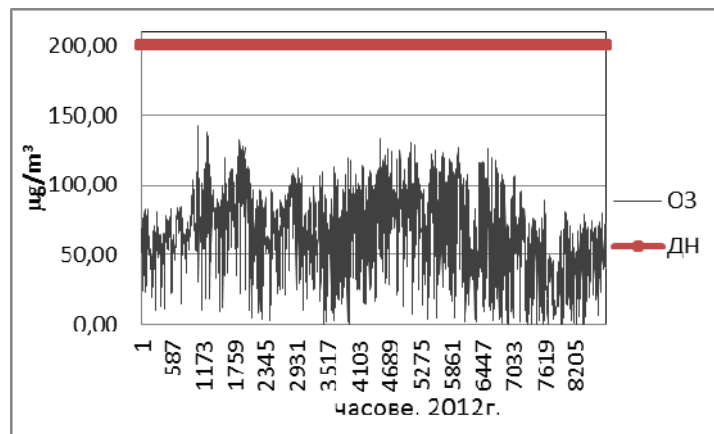


Фиг. 6. Средни месечни концентрации на азотен диоксид – 2012 г.
 Fig. 6. Mean monthly concentrations of NO₂ – year 2012



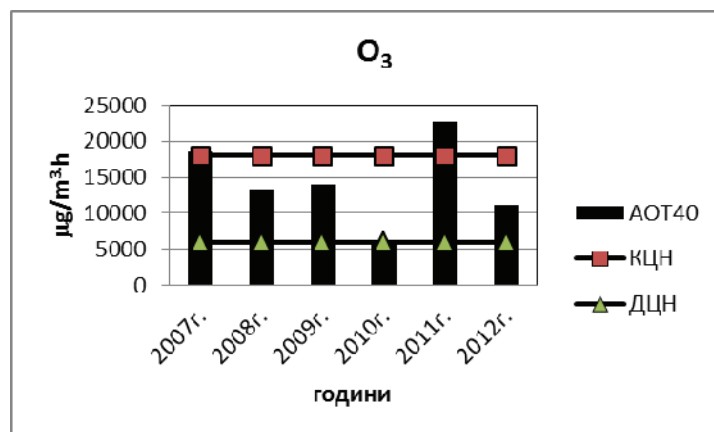
Фиг. 7. Едночасови концентрации на O_3 – 2011 г.
 Fig. 7. Maximum 1-hourly concentrations of O_3 – year 2011

ДН - допустима норма за опазване на растителността/ Critical levels for the protection of vegetation.



Фиг. 8. Едночасови концентрации на O_3 – 2012 г.
 Fig. 8. Maximum 1-hourly concentrations of O_3 – year 2012

ДН - допустима норма за опазване на растителността/ Critical levels for the protection of vegetation.



Фиг. 9. Индекс на експозиция на озон с натрупване над 40 ppb (AOT 40)
 Fig. 9. Index of exposure to ozone accumulation over 40 ppb (AOT 40)

КЦН - Краткосрочна целева норма/ Target values;

ДЦН - Дългосрочна целева норма за опазване на растителността/ Longterm objective for the protection of vegetation.

(Bell, 1992) . Измерените стойности на серен диоксид в района на Витиня са толкова ниски, че не се очаква въздействие дори върху чувствителни към този газ растителни видове.

Азотни оксиди. Анализът и оценката на азотните оксиди е направена въз основа на 90 – 97% обезпеченост с валидирани данни.

Най-високата средногодишна стойност е измерена през 2008 г., като превишава допустимата норма за опазване на растителността (ДН – $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) с 1,7 пъти (Директива 2008/50/ЕО; Наредба 12 от 2010 г.) (фиг. 4).

Незначително над ДН са установените концентрации и през 2007 година. След 2008 г. започва трайно намаляване на средногодишните нива на азотни оксиди, като най-ниска стойност е отчетена през 2012 година. От 2010 г. измерените концентрации са значително по-ниски от ДОП за опазване на растителността и природните екосистеми ($19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Средните месечни концентрации на азотен диоксид не показват определена сезонност (фиг. 5 и 6). През отделни години по-високи стойности са отчетени през зимните месеци (2008, 2010 и 2011 г.), а през други (2009 и 2012 г.) – лятото и пролетта. Най-високите средни месечни концентрации, включително и за 2008 г., не превишават $17,5 \text{ ppb}$ ($32,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Най-големи едночасови стойности са отчетени през 2010 г. ($274 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и 2008 г. ($272 \mu\text{g}/\text{m}^3$), през месец юли. През останалите години максималните едночасови концентрации са по-ниски, като най-значително е понижението през 2012 г. ($78,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Негативно въздействие на присъстващите в атмосферния въздух азотни оксиди върху растителността не би следвало да се очаква, тъй като посочените в литературата (Sароп, 1992) критични нива – средни за вегетационен период $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за зимата – $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за 1 час – $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, са значително по-високи от установените в района.

Озон. Анализът и оценката са направени

въз основа на 97 – 99,5% обезпеченост с валидирани данни.

През целия период не са регистрирани случаи на превишение, на прага за растителна защита от $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 ppb) за едночасова експозиция (фиг. 7 и 8). Естествено, по-високи стойности са установяват през летните месеци, но единични високи концентрации са отчетени и през зимните месеци.

С оглед опазването на растенията се определя кумулативна експозиция над праговата концентрация на озон от 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (АОТ 40). Стойностите на АОТ 40, които са приети като стандарт за защита на растителността от неблагоприятното въздействие на озона, често са многократно увеличени в много райони.

На фиг. 9 са представени стойностите на АОТ 40 за защита на растителността през последните 6 години. От фигурата се вижда, че през 2011 г. кумулативната експозиция на озон в района на Витиня е била значително по-висока, като превишава краткосрочната целева норма за опазване на растителността (КЦН – $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$). През 2012 г. е превишена само дългосрочната целева норма (ДЦН – $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$).

Високи средногодишни концентрации на озон са отчетени през 2011 г. ($72,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), при стойности през предходните години (2009 и 2010), съответно $65,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и $57,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. През 2012 г. средногодишната концентрация отново намалява до ниво от $67,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

В района на Витиня негативното въздействие на озона върху растителността и по-конкретно върху буковите гори е реално установено през 2011 г. чрез видими повреди върху листата на бука още през първата половина на месец август. През 2012, 2009 и 2008 година първите признаци на повреди са констатирани значително по-късно – началото до средата на септември.

Изводи

От направеното проучване за състоянието на въздуха в района на Витиня може да се направят следните изводи.

- Серните и азотни оксиди показват трайна тенденция към намаляване и не превишават критичните норми за опазване на растителността.
- Негативно въздействие върху растителността в района оказват повишените концентрации

на озон. Проявлението на озона през отделните години се различава, което изисква по-детайлно изучаване на връзката му с някои от фактори на средата.

Литература

Директива 2008/50/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 май 2008 г. относно качеството на атмосферния въздух и за по-чист въздух за Европа.

Кръстев, А. 2012. Основни белези и динамика на уврежданията от озон на листната система на горско-дървесни видове. Дисертация. ИСИР – БАН, София, 113 с.

Методики и инструкции в областта на атмосферния въздух. 2004. ИАОС. София, 299 с.

Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух. МОСВ и МЗ, София.

Х. Деслер. (ред.). 1981. Влияние загрязнений воздуха на растительность. Причины. Воздействие. Ответные меры. *Лесная промышленность*, М. 180 с.

Смит, У. Х. 1985. Лес и атмосфера. *Прогрес*, Москва, 429 с.

Bell, J. N. B. 1992. A reassessment of critical levels for SO₂. Critical Levels of Air Pollutants for Eu-

rope. Background Papers Prepared for the United Nations Economic Commission for Europe, Workshop on Critical Levels. Egham, U.K. 23-26 March, p. 6-19

Caporn, S. J. M. 1992. Critical levels for NO₂. Critical Levels of Air Pollutants for Europe. Background Papers Prepared for the United Nations Economic Commission for Europe, Workshop on Critical Levels. Egham, U.K. 23-26 March, p. 48-54

Fjæraa, A., Hjellbrekke, A. 2008. Ozone measurements 2006. EMEP/CCC-Report, 2/2008.

Gielen, B., Löw, M., Deckmyn, G., Metzger, U., Franck, F., Heerdt, C., Matyssek, R., Valcke, R., Ceulemans, R. 2007. Chronic ozone exposure affects leaf senescence of adult beech trees: a chlorophyll fluorescence approach. *Journal of Experimental Botany*, 58: 785-795

Orendovici, T., Skelly, J., Ferdinand, J., Savage, J., Sanz, M.-J., Smith, G. 2003. Response of native plants of northeastern United States and southern Spain to ozone exposures; determining exposure/response relationships. *Environmental Pollution*, 125: 31-40

Проведеното изследване е по проект „Оценка на риска от въздействието на озон и метеорологичен стрес за някои дървесни и храстови видове“, разработен към Фонд „Научни изследвания“ на НИС – ЛТУ, 2012 – 2013 г.