



ВЪЗДУШНИ ЗАМЪРСИТЕЛИ И ДОБИВИ ОТ ОСНОВНИ СЕЛСКОСТОПАНСКИ КУЛТУРИ В СТАРОЗАГОРСКА ОБЛАСТ

НИКОЛАЙ ТАКУЧЕВ

AIR POLLUTANTS AND YIELDS OF THE MAIN AGRICULTURAL CROPS IN STARA ZAGORA REGION, BULGARIA

NIKOLAY TAKUCHEV

Abstract

Stara Zagora region, Bulgaria, is subjected to intensive air pollution mainly with industrial origin. The work reported results of a study of the influence of several air pollutants - nitrogen and sulfur oxides, hydrogen sulfide, industrial dust on crop yield in the field at the area. A regression model of the dependence of sugar beet yield on the meteorological and environmental factors at the area was derived.

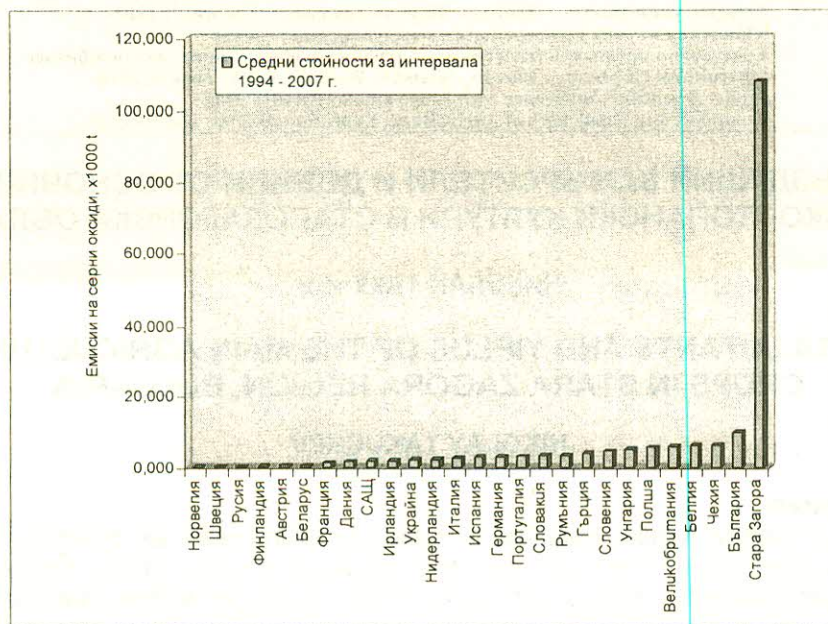
Key words: Air pollution, crop yield, regression model, sugar beet

ВЪВЕДЕНИЕ

Съсредоточието на значителни източници на енергийни и индустриални мощности в Старозагорския регион, както и на засиления трафик по основни за страната транспортни артерии, в комбинация с липсата на централизирано отопление в най-големия град в района, закономерно води до значителни емисии на газове и прах, замърсяващи въздуха в региона. На фиг.1 са показани емисиите на серен диоксид от единица площ за основните индустриални страни, сред които България заема едно от първите места като резултат от емисиите от енергийния комплекс Марица-изток, разположен в Старозагорския регион [Bulgaria, Statistical Yearbook 2002-2009].

В последните три години замърсяването със серен диоксид намалява поради влизане в действие на сероочистващи инсталации в топлоелектрическите централи в енергийния комплекс Марица-изток. Същевременно значително се засилва замърсяването с азотен диоксид във въздуха, достигащо на моменти четирикратно превъзходение на пределно допустимите концентрации.

Въздушните замърсявания се отразяват на биосферата както пряко, чрез контакта на живите същества със замърсения въздух така и индиректно – чрез промени в почвата и водата [М. Тодорова et al., 2006]. В настоящата работа чрез методите на статистическия анализ са търсени прояви на негативно отражение на замърсяванията върху добивите от културите в Старозагорския регион.



Фиг.1. Емисии от серен диоксид от единица площ на основните индустриално развити страни, осреднени за периода 1994 – 2007 г. За Стара Загора емисиите на единица площ са изчислени по емисиите на енергийния комплекс Марица-изток и площта на областта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Данни

Част от използваните в работата данни, са взети от Статистическия годишник на България за интервала 1974 – 1986 г. [Bulgaria, Statistical Yearbook 1975-1987], за който данните за добивите са по окръзи. В този период информацията е събирана служебно и данните са с висока надеждност. Публикувани са данни за житни култури, зеленчуци, овощни култури, технически култури, фуражи. С административна реформа от 1987 г. окръзите са обединени по няколко в области което се отразява и на статистическата информация в годишника и прави невъзможно използването ѝ за целите на настоящото изследване.

Данни за замърсяванията във въздуха за региона на Стара Загора за периода 1974 – 1986 г. са взети от Бюлетина за състоянието на атмосферния въздух [Бюлетин за състоянието на атмосферния въздух 1974 – 1986г.] – данни за концентрации във въздуха на серен диоксид, азотен диоксид, прах, оловни аерозоли и сероводород. Метеорологична информация за региона за интервала 1974 – 1986г. (непубликувана служебна информация) беше получена от Националния институт по метеорология и хидрология.

Тъй като данните за добива са на годишна база, метеорологичните и екологичните данни бяха осреднени за година.

Използвани методи

Бяха използвани следните статистически методи за обработка на данните:

- Корелационен анализ между параметрите, характеризиращи добива, метеорологичната обстановка и концентрациите на замърсителите.
- Регресионен анализ за получаване на зависимости между добивите и концентрациите на замърсителите.
- Бяха прилагани статистически методи за проверка на хипотезите за оценяване на значимостта на получените корелационни коефициенти.

Споменатите статистически методи бяха приложени чрез специализиран софтуер – вграденият в Microsoft Excel модул за анализ на данни Data Analysis, както и пакетът за статистически анализ STATISTIKA 7 [StatSoft, Inc. (2004)].

Бяха разработен и допълнителен софтуер за обработка на данните, базиран на програмния език Visual Basic for Applications за Microsoft Excel.

Обработка

Беше анализирана връзката между добивите от една страна и метеорологичните условия и въздушните замърсявания от друга, като за анализа бяха използвани данни от посочените по-горе източници.

Бяха проверени за значимост отрицателните корелационни коефициенти между замърсителите от една страна и добивите от друга (очакван е подтискащ, а не стимулиращ добивите ефект на замърсителите във въздуха, който би се изразил с отрицателна корелация), както и всички (положителни и отрицателни) корелационни коефициенти между метеорологичните параметри и добивите.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

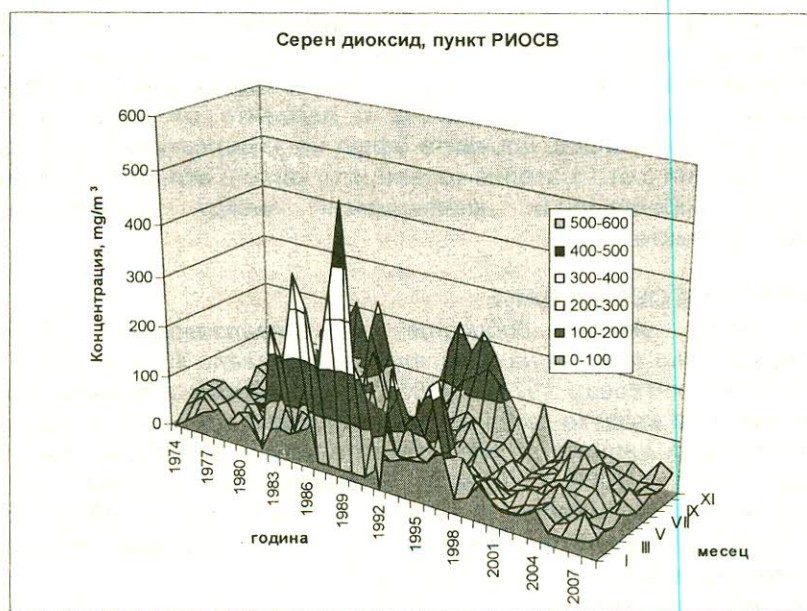
Зависимости между добивите в Старозагорска област и замърсителите във въздуха на областта в интервала 1974 – 1986 г.

Споменатият интервал 1974 – 1986 г. беше избран и поради факта, че замърсяванията на въздуха са били най-интензивни през него за последните 35 г., както показват данните от измерванията в пункт РИОСВ в Стара Загора за периода 1974 – 2008 г. (фиг.2). Наблюденията показват, че често замърсяванията не са локални, а засягат големи площи от областта. Това даде основание, данните от споменатия пункт да се използват при оценка на въздействието на замърсяванията върху добивите.

Не се получи значими отрицателни корелационни коефициенти на добивите с регистрирания в пункт РИОСВ прах през изследвания интервал години. Някои култури: дини и пъпеши, градински фасул зелен, десертно грозде, червен пипер показват значима положителна корелация с праха. По принцип това може да се дължи на положителна зависимост от метеорологичните условия както на добивите, така и на праха. За да се получи повече яснота във връзка с този факт беше изчислена корелацията на споменатите култури с възможните влияещи метеорологични фактори, а именно: валежи в Стара Загора, средногодишна температура, средна температура юни-септември, средна температура декември-февруари,

относителна влажност на въздуха, средногодишна степен на облачност, средно-лятна степен на облачност. Прахът се очаква да е повече през време с малко валежи, ниска относителна влажност на въздуха, ниска степен на облачност, тихо време. Оказа се, че няма значима корелация както между концентрацията на праха и изброените метеорологични параметри през изследвания интервал, така и между метеорологичните параметри и добивите на споменатите култури. Т.е. връзката прах – добиви за споменатите 4 култури е или пряка (стимулиращо действие на праха?) или и двата параметъра – концентрацията на прах и добивите, зависят от неизяснен в изследването фактор.

Няма значими отрицателни корелационни коефициенти между добивите и оловните аерозоли. Прахът и оловните аерозоли са силно корелирани (където източникът им е общ – транспортът), поради което има значими положителни корелационни коефициенти на добивите на някои култури – градински фасул зелен, десертно грозде и дини и пъпеши с концентрацията на оловни аерозоли.



Фиг. 2. Средномесечна концентрация на серен диоксид, регистрирана във въздуха над Стара Загора в пункт РИОСВ. Максималните замърсявания са през средата на 80-те и 90-те години на 20-ти век. Преобладават зимните повишения на концентрацията. Аналогична е картината със замърсяването на въздуха в региона с азотен диоксид и прах.

Добивите от редица култури са в значима отрицателна корелация със серния диоксид (възможно подтискащо влияние на серния диоксид във

въздуха върху тези култури). В табл.1 са приведени съответните корелационни коефициенти.

Таблица 1

Корелация добив – средногодишна концентрация на серен диоксид въздуха. Със звездички е означено нивото на значимост на корелационния коефициент: * - 0,05; ** - 0,01; * - 0,001.**

<i>Култура</i>	<i>Корелационен коефициент и ниво на значимост</i>
Ягоди стари насаждения	-0,565*
Десертно грозде	-0,580*
Сено от люцерна стари посеви	-0,583*
Градински фасул зелен	-0,630*
Кръмно цвекло	-0,694**
Зелен пипер	-0,764**
Захарно цвекло	-0,874***
Червен пипер	-0,878***

Захарното цвекло, в по-малка степен люцерната и кръмното цвекло показват силна отрицателна зависимост освен от серния диоксид във въздуха и от валежите и от относителната влажност на въздуха, което е индикатор, че са чувствителни към киселинните дъждове и мъгли, получаващи се при едновременното присъствие във въздуха на серен диоксид и вода.

Пиперът, градинският фасул и десертното грозде не показват значима корелация с параметрите, характеризиращи метеорологичните условия, т.е. са чувствителни към серния диоксид в газова фаза.

Картофите, зеления пипер и захарното цвекло изпитват отчетливо подтискащото действие от страна на азотния диоксид във въздуха – показват значима отрицателна корелация с азотния диоксид. В табл.2 са приведени техните корелационни коефициенти.

Таблица 2

Чувствителни към замърсяване на въздуха със азотен диоксид култури. Със звездички е означено нивото на значимост на културата: * - 0,05; ** - 0,01; * - 0,001.**

<i>Култура</i>	<i>Корелационен коефициент и ниво на значимост</i>
Картофи	-0,580*
Зелен пипер	-0,583*
Захарно цвекло	-0,874***

Коментарът по-горе за връзката захарно цвекло – серен диоксид е в сила и за връзката му с азотния диоксид. Захарното цвекло показва качества на култура-индикатор на въздушните замърсявания.

Картофите и зеления пипер не показват значима корелация с метеорологичните параметри, т.е. са чувствителни единствено към азотния диоксид.

Добивът от памук и слънчоглед показва известна положителна зависимост от концентрацията на азотния диоксид, но както концентрацията му, така и добивите от споменатите култури, са положително корелирани с безоблачното време, т.е. няма положително влияние на азотния диоксид върху добива от споменатите култури.

Няма значими корелации на добивите със сероводорода във въздуха.

За захарното цвекло, за което анализът показва, че е чувствителна култура както по отношение на замърсяванията във въздуха, така и по отношение на метеорологичните условия, беше разработен регресионен модел *добив – екологични параметри – метеорологични параметри*, чийто математически израз е:

$$\begin{aligned} \text{Добив захарно цвекло (kg/daa)} &= 7156,114 - \\ &-14655,6 \times \text{концентрация на серен диоксид (в mg/m}^3\text{)} + \\ &+11690,46 \times \text{концентрация на азотен диоксид (в mg/m}^3\text{)} + \\ &+2,39 \times \text{площно разпределение на валежа в Стара Загора (в l/m}^2\text{)} + \\ &+201,6862 \times \text{средногодишна температура (в }^\circ\text{C)} - \\ &-197,761 \times \text{средна температура юни-септември (в }^\circ\text{C)} - \\ &-21,0039 \times \text{относителна влажност на въздуха (в \%)} + \\ &+341,4405 \times \text{големина на скоростта на вятъра (в m/s)} - \\ &-13,1971 \times \text{посока на вятъра (в }^\circ\text{)} \end{aligned}$$

Високият коефициент на детерминация (Multiple R=0,962, максимална възможна стойност 1,000), показва адекватността на модела, т.е. пригодността му за прогнозиране на бъдещи добиви, ако стойностите на екологичните и метеорологични параметри са в границите на изменение на данните, използвани за построяване на модела.

БЛАГОДАРНОСТ

Настоящата работа е част от резултатите по научен проект 9Е09 на тема "Анализ на климатичните условия в района на Стара Загора за последните 110 години и оценка на свързания с климатичната специфика риск за замърсявания на околната среда с промишлен, аграрен и битов произход", финансиран от Аграрния факултет към Тракийски университет, Стара Загора.

ЦИТИРАНИ ИЗТОЧНИЦИ:

1. Bulgaria, Statistical Yearbook 2002, p.604; 2004, p.592; 2006, p.630; 2007, p. 593
2. Bulgaria, Statistical Yearbook 2009, Ecology_1.1.xls (<http://www.nsi.bg/otrasal.php?otr=15>)
3. Бюлетин за състоянието на атмосферния въздух 1974 – 1986г., издание на Изпълнителната Агенция за Околна Среда към МОСВ.
4. Тодорова М., Хр.Нечев, Р. Илиева, Д. Павлов. 2006. Промени на почвената реакция около „Агробиохим“, Стара Загора. Екология и индустрия, т. 1-2 232-234.
5. Bulgaria, Statistical Yearbook 1975, pp. 439 – 440; 1976, pp. 487 – 488; 1977, pp. 498 – 499; 1978, pp. 498 – 499; 1979, pp. 520 – 521; 1980, pp. 536 – 537; 1981, pp. 538 – 539; 1982, pp. 558 – 559; 1983, pp. 538 – 539; 1984, pp. 564 – 565; 1985, pp. 550 – 551; 1986, pp. 539 – 541; 1987, pp. 565 – 567
6. StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.