

SAT-LB-P-2-BFT(R)-07

---

**BASIC PHYSICO-CHEMICAL STUDIES OF ORANGE-COLORED SNOW  
(RAZGRAD, BULGARIA)**

---

**Assoc. Prof. Sevdalina Todorova, PhD**

Department of Biotechnologies and Food Technologies,  
“Angel Kanchev” Univesity of Ruse, Razgrad Branch, Bulgaria  
Phone: +359882692828  
E-mail: stodorova@uni-ruse.bg

**B.Eng. Maria Stefanova, Master Student**

**B.Eng. Maya Petkova**

**B.Eng. Emel Djevdetova**

Department of Chemical Technologies,  
“Angel Kanchev” Univesity of Ruse, Razgrad Branch, Bulgaria  
E-mail: m.stefanova73@abv.bg, m\_ivanova81@abv.bg, djevdetova@mail.bg

***Abstract:** Snow can be found in other colors besides white. In this paper orange-colored snow sample collected from Razgrad, Bulgaria was evaluated. The specific purposes of the present study are to characterize the physical and chemical composition of the melted snow-water sample. Snow was analyzed for acidity (pH), total solids, total suspended solids, total dissolved solids, basic anions: chloride (Cl<sup>-</sup>), nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulfides and hydrogen sulphide. These parameters indicated high concentrations of total solids and total suspended solids in the snow-water. The acidity (pH) was 5,1. According to the above analyses, the possible sources of the particles in the snowfall should be soil and ground dust and co al-burning.*

***Keywords:** Orange-colored snow, Physical and chemical characterisations, Physical indicators, Chemical indicators.*

## **ВЪВЕДЕНИЕ**

Снегът е валеж под формата на множество ледени кристали (снежинки) и образуванията от него натрупвания по земната повърхност. Жизненият цикъл на снега започва в атмосферата, където при подходящи условия се формират снежинките. Снежните кристали се образуват, когато малки свръхохладени облачни капчици с диаметър около 10 µm започват да замръзват. Капките замръзват в присъствието на аерозолна частица, която да послужи за ядро. Такава роля могат да играят частици глина, пустинен прах или биологична материя. Ледените кристали нарастват до размер в порядъка на милиметри, падат като валеж и се натрупват на земята, претърпяват структурни промени на място и накрая се стопяват, свличат или сублимират (Vekilska, B., 1991).

Снегът успява особено ефективно да привлече и задържи към себе си миниатюрните частици на замърсителите във въздуха – отделяни например с газовете от автомобилите, при изгаряне на твърдите горива, от различните промишлени производства. Информацията за замърсяването на снега има важно екологично значение, защото снегът попада директно по растенията и те могат да бъдат замърсени. Освен това при топенето снежните води се оттичат повърхностно в реки и езера, вливат се в подземните води, а също така се отлагат в почвата. Информацията за замърсеността на снежната покривка е индиректен показател за състоянието на атмосферния въздух (Galitskaya, I.V., & Rummyantseva, N.A., 2012).

Поради наличието на прах, пясък или други замърсители във въздуха, снегът може да е оцветен в цвят, различен от белия – червен, оранжев, кафяв. Един известен пример за това е оранжевият и жълт сняг, паднал върху Сибир през 2007 г. (Helmenstine, A.M., 2017).

През февруари 2015 г. в Челябинск е валил син сняг. Тогава е установено, че причина за синия цвят е боя за яйца, случайно попаднала във вентилационната система на цех за производство на хранителни оцветители (<http://www.dnesplus.bg/News.aspx?n=823302>).



Фиг. 1. Син сняг в град Челябинск

В град Омск, два пъти през 2012 г. и на 31.01.2018 г. е валил черен сняг (<http://vreme.to/pages/news/11214.html?backto=>). Установено е, че става дума за емисии от ТЕЦ, който в студеното време работи на пълна мощност.

На 23.03.2018 г. в част от Източна Европа - Румъния, Молдова, Украйна, Русия и на много места в Северна България, валя оранжев сняг. В Северна България необичайното явление е наблюдавано в много населени места - Шумен, Силистра, Исперих, Дулово, в села край Русе, Плевен, Видин, за което съобщи много медии (<https://www.24chasa.bg/novini/article/6778666>).

Оранжев сняг валя и в град Разград, образуващ пласт в снежната покривка, покрит отгоре с бял сняг (Фиг. 2).



Фиг. 2. Пласт оранжев сняг от снеговалежа в град Разград на 23.03.2018 г.

От националния институт по метеорология и хидрология към БАН (Balgarska akademiq na naukite) обясниха, че обикновено при такава циркулация на въздушните маси, каквато се реализира в Средиземноморието с циклона от 22 март 2018 г., в по-високата част на атмосферата се изнася прах от прашни бури в пустинята от Северна Африка. Вграждайки се в облачността и минавайки от югозапад над Балканите, пада като валежи под формата на оцветен дъжд или сняг (<https://nova.bg/...>). От бреговете на Северна Африка топлите въздушни маси донесоха ситен пясък. Шуменската хидрометеорологична обсерватория съобщи, че киселинността на взетите снежни проби е неутрална, а в утайката не са открити вредни химикали.

Преди да стигнат до България най-често прашните бури минават през южните острови на Гърция. На остров Крит буквално всичко е пожълтяло. Високата концентрация на пясък във въздуха от около  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  му придава оранжево-червен оттенък (<https://www.24chasa.bg/novini/article/6778666>).

По данни на националната обсерватория в Атина честотата на подобни явления през последните 20 години се е увеличила двойно, а интензивността им – с 50 %. Причина, според

специалистите, е разширяването на пустинните райони в Северна Африка и увеличаване на количеството прах, пренасян от вятъра.

Целта на нашето проучване е да се изследват някои основни физико-химични показатели на оранжевия сняг, паднал в град Разград на 23.03.2018 г., което да даде представа за вида и източника на причинителя на оцветения валеж.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Взети са снежни проби в чисти пластмасови съдове (Фиг. 3). Съхранявани са в хладилник при 0-4 °С и е извършен анализ на твърдите и течни фази на снега по някои основни физико-химични показатели.



Фиг. 3. Разкриване на пласта оранжев сняг и пробовземане

#### Физични показатели

- Външен вид.

Резултат: Снегът е зърнообразен, във вид на ледени гранули.

- Мирис.

Резултат: Снегът и снежната вода са без специфичен такъв.

- Цвят. Основен показател за замърсяването на водата е нейния цвят. Той се обуславя от разтворените в нея соли и органични съединения.

Резултат: Цветът на изследвания сняг и снежната вода е оранжев.

- Мътност. Този показател характеризира наличието на пясък, глина, хумус, планктон, водорасли и други вещества във водата.

Резултат: Снежната вода е мътна, неясна, кална. Следователно съдържа голямо количество от някои от горепосочените вещества.

- Прозрачност. Прозрачността на водата се определя от количеството органични и минерални вещества във водата. Мътността и прозрачността са визуални качества на водата, основаващи се на проникващата светлина.

Резултат: Снежната вода е напълно непрозрачна (Фиг. 4).



Фиг. 4. Снежна вода

**Определяне на общ сух остатък - общо.** Същността на метода се състои в изпаряване на определен обем вода и полученият остатък се изсушава при 105 °С (Todorova, S., 2015).

Резултат: Изследваната проба е с много високо съдържание на общ сух остатък - общо = 1468 mg/dm<sup>3</sup>.

**Определяне на суспендираните (неразтворени) вещества – общо.** Методът се основава на задържането върху филтър на суспендираните (неразтворени) частици, съдържащи се в определен обем вода, и определяне на тяхната маса след изсушаване при 105 °С (Todorova, S., 2015).



Фиг. 5. Утайка от суспендираните (неразтворени) вещества в снежната вода

Общо неразтворените вещества са частици, намерени във водния стълб, които са по-големи от 2 микрометра (органични и неорганични). Частиците, по-малки от 2 микрометра, се считат за разтворени твърди вещества. Прави впечатление по-високото съдържание на суспендираните (неразтворени) вещества върху филтъра (Фиг. 5). Мътността и общите суспендирани частици са свързани. Колкото повече присъстващи във водата твърди вещества, толкова по-малко прозрачна е тя. Увеличението на мътността може да се посочи като потенциално замърсяване (<https://pure-h2o-learning.eu/bg/>).

Резултат: Суспендираните (неразтворени) вещества – общо в пробата сняг = 1157 mg/dm<sup>3</sup>.

**Определяне на разтворени вещества – общо.** Определен обем филтрат от изследваната вода се изпарява на водна баня и остатъкът се суши при 105 °С до постоянна маса (Todorova, S., 2015).

Резултат: Количеството разтворени вещества – общо в пробата = 258 mg/dm<sup>3</sup>. Прекомерните общо разтворени вещества могат да упражнят токсични ефекти в зависимост от техните йонни свойства. EPA, USPHS и AWWA препоръчват горна граница от 500 mg/dm<sup>3</sup> в повърхностните води (<https://pure-h2o-learning.eu/bg/>).

Оценката на основните физико-химични показатели е направена на базата на Наредба №4 за характеризирание на повърхностните води от 14.09.2012 г. (Naredba № Н-4 от 14.09.2012 г.).

#### Химични показатели

##### • Определяне на рН

Стойността на рН е определена потенциометрично с рН-метър ТМ6.

Стойностите, спрямо които се оценява киселинно-алкалния състав на валежите, по данни на НИМХ (Balgarska akademiq na naukite), са:

рН<5 – киселинни, 5≤рН≤6 – неутрални, рН>6 – алкални.

Средномесечните стойности на рН за месец март 2018 г., измерени в метеорологична станция Разград, са 5,4<рН<5,6. т.е. в рамките на неутралните стойности.

Резултат: На снежната вода е измерено рН 5,1.

Следователно е с неутрална реакция. Нашите резултати съвпадат с измерените в Шуменската хидрометеорологична обсерватория стойности, според които киселинността на снежните проби е неутрална (<https://www.24chasa.bg/novini/article/6778666>).

- **Окисляемост на водата** - основен показател за съдържащите се във водата органични и лесно окисляеми неорганични вещества. Изразява се с количеството кислород необходим за окисляването на органичните примеси в даден обем вода.

- **Перманганатна окисляемост (Метод на Кубел).** Методът се основава на окисляването с калиев перманганат в сяроокисела среда на съдържащите се в изследваната вода органични и неорганични вещества (Todorova, S., 2015).

Резултат: Перманганатната окисляемост на изследваната проба = 7,68 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

- **Определяне на нитрити**

Методът се основава на диазотирането на сулфаниловата киселина в кисела среда, от присъстващите в изследваната вода нитрити, и реакцията на получената сол с α-нафтиламин, при което се получава червеновиолетово азобагрило. Светлинната абсорбция на разтвора се измерва при λ = 520 nm (Todorova, S., 2015).

Резултат: Съдържанието на нитрити в пробата = 0,01 mg/dm<sup>3</sup>.

- **Определяне на нитрати**

Нитратите в присъствие на концентрирана трихлороцетна киселина образуват с натриевия салицилат сол на нитросалициловата киселина, оцветена в жълт цвят. Светлинната абсорбция на разтвора се измерва при λ = 410 nm (Todorova, S., 2015).

Резултат: Съдържанието на нитрати в пробата = 1,56 mg/dm<sup>3</sup>.

- **Определяне на хлориди по аргентометричния метод.** В неутрална или слабо кисела среда хлорните йони се утаяват при титруване с разтвор на сребърен нитрат. Като индикатор се използва разтвор на калиев хромат, който реагира с излишъка сребърни йони, променяйки цвета на разтвора от лимоненожълт в оранжевочервен (Todorova, S., 2015).

Резултат: Съдържанието на хлорни йони = 14,8 mg/dm<sup>3</sup>.

От киселите замърсители в отлаганията хлоридите са най-силно представени. В един сравнителен анализ Hristova and all., (2016) докладват много по-ниски средни стойности на хлорни аниони във валежни проби у нас и в чужбина – от 0,16 mg/dm<sup>3</sup> до 4,9 mg/dm<sup>3</sup>. Но както е известно, процесите на самоочистване на атмосферата при суха депозиция са много по-неефективни, в сравнение с мократа депозиция от валеж (Hristova i dr., 2016). Примесите се задържат в атмосферата и това обяснява по-високите концентрации в последващия валеж.

Редът, по който се изменя концентрацията на анионите, установен в нашето изследване, е Cl<sup>-</sup> > NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и е обратен на този в литературния източник (Hristova, E., Veleva, B., Korsachka, M., & Valcheva, L., 2016).

- **Определяне на сулфиди и сероводород по йодометричния метод, изчислено като сероводород.**

H<sub>2</sub>S - може да има органични и неорганични производни (Todorova, S., 2015).

Резултат: В снежната проба не е установено наличие.

## ИЗВОДИ

- Според гореспоменатите анализи, възможните източници на частиците в снеговалежа може да бъдат почвени и земни прахове и изгаряния.

- Тъй като суспендираните (неразтворени) вещества – общо са в големи количества в снега, то въздухът е бил сериозно прахово замърсен преди или по време на снеговалежа.

• Валежът на 23.03.2018 г. не е киселинен. От киселите замърсители в отлаганията най-силно представени са хлоридите.

## REFERENCES

Balgarska akademia na naukite. Nacionalen institute po meteorologia i hidrologia. Mesechen hidrometeorologichen byuletin mart 2018 g. Sofia. <http://www.meteo.bg>.

Galitskaya, I.V., & Rummyantseva, N.A. (2012). Snow-cover contamination in urban territories

(Lefortovo district, Moscow). *Annals of Glaciology*, 53(61), 23-26. doi: 10.3189/2012AoG61A009

Helmenstine, A.M. (2017). How Colored Snow Works. *Thoughtco*. <https://www.thoughtco.com/colored-snow-chemistry-606776> (Updated December 22, 2017).

Hristova, E., Veleva, B., Korsachka, M., & Valcheva, L. (2016). *Opredelyane himicheskia sastav na valejite v grad Sofia*. 3rd National Congress on Physical Sciences, 29th September – 2nd October 2016, Sofia. Section: Physics of Earth, Atmosphere and Space.

Naredba № H-4 ot 14.09.2012 g. za harakterizirane na povarhnostnite vodi. Izdadena ot ministara na okolnata sreda i vodite, obn., DV, br. 22 ot 5.03.2013 g., v sila ot 5.03.2013 g., izm. i dop., br. 79 ot 23.09.2014 g., v sila ot 23.09.2014 g.

Todorova, S. (2015). *Rakovodstvo za laboratorni uprajnenia po promischlena ekologia*. Burgas: Izdatelstvo “Libra Skorp”.

Vekilska, B. (1991). *Obshta klimatologia*. Sofia: Universitetsko izdatelstvo “Kliment Ohridski”.

<https://nova.bg/news/view/2018/03/23/210725>

<https://pure-h2o-learning.eu/bg/>

<http://vreme.to/pages/news/11214.html?backto=>

<http://www.dnesplus.bg/News.aspx?n=823302>

<https://www.24chasa.bg/novini/article/6778666>