

УДК 556.114

О. В. Ткаченко

Днепропетровский национальный университет

ПРИЧИНЫ ЦВЕТНОСТИ ПРИРОДНОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОД

Розглянуто основні фактори, що зумовлюють колірність води. Доведено, що вміст заліза у воді не може зумовлювати колірність через його низьку концентрацію та незмінність упродовж періоду досліджень, незважаючи на мінливу поведінку показника колірності. Більш вірогідною причиною колірності природної та питної вод є органічні (гумусові) речовини.

The values of chromaticity, turbidity, permanganate oxidability and iron content in the water are under consideration. It is proved, that iron cannot be cause of chromaticity of the studied waters.

Введение

Цветность как органолептический показатель качества воды имеет особенно большое значение для питьевого водоснабжения, поскольку легко обнаруживается потребителем. Цветность может быть обусловлена гумусовыми веществами [1; 2; 9; 13; 15], соединениями трехвалентного железа [13; 15], гуматами железа [14], коллоидными соединениями железа [9], растворенными органическими веществами [11; 12], окрашенными веществами, находящимися во взвеси [9; 11; 13], в том числе отходами производств, массовым развитием водорослей [9] и другими микроорганизмами [13].

Считается, что после прохождения водораспределительной сети в воде увеличивается содержание железа, что, вероятно, ведет к ухудшению ее органолептических характеристик. С другой стороны, источником водоснабжения в городе Днепропетровске является река Днепр, а цветность поверхностных вод вызывается, главным образом, присутствием гумусовых веществ [9; 15] и соединениями железа (III) [15]. Цель данной работы – определить факторы, обуславливающие цветность на каждом из этапов поступления воды к потребителю.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на базе Лаборатории по контролю за качеством воды ВНФС «Кайдаки» с 05.10.2004 по 24.01.2005 года. Пробы воды отбирали каждые 10 дней в трех точках: 1) р. Днепр; 2) речная чистая вода (РЧВ), прошедшая все стадии очистки; 3) водопроводная вода потребителя. В каждой пробе определялись показатели цветности, мутности, перманганатной окисляемости (ПО) и концентрации железа по стандартным методикам [3; 4; 13]. Статистическая обработка данных проводилась с использованием статистики для малых выборок [8], метода непараметрического оценивания (ранжирование) [10], а также программы Statistica 5.0.

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам исследований (табл. 1, 2, 3) видно, что во всех точках наблюдения величины цветности и ПО характеризуются значительными колебаниями, а абсолютное значение мутности и концентрации железа данными методами в большинстве случаев невозможно установить.

Таблица 1

Величины цветности, мутности, ПО и содержания железа в воде р. Днепр

Дата	Цветность град.	Мутность		ПО, мг О/л	Железо	
		КС	мг/л		КС	мг/л
05.10.04	47	0,039	2,34	9,9	0,013	менее 0,05
25.10.04	50	0,018	1,15	12,9	0,008	менее 0,05
03.11.04	48	0,016	0,78	8,8	0,007	менее 0,05
12.11.04	45	0,015	0,72	8,4	0,007	менее 0,05
22.11.04	48	0,009	менее 0,58	8,7	0,006	менее 0,05
03.12.04	46	0,005	менее 0,58	8,3	0,009	менее 0,05
13.12.04	51	0,009	0,58	11,2	0,008	менее 0,05
04.01.04	37	0,011	0,64	9,9	0,003	менее 0,05
14.01.04	44	–	менее 0,58	9,6	–	менее 0,05
24.01.04	44	0,007	менее 0,58	8,8	0,008	менее 0,05

Таблица 2

Величины цветности, мутности, ПО и содержания железа в РЧВ

Дата	Цветность град.	Мутность		ПО, мгО/л	Железо	
		КС	мг/л		КС	мг/л
05.10.04	20	0,023	1,34	8,9	0,016	менее 0,05
25.10.04	9	0,007	менее 0,58	9,8	0,008	менее 0,05
03.11.04	18	0,011	0,66	7,8	0,003	менее 0,05
12.11.04	21	0,015	0,72	7,8	0,004	менее 0,05
22.11.04	20	0,005	менее 0,58	8,6	0,003	менее 0,05
03.12.04	32	0,005	менее 0,58	7,2	0,005	менее 0,05
13.12.04	31	0,004	менее 0,58	9,9	0,005	менее 0,05
04.01.04	16	0,002	менее 0,58	8,2	0	менее 0,05
14.01.04	20	–	менее 0,58	8,2	–	менее 0,05
24.01.04	23	0,003	менее 0,58	6,7	0,006	менее 0,05

Таблица 3

Величины цветности, мутности, ПО и содержания железа в воде потребителя

Дата	Цветность град.	Мутность		ПО, мгО/л	Железо	
		КС	мг/л		КС	мг/л
05.10.04	11	0,015	0,91	9,9	0,016	менее 0,05
25.10.04	24	0,007	менее 0,58	9,9	0,009	менее 0,05
03.11.04	22	0,009	менее 0,58	7,6	0,009	менее 0,05
12.11.04	29	–	менее 0,58	6,2	0,010	менее 0,05
22.11.04	34	0,006	менее 0,58	8,7	0,009	менее 0,05
03.12.04	27	0,005	менее 0,58	8,6	0,008	менее 0,05
13.12.04	30	0,002	менее 0,58	9,9	0,009	менее 0,05
04.01.04	20	0,001	менее 0,58	7,0	0,005	менее 0,05
14.01.04	18	0,010	0,58	8,8	0,018	менее 0,05
24.01.04	22	0	0	7,7	0,006	менее 0,05

Для выяснения функциональной зависимости цветности от других показателей необходимо провести корреляционный анализ. Корреляцию между величинами определяют в том случае, если величины подчиняются одному закону распределения. Поскольку наиболее распространенным в биологических исследованиях является закон нормального распределения, то с использованием программы Statistica 5.0 были проверены величины цветности и ПО, а также значения коэффициента светопоглощения (КС) для мутности и железа из-за отсутствия их абсолютных значений, на принадлежность закону нормального распределения для каждой точки наблюдения. Выяснилось, что законом нормального распределения определяются величины цветности в воде р. Днепр и величины ПО в воде потребителя.

Из-за незначительного объема выборки и отсутствия нормального распределения для большинства величин были использованы статистика для малых чисел и непараметрическое оценивание методом ранжирования в том случае, если доверительная вероятность $p < 0,95$.

При анализе показателя цветности для каждой точки наблюдения был вычислен коэффициент вариации CV , который характеризует стабильность исследуемой по данному параметру воды как системы: чем больше коэффициент вариации, тем она менее устойчива. Коэффициент вариации для цветности воды потребителя не является статистически достоверным. По показателю цветности РЧВ вода более устойчива, чем вода р. Днепр (8,00 и 11,11 % соответственно), что можно объяснить установленным нормативом цветности для питьевых вод – 20 град. [5], для достижения которого рассчитывается количество хлора и коагулянта, необходимых для процесса водоподготовки до должного качества. Природная вода р. Днепр зависит от множества непредсказуемых факторов, что способствует увеличению коэффициента вариации.

Таблица 4

Значения коэффициента вариации C , % при доверительной вероятности $p > 0,95$

Параметры	р. Днепр	РЧВ	Вода потребителя
Цветность	11,11	8,00	–
Окисляемость	6,59	12,05	11,49

По показателю цветности качество воды у потребителя практически не зависит от качества исходной природной воды, а зависит от качества процесса водоподготовки.

Концентрация железа в воде не превышала порог чувствительности метода (0,05 мг/л) на протяжении всего периода исследований на всех трех точках наблюдений. Известно, что железо в концентрации 0,3 мг/л является причиной опалесценции и мутности, а с 2 мг/л – еще и неприятного вяжущего привкуса [6]. Таким образом, по результатам наших исследований содержание железа в анализируемых водах слишком низкое, чтобы обуславливать цветность.

Поскольку различают собственно цветность и кажущуюся цветность воды (обусловленную взвешенными окрашенными веществами [7]), то для обнаружения взвесей был определен показатель мутности. Выяснилось, что мутность на протяжении периода исследований почти не превышала предела чувствительности, установленного для данного метода (0,58 мг/л). Поэтому для статистической обработки, как и в случае с железом, была сделана попытка вести расчеты по значениям КС при определении мутности. Нами было определено, что эти величины не подчиняются нормальному закону распределения ни в одной из точек наблюдения. В целом низкие показатели мутности свидетельствуют об отсутствии взвешенных веществ, следовательно, исследуемая вода обладает истинной цветностью.

ПО является косвенным показателем содержания органических веществ в воде. Динамика изменения ПО сходна с динамикой изменения цветности, что, возможно, обусловлено функциональной зависимостью. Из результатов непараметрического оценивания следует вывод, что при уровне значимости $\alpha = 1\%$ функции распределения величин ПО в р. Днепр и в РЧВ различны, а величины ПО в р. Днепр и в воде потребителя, а также в РЧВ и в воде потребителя, принадлежат одной совокупности, так как разница между ними статистически не достоверна.

По показателю ПО наиболее устойчива вода в реке Днепр ($CV = 6,59$). Это можно объяснить уравниванием процессов продукции и деструкции органических веществ в природных водах, которая нарушается затем в результате процессов водоподготовки ($CV = 11,49-12,05$).

Заключение

Итогом данной работы является вывод о том, что собственно цветность природной и питьевой вод не обуславливается содержанием в ней железа, а для выяснения корреляционной зависимости между цветностью и органическими (гумусовыми) веществами необходимы дополнительные исследования.

Библиографические ссылки

1. **Алекин О. А.** Общая гидрохимия (Химия природных вод). – Л.: ГиМИЗ, 1948. – 208 с.
2. **Возная Н. Ф.** Химия воды и микробиология. – М.: Высшая школа, 1979. – 340 с.
3. **ГОСТ 4011–72.** Вода питьевая. Методы определения общего железа.
4. **ГОСТ 3351–74.** Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
5. **ГОСТ 2874–82.** Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
6. **Даценко І. І.** Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології / І. І. Даценко, Р. Д. Габович. – К.: Здоров'я, 1999. – 694 с.
7. **Кокс Ч. Р.** Контроль за процессами обработки воды. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1965. – 415 с.
8. **Кокунин В. А.** Статистическая обработка данных при малом числе опытов // Украинский биохимический журнал. – 1975. – № 6. – С. 776–791.
9. **Кульский Л. А.** Химия и микробиология воды: Практикум / Л. А. Кульский, Т. М. Левченко, М. В. Петрова. – К.: Вища школа, 1987. – 175 с.
10. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
11. **Лаптев Ф. Ф.** Анализ воды. – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – 144 с.
12. **Привезенцев Ю. А.** Практикум по прудовому рыбоводству. – М.: Высшая школа, 1982. – 208 с.
13. **Строганов Н. С.** Практическое руководство по гидрохимии / Н. С. Строганов, Н. С. Бузинова. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 196 с.
14. **Таубе П. Р.** Практикум по химии воды / П. Р. Таубе, А. Г. Баранова. – М.: Высшая школа, 1971. – 128 с.
15. **Унифицированные методы анализа вод** / Под ред. Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1971. – 376 с.

Надійшла до редколегії 03.10.05.