

## **ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

---

УДК 574.56+628.16

**М.В. Коновальчик, канд. техн. наук**

**Автомобильно-дорожный институт**

**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

### **ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ РАЗНОГО КАЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Рассмотрены свойства воды и различные строения ее молекул, проанализированы разные модели воды. С целью изучения свойств воды разного качества, предложена и проведена серия экспериментов по изучению влияния структурированной и неструктурированной воды на процессы развития растений. Получены графические зависимости и уравнения роста растений при использовании воды разного качества. Установлено, что преобладающим фактором биологического воздействия (на растения) является сама структуризация (за счет замораживания), а не качественный состав воды.*

***Ключевые слова:** качество воды, структуризация, кластер, водородные связи, рост растений, биологическое действие*

#### **Состояние проблемы**

Во многих странах мира, в том числе и в отечественной практике, наблюдается общая нехватка, постепенное истощение и растущее загрязнение источников пресной воды. Среди причин этого явления можно назвать недостаточную очистку сточных вод и промышленных отходов, потерю природных водосборных площадей, уменьшение или исчезновение лесных массивов, смыв пестицидов и удобрений с сельхозугодий в воду и т. д. Плотины и водохранилища, изменение естественного режима рек и ирригационные системы также негативно влияют на качество воды. Подобная практика наносит вред природным экосистемам и угрожает биоценозу пресных рек и водоемов. Состояние источников водоснабжения и качество питьевой воды непосредственно влияют на здоровье населения. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 25 % населения постоянно рискует заболеть болезнями, связанными с потреблением некачественной питьевой воды. В развивающихся странах каждый третий житель страдает из-за нехватки питьевой воды и необходимых санитарных условий – основных требований для здоровой и достойной жизни. В этих странах примерно 80 % всех болезней и одна треть смертельных случаев вызваны потреблением загрязненной воды. Именно поэтому водные ресурсы любого государства являются одним из стратегических факторов, обеспечивающих функционирование его экономики, удовлетворение социальных, культурно-эстетических и гигиенических нужд населения, а также нормальное существование природы в целом. Исследования свойств природных питьевых вод и связанные с этим открытия последних лет, в разных странах мира, касающиеся значения воды для функционирования клеток и систем живых организмов, навсегда меняют наше представление о ее роли в жизни не только человека, а планеты в целом [1]. В результате активной хозяйственной деятельности человека на планете резко снижается качество питьевой воды. Поверхностные источники, к сожалению, далеко не всегда могут рассматриваться в качестве перспективных для решения задач водоснабжения. Так же ухудшается качество и подземных вод [2]. Это связано с практикой использования недр Земли.

Согласно современным представлениям молекулы воды образуют жидкие кристаллы, объединяясь в кластеры [1, 3]. Условием образования жидкокристаллической структуры

являются водородные связи, когда два соседних атома водорода образуют между собой угол пространственной связи равной  $104,5$  [4, 5].

Но известно (исследования профессора И.З. Фишера), что водородные связи живут очень недолго ( $1 \cdot 10^{-12} - 10^{-14}$  секунды) [4, 5]. При образовании кластеров из 17 молекул воды (или предельно из 912 молекул) возникает стабильная структура воды [6, 7]. Благодаря наличию водородных связей каждая молекула воды образует водородную связь с 4-мя соседними молекулами, образуя ажурный сетчатый каркас в молекуле льда. Однако в жидком состоянии вода – неупорядоченная жидкость, эти водородные связи – спонтанные, короткоживущие, быстро рвутся и образуются вновь. Все это приводит к неоднородности в структуре воды [8]. Особенность физических свойств воды и многочисленные короткоживущие водородные связи соседних атомов водорода и кислорода в молекуле воды создают благоприятные возможности для образования особых структур – ассоциатов (кластеров), воспринимающих, хранящих и передающих разную информацию [7, 9].

Переносчиками информации могут быть физические поля самой различной природы. Установлена возможность дистанционного информационного взаимодействия жидкокристаллической структуры воды с объектами различной природы при помощи электромагнитных, акустических и других полей [7]. Объектом воздействия может быть и человек. Вода является источником сверхслабого и слабого переменного электромагнитного излучения [10]. Наименее хаотичное электромагнитное излучение создает структурированная вода. В таком случае может произойти индукция соответствующего электромагнитного поля, изменяющего структурно-информационные характеристики биологических объектов. Структурной единицей такой воды является кластер, состоящий из клатратов, природа которых обусловлена дальними кулоновскими силами. В структуре кластеров закодирована информация о взаимодействиях, имевших место с данными молекулами воды. В водных кластерах за счет взаимодействия ковалентных и водородных связей между атомами кислорода и атомами водорода может происходить миграция протона ( $H^+$ ) по эстафетному механизму, что приводит к делокализации протона в пределах кластера. Кластерное строение воды хорошо проиллюстрировано на рисунке 1.

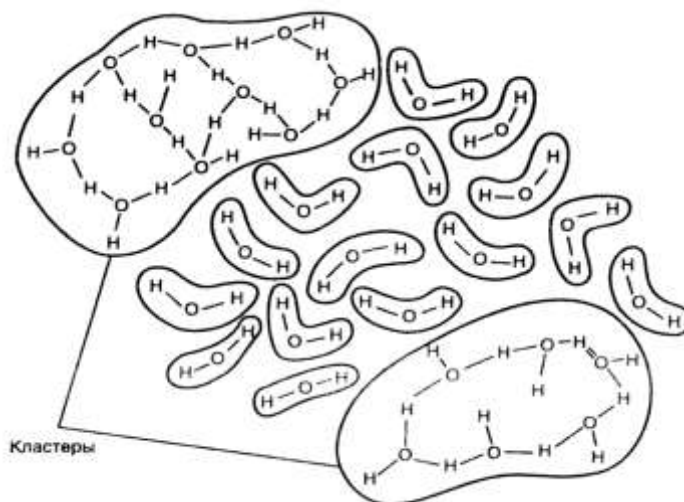


Рисунок 1 – Кластерная модель воды (мерцающие кластеры воды) [3]

### **Цели исследования**

Исследование биологического (экологического) влияния структурированной и неструктурированной воды на растения путем орошения (как индикатора пригодности воды для питания живых организмов). Получение зависимостей роста растений при использовании исследуемых вод.

### *Изложение основного материала*

Во времена, когда окружающая среда была чистой и естественной, не было разделения воды на питьевую и непитьевую, так как вода практически из всех природных источников была питьевой. Сейчас, когда человек существенно нарушил природное равновесие своего окружения, в частности поверхностной воды, без соответствующей проверки ее чистоты считать такую воду питьевой рискованно. Основные физико-химические свойства воды влияют на все процессы, в которых вода принимает участие, особенно важна вода для существования организма человека. В живом организме клетки могут функционировать только в водной среде, в водном окружении. Это касается синтеза белков, ферментативных реакций и других обменных процессов. Структура воды в организме необычная – она в основном напоминает структуру кристаллической решетки льда. Для нее особенно важно соотношение водородных связей между молекулами, соотношение между положительными и отрицательными ее зарядами. Наиболее близка к таковой воде талая или родниковая. Вода природная достаточно глубоко входит в систему живых клеток, сама прочно удерживается ими, обеспечивает оптимальный ход окислительно-восстановительных реакций, интенсивность и уровень обмена веществ. Для тканей организма такая связанная или структурированная (или квазикристаллическая) вода является катализатором биохимических реакций. Она повышает синхронность и эффективность работы регуляторных систем организма и устойчивость тканей к неблагоприятным воздействиям. Белки, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды, жирные кислоты и вода в организме создают единую систему (лиотропный природный жидкий кристалл). Такую лиотропную структуру невозможно разделить на компоненты без ее разрушения. Именно связанная, структурированная вода является основой биоэнергоинформационных процессов в природе и в организме человека. Согласно [11] при поливе растений такой водой происходит:

- увеличение высоты растений, листовой поверхности, числа цветочных кистей, цветков и плодов;
- увеличение плодоношения и урожайности;
- повышение приживаемости и морозостойкости;
- уменьшение содержания в плодах нитратов и тяжелых металлов.

Прежде чем говорить о влиянии исследуемой воды на рост растений необходимо вспомнить основные закономерности роста.

Одним из наиболее очевидных факторов, который проявляется при изучении роста, является то, что он не происходит с постоянной скоростью. При этом большое внимание уделяется вопросам целостности растительного организма. В основе математических выражений обычно лежат эмпирические данные наблюдений, поэтому чаще всего математическое выражение роста является эмпирическим. При этом рассматриваются как отдельные части организма, так и целый организм. В то же время, изучение математических особенностей роста позволило выделить некоторые этапы роста. Многие факторы влияют на скорость роста, но при нормальных и благоприятных условиях растущий орган или организм обнаруживают характерный ход роста: сначала медленный участок (экспоненциальный рост), затем скорость роста увеличивается (линейный рост) и до конца снова уменьшается вплоть до полного прекращения (логарифмический участок). Рост растений описывается сигмоидной кривой (рисунок 2) [12].

S-образная кривая отражает изменение размера растущего органа в период его роста, но не дает «полной» картины изменения суточного прироста [11]. Суточный прирост сначала небольшой, затем прогрессивно увеличивается, а затем снова уменьшается. Если вычертить график зависимости суточного прироста от времени, то получится кривая, изображенная на рисунке 3.

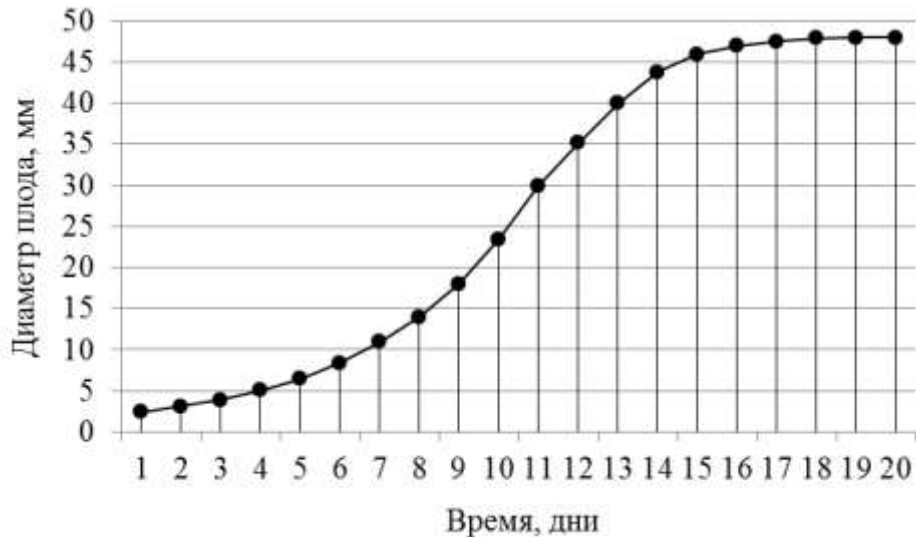


Рисунок 2 – S-образная кривая роста

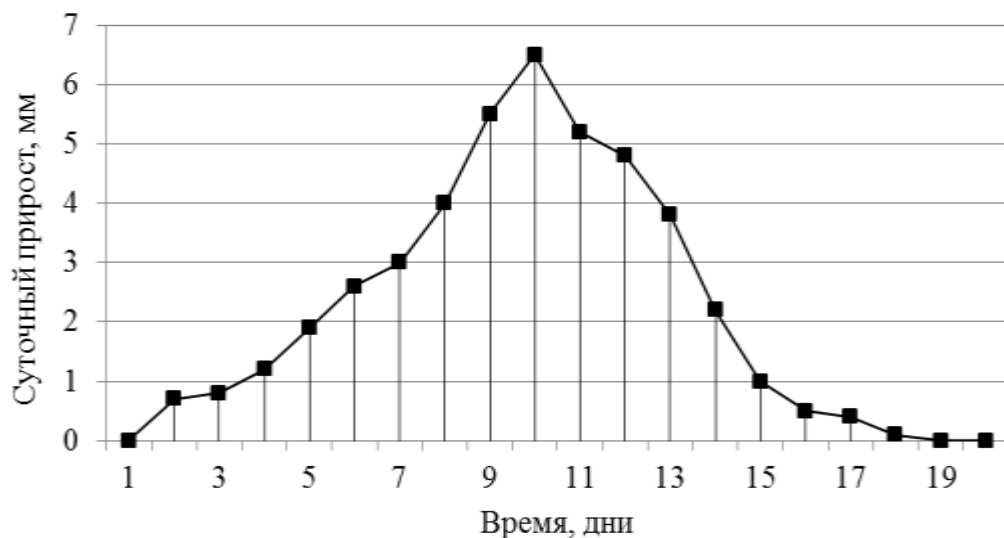


Рисунок 3 – График суточного прироста

В первый период роста (в наиболее типичных случаях) накопление массы происходит с постоянным ускорением, то есть масса растет по закону сложных процентов. Это означает, что в любой момент времени прирост массы составляет некоторую постоянную от общей массы растения в данный момент времени, то есть прирост непрерывно увеличивается. На основании рисунка 3 видно, что в первые 10 дней ежедневный прирост диаметра составляет примерно постоянную часть диаметра прироста в предыдущий день и величина его непрерывно растет. Экспоненциальный рост можно выразить уравнением [12]:

$$P_1 = P_0 \cdot e^{rt}, \quad (1)$$

где  $P_1$  – размер в некоторый момент времени  $t$ ;

$P_0$  – размер в начале роста;

$r$  – скорость роста;

$t$  – физическое время.

Объяснить остальную часть кривой роста гораздо труднее. Очевидно, что в любом организме рост не может происходить со скоростью, которая постоянно увеличивается, хотя бы по той причине, что строительный материал скоро был бы использован. Однако посте-

пенное замедление и, наконец, прекращение роста – слишком распространенный процесс, чтобы вызываться простым истощением материалов. Для каждого органа или организма характерен специфический цикл роста [13]; во второй части цикла скорость падает примерно по такому же закону, по которому она росла в первой части, так что вся кривая роста примерно симметрична. График ежедневного прироста (рисунок 4) сильно напоминает так называемую кривую нормального распределения. Сходство между ростом и автокаталитической химической реакцией, в которой продукты каталитического процесса ускоряют сам процесс, отмечено многими учеными, в том числе Робертсоном. Он предложил более развернутое выражение роста [12]:

$$\log \frac{x}{A-x} = k \cdot (t - t_1), \quad (2)$$

где  $x$  – объем органического вещества до некоторого момента времени  $t$ ;

$A$  – конечный размер структуры;

$t_1$  – время, за которое она достигает половины своего конечного размера;

$k$  – константа роста или скорость экспонентного роста.

Отличительной чертой этого уравнения является то, что скорость роста объясняется тем ростом, которому еще предстоит осуществиться. Отсюда конечный размер определяется в начале роста количеством имеющегося в распоряжении строительного материала или каким-либо другим образом.

Дж. Франс и Дж. Торнли предложили обзор моделей роста, согласно которым было предложено уравнение логистического роста (3) [14]:

$$W = \frac{W_0 \cdot W_f}{W_0 + (W_f - W_0) \cdot e^{-kt}}, \quad (3)$$

где  $W$  – сухая масса растения;

$W_0$  – начальная сухая масса растения;

$W_f$  – конечная сухая масса растения;

$k$  – параметр;

$t$  – физическое время.

Следующая модель роста была предложена Гомпертцом [15, 16]:

$$W = W_0 \cdot \exp(k_0 \cdot (1 - \exp(-D \cdot t)) / D), \quad (4)$$

где  $k_0$  – удельный темп роста;

$D$  – дополнительный параметр, который характеризует уменьшение  $k_0$ .

Уравнение роста Ричардса [15, 16] следует рассматривать как эмпирическую конструкцию:

$$W = \frac{W_0 W_f}{\left[ W_0^n + W_f^n - W_0^n e^{-kt} \right]^{1/n}}, \quad (5)$$

где  $n$  – параметр.

В этом уравнении образуется семейство кривых при различных фиксированных значениях параметра  $n$ . Точка перегиба здесь может соответствовать любой части результирующей сухой биомассы. Это объясняется тем, что  $n$  изменяется в пределах  $-1 \leq n < \infty$ .

Математический анализ роста очень сложный и, очевидно, нельзя найти единого математического закона, который описывает все типы роста или даже какой-то один из них с полной точностью.

В эксперименте были использованы несколько «типов» (разных по свойствам и структуре) воды, основные характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Качественные характеристики воды

Тип воды	Минерализация, мг/л	Жесткость, г·экв/л	Щелочность, г·экв/л
Структурированная (водопроводная)	470	6,8	4,8
Кипяченая (водопроводная)	470	7	4,6
Необработанная (водопроводная)	470	6,8	6,2
Обратноосмотическая (минерализованная)	90	0,6	0,8
Обратноосмотическая	27	0,4	0,6

Для получения структурированной воды был выбран метод замораживания соответствующей воды с последующим размораживанием. С целью изучения свойств соответствующих типов воды предложена и проведена серия экспериментов по изучению влияния структурированной и неструктурированной воды на процессы развития растений. Целью данного эксперимента было установление существенных различий структурированной воды от обычной (неструктурированной) на основе разницы роста образцов соответствующих культур.

В опыте использовались овес и кабачки. Данные виды культур были выбраны, учитывая высокие темпы роста и зависимость их роста от водопотребления, учитывая наличие развитой корневой системы. Поэтому на них можно хорошо проследить влияние различных «типов» вод. Для эксперимента были использованы стандартные – объемом 300 мл пластиковые емкости (для пищевого использования) с насыпанным до одинакового уровня грунтом. С целью уменьшения погрешности в каждую емкость были высажены по три единицы семян соответствующей культуры. Все емкости находились в одинаковых условиях освещения и орошения. На начальном этапе проведения исследования в каждую емкость с образцами добавлялось по 25 мл различной воды. Далее количество добавляемой воды было увеличено до 50 мл. Полив всех образцов проводился одновременно по мере визуального уменьшения влажности почвы.

Контроль образцов производился визуальным и фотографическим методом через день после прорастания растений. Влияние соответствующей воды на развитие растений хорошо иллюстрируется фотографиями каждого образца. На рисунке 4 приведены фотографии растений (овса) по состоянию на 1-й день опыта (22 сентября), а на рисунке 5 – фото растений по состоянию на последний день (4 октября), которые в течение эксперимента поливались структурированной (1), обычной (3) и обратноосмотической (5) водой.

Установлено, что образцы, которые поливались структурированной водой в конце опыта были выше других, что хорошо иллюстрируется рисунком 6. При поливе структурированной водой после некоторого периода отмечается значительный «скачок» в развитии растений.

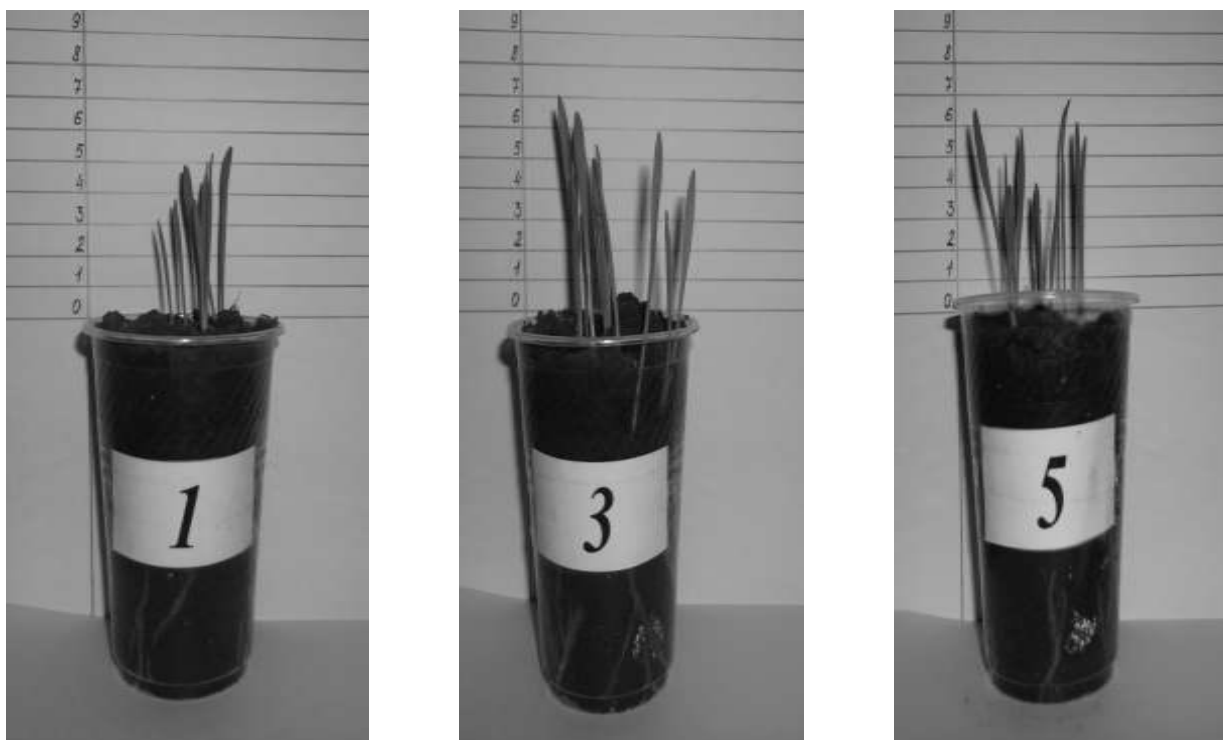


Рисунок 4 – Развитие растений в 1-й день исследования (по состоянию на 22 сентября)



Рисунок 5 – Развитие растений на 13-й день исследования (по состоянию на 4 октября)

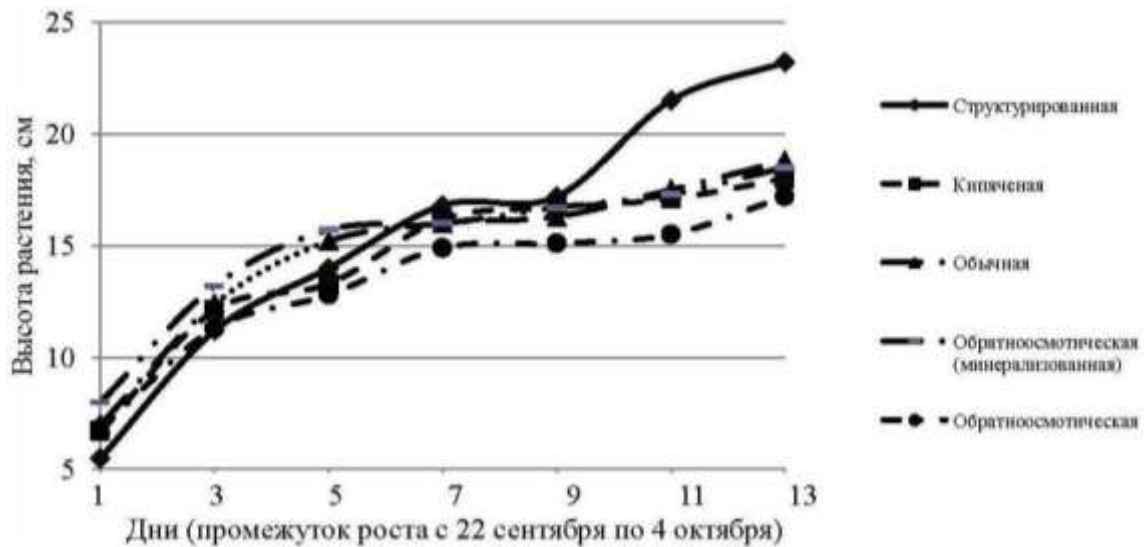


Рисунок 6 – Зависимость высоты растений от применения различных типов воды

Были получены и сопоставлены между собой логарифмические зависимости характера влияния структурированной воды на рост растений, что показано на рисунке 7.

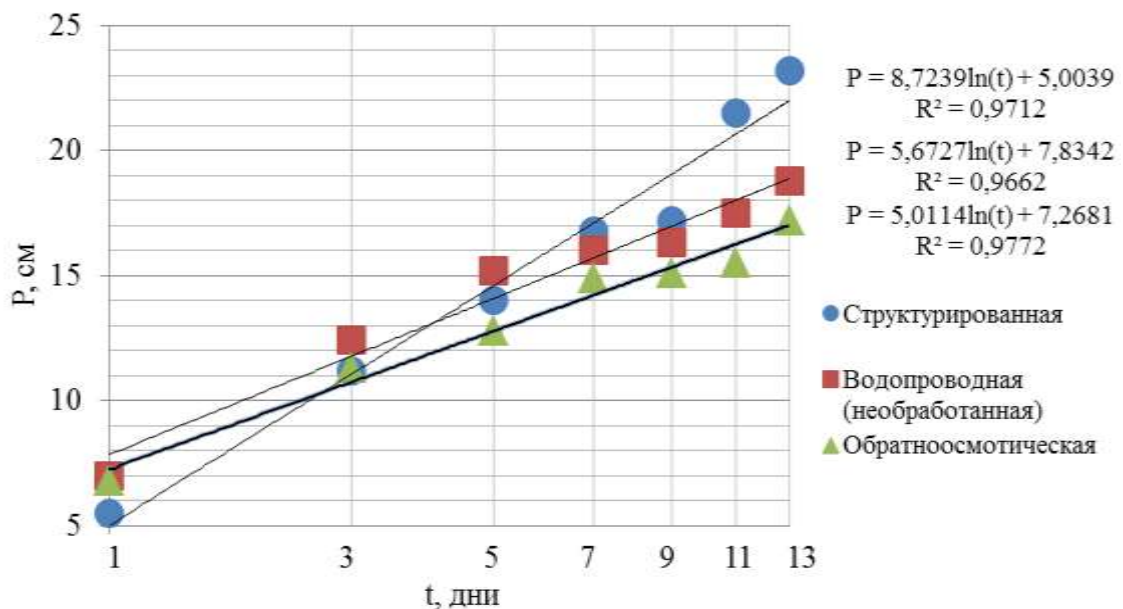


Рисунок 7 – Характер влияния структурированной воды на рост растений

Также были получены уравнения для структурированной (6), обычной (7) и обратноосмотической (8) воды:

$$P = 8,72 \cdot \ln(t) + 5, \quad (6)$$

$$P = 5,67 \cdot \ln(t) + 7,83, \quad (7)$$

$$P = 5,01 \cdot \ln(t) + 7,27, \quad (8)$$

где  $P$  – размер (высота растения), см;  
 $t$  – время, дни.

В ходе эксперимента установлено, что преобладающим фактором биологического воздействия (в нашем опыте над растениями) является структуризация воды, а не ее качественный состав. В нынешнее время большинство технологий водоподготовки устарело, а оборо-



дование практически изношено (отработан ресурс), потому существует проблема обеспечения населения качественной питьевой водой, а сельское хозяйство – очищенной водой. Сегодня многие люди используют разные средства для доочистки питьевой воды (разнообразные бытовые фильтры), однако, учитывая относительно невысокий уровень материального обеспечения населения, не все могут прибегать к использованию фильтров, но все имеют возможность получать структурированную воду простым замораживанием.

### **Выводы**

Проведенные исследования подтвердили приведенные выше теоретические данные относительно специфических свойств структурированной воды и особенно ее влияния на живые организмы. Показана возможность структуризации разных типов воды с целью улучшения ее качественных характеристик (особенно биологического воздействия).

Установлено, что неструктурированная очищенная методом обратного осмоса вода дает наихудшие качественные показатели биологического воздействия, что подтверждает теоретические данные об изменении структуры воды после прохождения через мембрану.

Экспериментально установлено, что преобладающим фактором биологического воздействия (в нашем опыте – над растениями) является структуризация, а не качественный состав воды. Следовательно, путем применения структуризации воды хозяйственно-питьевого водоснабжения возможно достичь значительных биологических эффектов (улучшения состояния здоровья населения, увеличения урожайности некоторых культур и пр.).

### **Список литературы**

1. The Structure of Liquid Water; Novel Insights from Materials Research; Potential Relevance to Homeopathy / Rustum Roy [and others] // Materials Research Innovations Online, 14 September 2005. P. 577–606.
2. Блох А.М. Структура воды и геологические процессы. М.: Недра, 1969. 216 с.
3. Миклашевский Н.В., Королькова С.В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. СПб.: Арлит, 2000. 240 с.
4. Мосин О.В. Аномалии воды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.o8ode.ru/article/water/udivit/waterubnormal.htm>.
5. Зацепина Т.Н. Свойства и структура воды. М.: МГУ, 1974. 168 с.
6. Мосин О.В. Кристаллы воды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.o8ode.ru/article/krie/emoto/waterk.htm>.
7. Зенин С.В. Биологические и энергоинформационные свойства воды. М.: МИР, 1999. 47 с.
8. Structure and Stability of Water Clusters (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>, n ) 8-20: An Ab Initio Investigation / Shruti Maheshwary [and others] // J. Phys. Chem. A. 2001. 105. P. 10525–10537.
9. Эмото Масару. Энергия воды для самопознания и исцеления; пер. с англ. М.: София, 2006. 96 с.
10. Шаубергер В. Энергия воды. М.: Яуза, Эксмо, 2007. 320 с.
11. Структурированная вода [Электронный ресурс]. URL: [http://elta-e.ru/pns/structured\\_water.html](http://elta-e.ru/pns/structured_water.html).
12. Синнот Э. Морфогенез растений. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 603 с.
13. Лутова Л.А., Проворов Н.А. Генетика развития растений; под ред. С.Г. Инге-Вечтомова. СПб.: Наука, 2000. 539 с.
14. Франс Дж., Торнли Дж. Х. М. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. 400 с.
15. Преснов Е.В. Теоретические и математические аспекты морфогенеза; под ред. Е.В. Преснова. М.: Наука, 1987. 296 с.
16. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Кн. 2. М.: Финансы и статистика, 1986. 351 с.

*М.В. Коновальчик*  
*Автомобильно-дорожный институт*  
**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**  
**Оценка биологических свойств воды разного качества на примере**  
**изменения скорости роста сельскохозяйственных культур**

Рассмотрены свойства воды и различные строения ее молекул, проанализированы разные модели воды. Проведены исследования, подтверждающие теоретические данные относительно специфических свойств структурированной воды и особенно ее влияния на живые организмы. С целью изучения свойств воды разного качества предложена и проведена серия экспериментов по изучению влияния структурированной и неструктурированной воды на процессы развития растений. Показана возможность структуризации разных типов воды с целью улучшения ее качественных характеристик (особенно биологического действия).

Были получены графические зависимости и уравнения роста растений, на которые воздействовали водой разного качества. Показано, что воздействие на растения неструктурированной обратнoосмотической водой дает наихудшие качественные показатели биологического действия, что подтверждает теоретические данные об изменении структуры воды после прохождения через мембрану.

Установлено, что преобладающим фактором биологического действия (на растения) является сама структуризация (за счет замораживания), а не качественный состав воды.

Применяя структуризацию воды в хозяйственно-питьевом водоснабжении, можно достичь значительных биологических эффектов (улучшения состояния здоровья населения, увеличения урожайности некоторых культур и прочее).

КАЧЕСТВО ВОДЫ, СТРУКТУРИЗАЦИЯ, КЛАСТЕР, ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ, РОСТ РАСТЕНИЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

*M.V. Konovalchik*  
*Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka*  
**Biological Properties Estimation of Water Different in Quality on the Example**  
**of the Agricultural Crop Growth Rate Change**

Water properties and various structures of its molecules are considered. Different models of water structure are analyzed. Studies confirming theoretical data in terms of specific properties of structured water, and especially its influence on living organisms are carried out. With the purpose of analysis of water properties different in quality the series of experiments to study influence of structured and unstructured water on the processes of plant growth are conducted. In the work the possibility to structure different types of water with the purpose of its qualitative characteristics improvement (especially biological effect) is shown.

Graphic dependences and equalizations of plant growth effected by water of different quality are obtained. It is shown that the influence on plants by unstructured reverse-osmosis water gives the worst qualitative indicators of biological action that confirms theoretical data about the change of water structure after passing through a membrane.

It is established that the prevailing factor of biological effect (on plants) is the structuring itself (due to freezing), but not qualitative composition of water.

Applying water structuring of the household water use it is possible to attain considerable biological effects (the level of population health improvement, raising the level of some crop yield and others).

WATER QUALITY, STRUCTURING, CLUSTER, HYDROGEN BONDS, PLANT GROWTH, BIOLOGICAL EFFECT

**Сведения об авторе**

**М.В. Коновальчик**

SPIN-код: 1616-9285

Телефон: 0507788219

Эл. почта: inst@adidonntu.ru

*Статья поступила 21.12.2015*

*© М.В. Коновальчик, 2016*

*Рецензент д.т.н., проф. С.П. Высоцкий*