ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА КРАСНОМ СВЕТУ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Сафронова Н.М.

Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

Пятов Е.А.

АО «Кокшетауминводы», Кокшетау, Казахстан

Введение

Биологическая ценность питьевой воды это один из показателей ее качества, которому придается в настоящее время важное значение.

Известно несколько методов активации воды с целью повышения ее биологической ценности. Одним из методов является обработка воды лучом лазера [3].

Обнаружение у воды «резонансной спектральной памяти» [2] позволило с помощью монохроматического поляризованного красного света с длиной волны 630-650 нм придавать питьевой воде физиологически полезные свойства.

Однако, важным моментом при активации воды является оценка оптимального времени воздействия светом, при котором вода становится наиболее физиологически полноценной.

Наиболее распространенными методами оценки активации жидких сред являются методы биотестирования по прорастанию семян растений в анализируемой жидкости.

Целью наших исследований явилось изучение влияния воды «Туран», обработанной монохроматическим красным поляризованным светом различной экспозиции, на рост растений и содержание основных фотосинтетических пигментов.

Методы

Питьевая вода «Туран» добывается на месторождении подземных вод, вскрывшей на глубине 16-46 м водоносную зону трещиноватости гранитоидов. Перед розливом в бутыли вода проходит обработку монохроматическим красным поляризованным светом длиной волны 650 нм гелий-неонового источника и озонированием.

Объектом исследований служили растения мягкой яровой пшеницы (Triticum aestivum L.) сорта памяти Азиева. Для эксперимента были отобраны семена среднего размера, чистые, без пятен. Стерилизацию семян проводили 5% раствором марганцевокислого калия. Растения выращивали в чашках Петри при температуре 250С до появления второго листа. Растения пшеницы выращивали на воде «Туран», обработанной красным светом в течение 1 минуты, 4 минут, 10 минут, 15 минут, 20 минут, 25 минут, 30 минут, 60 минут. Кроме того, был вариант, в котором использовалась вода, обработанная красным светом в течение 4 минут с последующим озонированием. В качестве контроля выступали растения, выращенные на воде «Туран» без обработки красным светом.

Опыты выполнялись через 9 дней после обработки воды светом. Повторность опытов трехкратная. До опытов пробы воды хранились в полиэтиленовых прозрачных бутылках при комнатной температуре в естественных условиях освещения.

У 10-дневных проростков определяли биометрические показатели: высоту, площадь ассимиляционной поверхности, сырую и сухую биомассу корней и побегов, также оценивали содержание фотосинтетических пигментов. Измерения площади листовой поверхности проводились по методике, предложенной И.А. Щербиной с сотрудниками [5]. Нарастание биомассы растений определяли весовым методом на технических весах. Оценивалась биомасса отдельных органов (листьев и корней). Содержание основных пигментов фотосинтетического аппарата определяли in vivo колориметрическим методом [1. Результаты обрабатывали статистически с помощью пакета программ Excel.

Результаты и обсуждение

Как показали результаты экспериментов, у всех вариантов с освещением сырая биомасса проростков была меньше, чем в контроле (рис.1). Причем следует отметить, что, начиная с 10-минутного варианта, идет падение темпов накопления биомассы, а с 30-минутного варианта идет снова нарастание биомассы, но не достигает контроля. Озонирование положительно сказывалось на накоплении сырой биомассы, показатели превышали вариант без озонирования на 11%.

Сырая биомасса, как известно, складывается из сухой биомассы и воды. Причем сухая биомасса более точно отражает интенсивность именно образования органических веществ в растении. Как видно из рисунка 2 больше, чем в контроле сухая биомасса была выше только у двух вариантов со временем экспозиции воды на красном свету 1 и 4 минуты. Увеличение времени экспозиции воды до 10 минут и больше, по-видимому, негативно отражалось на ее свойствах, накопление сухой биомассы у проростков пшеницы снижалось. Сопоставление данных по сухой и сырой биомассе проростков указывает на то, что контрольные растения удерживали больше воды, чем на 1 и 4-х минутном варианте и, меньше, чем в вариантах с обработкой воды светом больше 25 минут. Накопление сухой биомассы шло интенсивнее, чем в контроле, если вода экспонировалась на красном свету не более 4 минут. Следовательно, растения с 30-минутного и 60-минутного варианта увеличивали свою сырую биомассу главным образом за счет потребления воды, а не интенсификации ростовых процессов. Это также свидетельствует о том, что вода, на которой они росли, обладает худшими биологическими свойствами.

Озонирование стимулировало накопление воды растением, но в меньшей степени по сравнению с контрольным вариантом. Таким образом, интенсивность протекания синтетических процессов в растении зависела от качественных характеристик потребляемой ими воды.

Одним из наиболее существенных показателей морфофизиологического состояния растений является площадь листьев. Как выяснилось, длительность обработки воды красным светом влияла на формирование листового аппарата у проростков пшеницы. Если обработка воды от 1 до 10 минут стимулировало рост листьев, то вода с большим временем экспозиции тормозила это процесс (рис. 3). Эти данные коррелируют с данными по накоплению сухой биомассы. Можно предположить, что накопление сухой биомассы лимитировалось размерами фотосинтетического аппарата. Однако, для более полной картины необходимы данные по составу пигментного аппарата.

Как показали эксперименты, содержание хлорофилла *а* (мг/г сырой массы) у проростков, росших на воде, обработанной красным светом в течение 1, 4, 10 и 15 минут, было выше, чем в контроле (рис.4). Озонирование снижало содержание этого пигмента почти в 2 раза. Учитывая, что накопление сухой биомассы, которое является отражением фотосинтетических процессов, при озонировании существенно не снижалось по сравнению с вариантом без озонирования, можно предположить, что эффективность работы пигментного аппарата при озонировании существенно повышалась. В то же время, более высокая концентрация хлорофилла *а* у растений 10 и 15-минутного варианта не коррелировала с накоплением сухой биомассы.

Содержание хлорофилла b во всех опытных вариантах было выше, чем в контроле (рис. 5). Нельзя не отметить циклический характер изменения содержания этого пигмента в зависимости от времени обработки. Самый высокий уровень пигмента наблюдался на 20-минутном варианте и превышал контрольный в 6 раз. По литературным данным повышенное содержание хлорофилла b обычно наблюдается при сухой и солнечной погоде, что связывают с защитной функцией этого хлорофилла, оказывающего экранирующее действие на фотосинтетически активный хлорофилл *а*. Учитывая, что проростки, росшие на воде с длительным периодом освещения красным светом (20-60 минут), накапливали большее количество воды, возникает впечатление, что выращивание проростков на воде, обработанной красным светом в течение 20-60 минут, вызывает ответные реакции, аналогичные при засухе или тепловом стрессе, в результате чего растение начинает накапливать воду.

Содержание каротиноидов (рис.6) также было выше в опытных вариантах, за исключением вариантов с 30 и 60 минутами освещения. Таким образом, на вариантах обработки воды светом продолжительностью от 1 до 15 минут возрастало количество всех пигментов фотосинтеза. Начиная с 20-минутного варианта, возрастает содержание вспомогательных пигментов и, напротив, падает содержание хлорофилла *а*. В конечном итоге у варианта 60 минут содержание всех пигментов ниже, чем в контроле.

Рассматривая полученные данные в контексте с показателями сырой и сухой биомассы, можно констатировать, что, несмотря на достаточное содержание пигментов в вариантах 10, 15, 20 минут, интенсивность синтетических процессов здесь снижалась. Более длительная обработка воды красным светом приводила к уменьшению содержания как хлорофиллов, так и каротиноидов, что могло быть обусловлено как торможением процессов синтеза пигментов, так и усилением процессов их распада.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что вода, обработанная красным светом, оказывала различное физиологическое воздействие на проростки яровой пшеницы в зависимости от времени ее обработки. Наиболее оптимальным условием для накопления сухой биомассы проростков и формирования пигментного аппарата фотосинтеза было выращивание на воде со временем экспозиции 1-4 минуты. Более длительная обработка воды красным светом, по-видимому, меняет ее качественные характеристики, которые отражаются на физиологических процессах, что выражается в снижении уровня накопления сухой биомассы, содержания основных пигментов фотосинтеза. Озонирование оказало хороший эффект на работу основного пигмента фотосинтетического аппарата – хлорофилла *а*. Во всех исследованиях наилучшие показатели по сравнению с контрольными образцами были получены в случае опыта на воде, обработанной красным светом и озонированием, что согласуется с результатами, полученными при биотестировании воды по развитию бактерий и гибели ракообразных [4].

Исследование показывает, что методы биотестирования могут широко применяться при создании биологически активных вод и в качестве технологического контроля в процессе обработки воды.

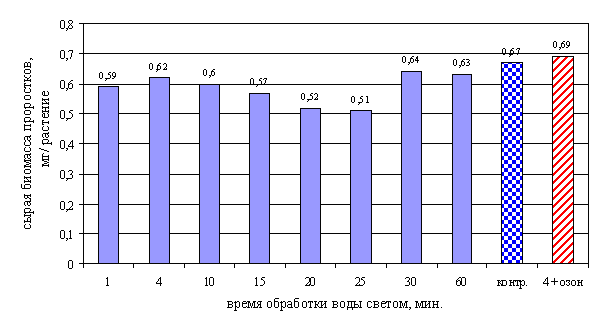


Рис. 1 Сырая биомасса проростков пшеницы в зависимости от времени обработки воды

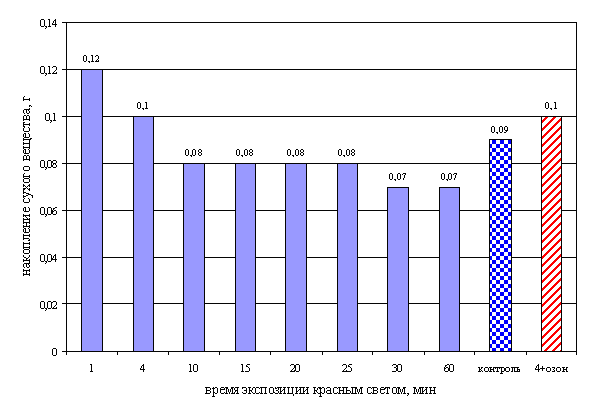


Рис. 2 Влияние времени обработки воды на сухую массу проростков пшеницы

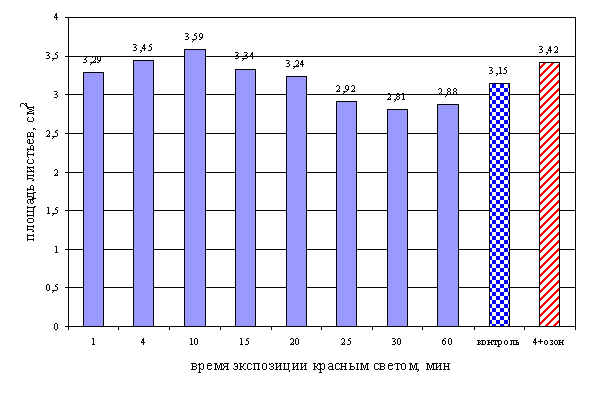


Рис. 3 Общая площадь листьев проростков пшеницы в зависимости от времени обработки воды

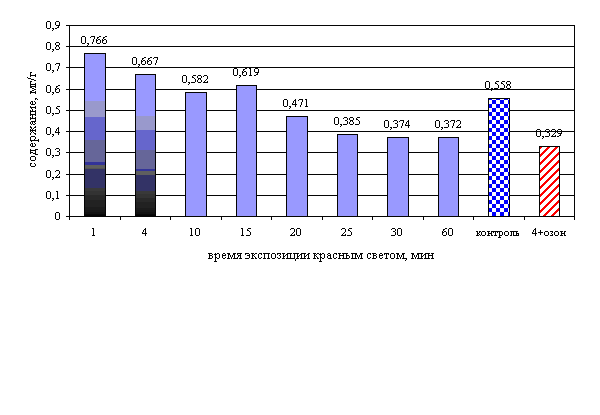


Рис. 4 Содержание хлорофилла *а* (мг/г сырой массы) в наземной биомассе проростков пшеницы в зависимости от времени обработки воды

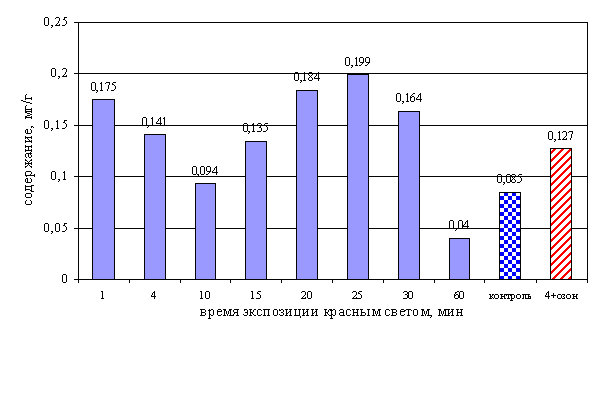


Рис. 5 Содержание хлорофилла b (мг/г сырой массы) в надземной биомассе проростков пшеницы в зависимости от времени обработки воды

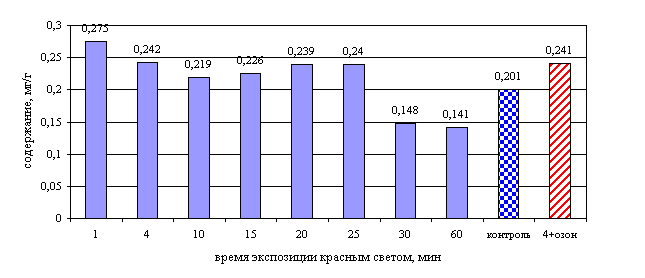


Рис. 6 Содержание каротиноидов в проростках пшеницы в зависимости от времени обработки воды

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. (1983) *Determinations of total carotinoides and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents.* Biochem.Soc.Trans. v.11, 5, p.591.

Жумагулов Б.Т., Инюшин В.М., Лукъянов А.Т. (2005) *Резонансная спектральная память жидкости.* Материалы Международного семинара «Биогенная вода, проблемы водной экологии, безопасность жизни человека», Алматы, стр.3-5.

Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д. *Ключ к «живой» природе.* 2-е изд., доп. – Алма-Ата. – Кайнар. – 1987. – 176с.

Пятов Е.А., Сафронова Н.М., Курманбаева А.С. (2007). *Биотестирование питьевой воды, обработанной красным светом различной экспозиции.* Журн. «Питьевая вода», Россия, №4, стр. 27-30.

Щербина И.А., Касьянов П.Ф., Бояр Е.В. (1985) *Об определении площади листьев различных видов пшеницы.* Биологические науки, № 5., С. 105-108.