

Влияние переработанного илового осадка сточных вод на морфологические показатели вида *Quercus robur* L.

Александра Сергеевна Соломенцева, Алина Сергеевна Межевова, Алмагуль Кадыргалиевна Романенко, Сергей Анатольевич Егоров

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Россия
e-mail: alexis2425@mail.ru

Аннотация. Дуб черешчатый является одной из главных лесобразующих пород не только в европейской части России, но и в засушливых регионах – Камышинском районе Нижнего Поволжья, на Терских, Тереклинских и Кумских песках Ногайской степи, в Астраханской полупустыне, Самарской и Оренбургской областях. Его долговечность и устойчивость позволяют рекомендовать выращивание данного вида в насаждениях различного назначения. Защитные лесные насаждения вносят изменения в агроландшафты, обладая большой органической массой, перераспределяя биологический потенциал. Ускоренный рост, долговечность деревьев в защитных лесных насаждениях определяется, прежде всего, обеспеченностью видов элементами питания. Современная стратегия сельского хозяйства, основанная на химизации, приводит к усилению эрозионных процессов и, как следствие, снижению уровня почвенного плодородия. В последнее время очень актуальны экологические «зеленые» технологии, поэтому возникает необходимость поиска новых путей для решения проблем деградации и плодородия почвы, поиска эффективных нетрадиционных удобрений и мелиорантов. Применение иловых и донных осадков при создании защитных лесных культур в засушливой зоне остается малоизученным, но представляет большой практический интерес. Установлено, что использование обеззараженных осадков сточных вод дает положительный эффект в выращивании семян дуба, обеспечивая его потребность в необходимых элементах питания. За весь срок проведения опыта наилучший результат показало использование донного осадка из х. Суходол Волгоградской области. Вместе с ростом верхушечных побегов у дуба черешчатого увеличивались прирост фитомассы, скорость роста и развития. Дуб черешчатый, нетребовательный к почвенным условиям, вполне способен произрастать в овражно-балочных и озеленительных насаждениях на различных типах почв. Необходимо продолжать изучение нетрадиционных удобрений и мелиорантов, их состав, особенности и уникальные свойства. Внедрение их в сельское хозяйство позволит решить фундаментальные проблемы и вопросы плодородия почв (увеличение запасов фитомассы и сохранение плодородного слоя), формирования и поддержания стабильности и продуктивности агробиоценозов.

Ключевые слова: дуб черешчатый; иловые осадки сточных вод; рост; развитие.

Для цитирования: Соломенцева А. С., Межевова А. С., Романенко А. К., Егоров С. А. Влияние переработанного илового осадка сточных вод на морфологические показатели вида *Quercus robur* L. // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 64–67. <http://10.28983/asj.y2022i11pp64-67>.

AGRONOMY

Original article

The influence of recycled sludge sewage sludge on the morphological parameters of the species of *Quercus robur* L.

Alexandra S. Solomentseva, Alina S. Mezhevova, Almagul' K. Romanenko, Sergei A. Egorov

Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation, RAS, Volgograd, Russia,
e-mail: alexis2425@mail.ru

Abstract. Petiolate oak is one of the main forest-forming species not only in the European part of Russia, but also in arid regions - in the Kamyshinsky district of the Lower Volga region, on the Terek, Tereklin'sky and Kuma sands of the Nogai steppe, in the Astrakhan semi-desert, Samara and Orenburg regions. Its durability and stability allow us to recommend the cultivation of this species in plantings for various purposes. Protective forest plantations make changes in agricultural landscapes, having a large organic mass, redistributing biological potential. Accelerated growth, durability of trees in protective forest stands is determined, first of all, by the provision of species with nutrients. The modern strategy of agriculture based on chemicalization leads to an increase in erosion processes, and as a result, a decrease in the level of soil fertility. Recently, environmental "green" technologies have become very relevant, so there is a need to find new ways to solve the problems of soil degradation and fertility, search for effective non-traditional fertilizers and meliorants. The use of silt and bottom sediments in the creation of protective forest crops in the arid zone remains poorly studied, but is of great practical interest. It has been established that the use of disinfected sewage sludge gives a positive effect in the cultivation of oak seedlings, ensuring its need for the necessary nutrients. For the entire time of the experiment, the use of bottom sediments from the point "Sukhodol" showed the best result. Together with the growth of the apical shoots of the petiolate oak, the growth of phytomass, the rate of growth and development increased. Undemanding to soil conditions, the petiolate oak is quite capable of growing in ravine-girder and landscaping plantings on various types of soils. It is necessary to continue studying non-traditional fertilizers and meliorants, their composition, features and unique properties. Their introduction into agriculture will allow solving fundamental problems and issues of soil fertility (increasing phytomass reserves and preserving the fertile layer), the formation and maintenance of stability and productivity of agrobiocenoses.

Keywords: oak petiolate; sludge sewage sludge; growth; development.

For citation: Solomentseva A. S., Mezhevova A. S., Romanenko A. K., Egorov S. A. The influence of recycled sludge sewage sludge on the morphological parameters of the species of *Quercus robur* L. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022; (11):64–67. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2022i11pp64-67>.

Введение. Обеззараженные иловые и донные осадки сточных вод являются прекрасным источником питания для растений, так как содержат большое количество питательных элементов. Установлено, что высокотемпературный био-





уголь с их использованием стимулирует появление корневых проростков и относится к неопасным отходам (4-й класс опасности) [2].

Нетрадиционные виды удобрений находят все большее применение в различных отраслях хозяйства ввиду своей низкой стоимости и высокой эффективности. Доказано, что использование илового осадка приводит к увеличению запаса продуктивной влаги, повышению плодородия почв, увеличению урожайности у растений [7].

В условиях г. Волгограда проводилось испытание иловых осадков как мелиорантов, содержащих в них подлинного органического вещества составило 12–15 %, что особенно актуально при выращивании насаждений в засушливых условиях [5]. После обеззараживания из иловых осадков сточных вод возможно получение твердых и жидких удобрений с ПДК, соответствующей регламенту их использования в качестве органического удобрения, и увеличение фитомассы растений в 5–10 раз [3].

Доказана высокая эффективность использования осадков сточных вод в опытах для увеличения урожайности многолетних трав (овсяница, мятлик, райграс) [1].

В исследованиях в Амурской области при внесении ОИП в дозе 40 г/га отмечался высокий урожай зерна и увеличение содержания органического вещества, вегетативной массы растений [6]. Доказано, что максимальное количество иловых осадков лучше не использовать в период вегетации растений, так как это может привести к накоплению токсичных элементов в тканях [4].

На древесных видах использование иловых осадков сточных вод в условиях Волгоградской области проводится впервые. Количество деревьев дуба в удовлетворительном и хорошем состоянии, произрастающих на светло-каштановых суглинистых почвах аридного региона, составляет 68,3 %. Средняя высота 4 м, диаметр на высоте 1,3 м – 3,6 см, возраст – 80 лет. Рост и развитие дуба черешчатого в засушливых условиях Нижнего Поволжья подавляются высокими летними температурами, бедным составом почвы, ветрами.

Дуб черешчатый нетребователен к почвенным условиям, в зависимости от влагообеспеченности насаждений по годам, его рост в Нижнем Поволжье не носит постоянный характер и зависит также от погодных условий. Сохранившиеся в аридном регионе виды дуба как адаптировавшиеся к местным почвенно-климатическим условиям следует размножать для получения нового поколения более устойчивых видов и форм в насаждениях разного назначения.

Методика исследований. Дуб черешчатый имеет западноевропейский ареал и широко распространен в европейской части Российской Федерации. Его формы также встречаются на севере Африки и в Азиатских регионах. В Сибирском регионе России дуб черешчатый не растет, встречается на водоразделах реки Волги.

Для исследований использовали стратифицированные семена дуба черешчатого, собранные в Чапурниковской балке г. Волгограда (рис. 1).

Желуди хранились в холодном помещении при температуре +1 °С с постоянным поддержанием уровня влажности и вентиляции. Образцы донного осадка сточных вод были собраны в х. Чапаевец и х. Суходол Волгоградской области, образцы илового осадка – в г. Волжский (рис. 2).

В ходе опыта использовались три повторности в следующих вариантах посадки желудей: 1) контроль; 2) донный осадок сточных вод (х. Чапаевец): 1, 2 и 3 г на 200 г почвы; 3) донный осадок сточных вод (х. Суходол): 1, 2 и 3 г на 200 г почвы; 4) осадок сточных вод (г. Волжский): 1, 2 и 3 г на 200 г почвы.

Желуди дуба после стратификации прорастивали во влажных растительных, при температуре воздуха +15 °С, первые проростки у семян появились спустя 14 дней после начала прорастивания. Всего было взято по 30 растений в каждом варианте опыта. При посадке желудей использовали грунт с добавлением перлита и зональной почвы, с содержанием азота 180 мг/кг, фосфора – 290 мг/кг, калия – 330 мг/кг, показатель кислотности в солевой среде – 5,2. Контроль – зональная светло-каштановая почва без примесей и добавления перлита.

Иловый осадок сточных вод использовали в очищенном стандартным способом виде, концентрация тяжелых металлов не превышала ПДК.

Результаты исследований. Наибольший прирост растения создают на почвах с достаточными ресурсами влаги и питательных веществ. Органическое вещество в составе очищенных иловых осадков сточных вод способствует поддержанию уровня гумуса в почве на постоянном уровне благодаря усилению биологической активности.

Общий азот является основным элементом питания для растений, способствуя увеличению фитомассы, аммиачный азот усиливает степень сопротивления видов к неблагоприятным природным условиям, защищает от заболеваний, фосфор стимулирует цветение и плодоношение, калий – ускоряет обменные процессы и фотосинтез, улучшает адаптацию растения к засушливым условиям. Фон питательных элементов эффективен для роста и развития растений (рис. 3).

Спустя 10 дней после закладки желудей в грунт наблюдали их прорастание. В варианте с добавлением донного осадка из х. Чапаевец приросты были наиболее слабыми



Рис. 1. Местоположение семенных насаждений отбора семян дуба



Рис. 2. Места отбора образцов осадков сточных вод : а – х. Суходол, координаты 48.616986, 44.889788; б – х. Чапаевец, координаты 48.586601, 44.850906, в – г. Волжский, координаты 44.761335, 48.797778

в сравнении со всеми вариантами опыта. За неделю наблюдений за ростом и развитием семян максимальный прирост составил 4, 5 см в концентрации 3 г/200 г почвы, минимальный – 0,5 см в концентрации мелиоранта 1 г/200 г почвы. В варианте опыта с донным осадком из х. Суходол наибольшие приросты у семян дуба наблюдали с концентрацией 2 г/200 г почвы. За 7 дней рост растений не носил импульсивного характера, наблюдалась стабильная и равномерная прибавка длины ствола и побегов до 7,5 см. Иловый осадок сточных вод из г. Волжского увеличил прирост семян до 3,5 см в концентрации 2 г/200 г почвы. При увеличении дозы с 2 до 3 г отмечали задержку в росте и отсутствие прироста (рис. 4).

Можно предполагать, что в последующем классе роста, когда значительно увеличится вынос элементов питания, отзывчивость растений дуба в вариантах опыта будет заметнее. С внесением илового осадка сточных вод в дозе 1 и 3 мг дуб черешчатый слабо реагирует на улучшение питания.

Величина стандартного отклонения в вариантах опыта соответствует модели нормального распределения (рис. 5).

Место отбора опытных образцов также играет важную роль в их обеспеченности необходимыми для растений элементами питания. В дальнейшем будет проведена работа по внесению илового и донного осадка в почвенные смеси с другими видами древесных растений. Тенденция обогащения почвы очищенными осадками сточных вод при выращивании древесных видов даст возможность более полно и интенсивно использовать местные ресурсы и активно управлять экологическими режимами, предотвращая процессы деградации и опустынивания за счет ускорения роста и развития древесных видов.

Заключение. Очищенные иловые и донные осадки сточных вод вполне можно применять в виде мелиорантов и удобрений для древесных растений, что делает опыт перспективным. Полученные данные будут использованы авторами в дальнейших исследованиях со сменой видов и форм.

Наилучший прирост и развитие наблюдали у семян дуба во втором варианте опыта с опытным образцом из х. Суходол в концентрации 2 г/200 г почвы.

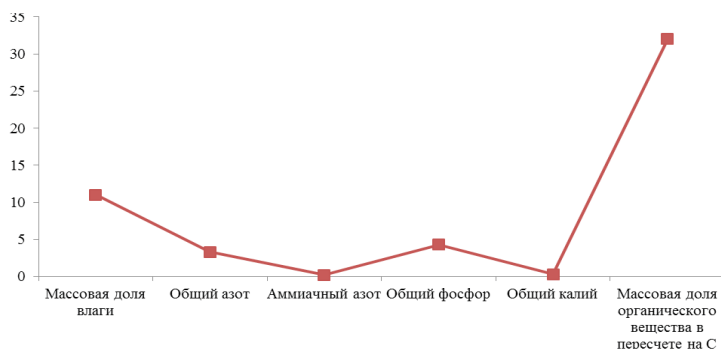
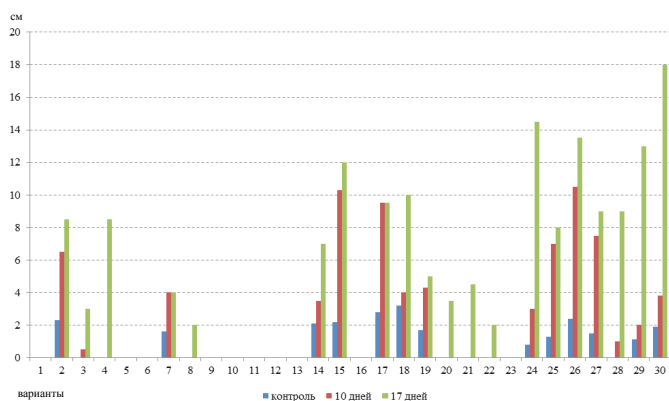


Рис. 3. Физико-химические показатели осадков сточных вод для реакции Ph солевой среды 5,0–8,5, %*.

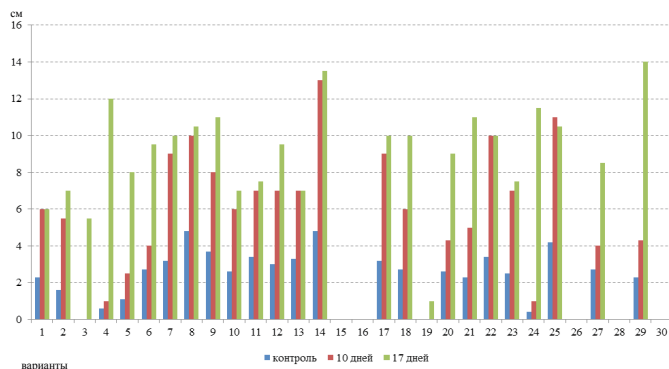
* Значение по НТД: для массовой доли влаги не более 70 %, общего азота >0,5 %, общего фосфора >1,5 %, массовой доли органического вещества не менее 30 %, аммиачный азот и общий калий, мг/кг, не нормируются

Особое значение для защитного лесоразведения и озеленения в аридных условиях имеют виды, отличающиеся быстрым ростом и высотой. Опыт показал, что донный осадок сточных вод ускоряет процесс роста и формирования фитомассы у дуба черешчатого, что позволит гарантировать размножение его отобранного и районированного генофонда.

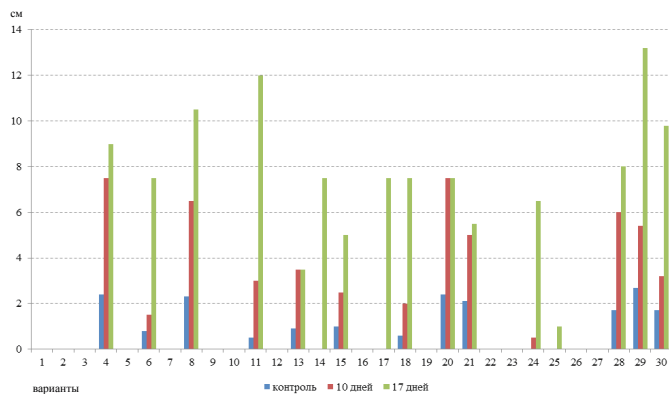
Работа выполнена в рамках государственных заданий лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства – № 122020100448-6 «Создание новых конкурентноспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчиво-



а



б



в

Рис. 4. Рост сеянцев дуба, см, в вариантах опыта (а – х. Чапаевец, б – х. Суходол, в – з. Волжский)

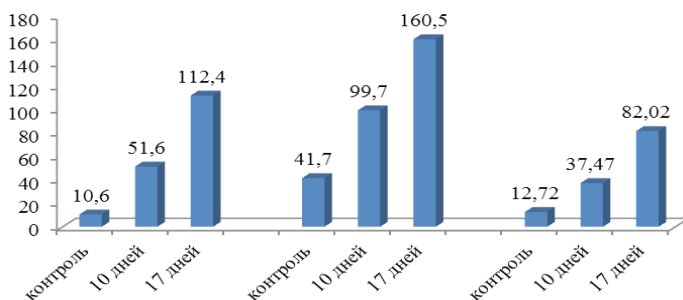


Рис. 5. Стандартное отклонение выборок опыта

fertilizers-ameliorants and their possibilities. *Herald of Agrarian Science of the Don*. 2016;4(36):78–83. (In Russ.).

6. Osmany R. G. Influence of sewage sludge on the behavior of heavy metals in the soil-plant system [Experiments on soybean]. *Ecological safety in the agro-industrial complex. Abstract journal*. 2010;(1):52. (In Russ.).

7. Pleskachev Yu. N., Mezheva A. S., Shevtsova L. P. Technology of cultivation of dyeing safflower using silt sediment and chisel tillage. *Nauchnaya zhizn*. 2019; 14(11-99):1667–1674. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-11-1667-1674. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 25.03.2022; одобрена после рецензирования 28.06.2022; принята к публикации 01.07.2022.
The article was submitted 25.03.2022; approved after reviewing 28.06.2022; accepted for publication 01.07.2022.

стью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березнев А. П., Томин А. П. Эффективность применения различных доз осадков сточных вод под многолетние травы // *Мир Инноваций*. 2015. № 1-4. С. 26–32.

2. Оценка фитотоксичности как первый этап эколого-биологической оценки влияния продукта пиролиза илов сточных вод на почвы / В. И. Кулагина [и др.] // *Вестник Технологического университета*. 2018. Т. 21. № 1. С. 164–168.

3. Калиниченко К. В., Никовская Г. Н., Ульберг З. Р. Биотрансформация илов биологической очистки муниципальных сточных вод в удобрения // *Биотехнология*. 2014. Т. 30. № 5. С. 59–65.

4. Гигиеническое обоснование возможности использования ила из сооружений по очистке сточных вод в качестве органического удобрения / А. К. Маненко [и др.] // *Гигиена и санитария*. 2020. Т. 99. № 3. С. 259–264. DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-259-264.

5. Межева А. С. Нетрадиционные природные и техногенные удобрения-мелиоранты и их возможности // *Вестник аграрной науки Дона*. 2016. № 4(36). С. 78–83.

6. Османьян Р. Г. Влияние осадков сточных вод на поведение тяжелых металлов в системе почва – растение [Опыты на сое] // *Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал*. 2010. № 1. С. 52.

7. Плескачев Ю. Н., Межева А. С., Шевцова Л. П. Технология возделывания сафлора красильного с использованием илового осадка и чизельной обработки почвы // *Научная жизнь*. 2019. Т. 14. № 11-99. С. 1667–1674. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-11-1667-1674.

REFERENCES

1. Bereznev A. P., Tomin A. P. Efficiency of using various doses of sewage sludge for perennial grasses. *World of Innovations*. 2015;(1-4):26–32. (In Russ.).

2. Evaluation of phytotoxicity as the first stage of ecological and biological assessment of the impact of wastewater sludge pyrolysis product on soils / V. I. Kulagina et al. *Bulletin of the Technological University*. 2018;21(1):164–168. (In Russ.).

3. Kalinichenko K. V., Nikovskaya G. N., Ulberg Z. R. Biotransformation of sludge from biological treatment of municipal wastewater into fertilizers. *Biotechnology*. 2014;30(5):59–65. (In Russ.).

4. Hygienic substantiation of the possibility of using sludge from wastewater treatment facilities as an organic fertilizer / A. K. Manenko et al. *Hygiene and Sanitation*. 2020;99(3):259–264. DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-259-264. (In Russ.).

5. Mezheva A. S. Non-traditional natural and technogenic

