

ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОТКЛИКА *ALLIUM SEPA* L. НА СОДЕРЖАНИЕ ШУНГИТА В ПОЧВЕ

Е.Н. Икконен, В.А. Сидорова, Т.Г. Шибаета, М.Г. Юркевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия, likkonen@gmail.com

Аннотация. На примере *Allium sepa* L. исследовали физиологическое состояние растений при произрастании их на почвах, содержащих уникальную горную породу – шунгит. Показано, что количество шунгита в почве в большей степени, чем его дисперсность влияет на многие физиологические параметры растений. Как отклик на содержание шунгита в почве у растений может увеличиться доля корней в общей биомассе, количество листьев, ассимиляции углерода и эффективность использования света и воды на фотосинтез.

Ключевые слова: шунгитовые почвы, биомасса, фотосинтез

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-389-391

Под названием «шунгит» объединяются обычные для Карелии протерозойские сланцы, содержащие варьирующее количество слабо оструктуренного графитообразного углерода. Шунгитовые породы, широко распространенные в Карелии, являются уникальными образованиями ввиду особенности структуры входящего в их состав углерода и структуры самих пород. Почвы, сформировавшиеся на шунгитах и используемые в Карелии для нужд сельского хозяйства, отличаются повышенным плодородием, но однозначных объяснений данному явлению пока нет. Предполагается, что благоприятное воздействие содержания шунгита в почве на растения возможно из-за их более высокой теплоаккумулирующей способности и, соответственно, более благоприятному тепловому режиму почв [Борисов, 1956]. Также предполагается, что повышенное содержание микроэлементов, в частности, меди, цинка, кобальта, молибдена может способствовать повышению плодородия почв на шунгитовых породах [Тойкка и др., 1969]. Поскольку влияние шунгита на физиологическое состояние растений не изучено, а работы, посвященные исследованию влияния содержания шунгита в почве на рост, развитие и продуктивность растений единичны [Тимейко, Кузнецова, 2010, 2016; Тимейко и др., 2017], целью данной работы ставилось выявление особенностей реакции растений, на примере лука репчатого (*Allium sepa* L.), на присутствие в почве шунгитовой крошки.

Результаты показали, что наличие шунгитовой крошки в дерново-подзолистой суглинистой почве в пропорции 10 и 20 г на кг почвы ингибировало рост в длину первых трех листьев растений независимо от дисперсности шунгита (диаметр крошки 0.5 мм или 2–4 мм). По мере роста растений длина последующих листьев опытных вариантов выравнивалась с контролем и даже превышала таковую у контрольных растений, выращенных в почве без шунгита. Содержание шунгита в почве способствовало повышению количества листьев у лука. Независимо от дисперсности частиц наличие шунгита в почве, особенно в концентрации 20 г/кг, существенно снижало скорости накопления растениями сухой надземной биомассы, но слабо отражалось на накоплении биомассы корневой системой растений, что влияло на распределение биомассы по органам. Так, при содержании 10 и 20 г шунгита в 1 кг почвы доля корней повышалась соответственно на 32 и 20%. Следует отметить, что у растений лука корневая система развита слабо, поэтому он является культурой, требовательной к влаге и хорошо реагирующей на орошение. Формирование у опытных растений более мощной корневой системы, способной лучше справляться с периодами низкой влагообеспеченности, приводящей к деформации лукович, главным

образом их удлинению, может быть рассмотрено как положительный эффект содержания в почве шунгита.

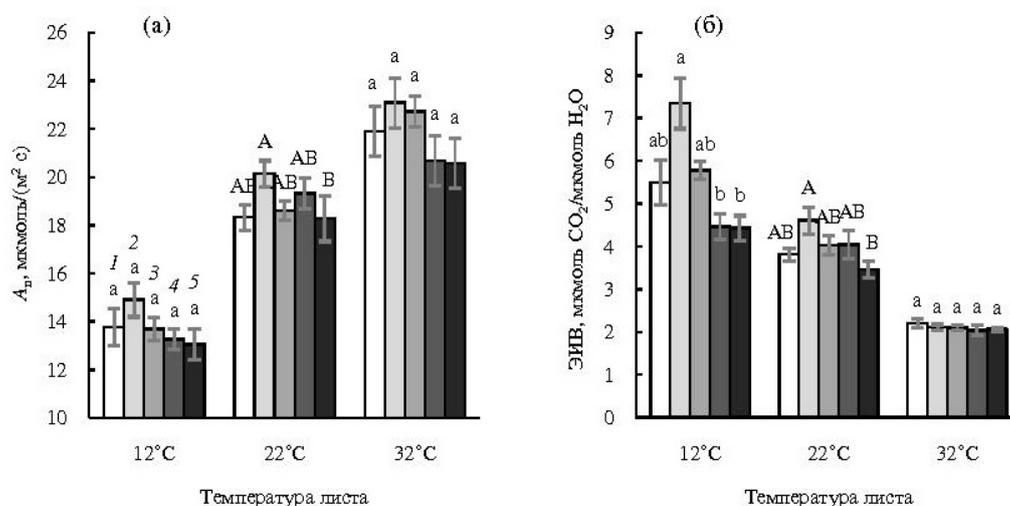


Рисунок. Видимый фотосинтез (A_n , а) и эффективность использования воды (ЭИВ, б) в листьях лука при выращивании в дерново-подзолистой суглинистой почве с шунгитовой крошкой в концентрации 0 г/кг почвы (1), 10 г/кг, фракция 0.5 мм (2), 10 г/кг, фракция 2–4 мм (3), 20 г/кг, фракция 0.5 мм (4), 20 г/кг, фракция 2–4 мм (5).

В пределах каждого параметра измерения различные буквы указывают на достоверность различий средних значений при уровне значимости $P < 0.05$.

Наличие в почве шунгитовой крошки повлияло на фотосинтетический аппарат растений лука. Содержание хлорофилла в листьях лука снизилось под воздействием исследуемой породы незначительно при ее концентрации 10 г/кг, но значительно (до 10%) при содержании шунгита 20 г/кг почвы. Уменьшение величины потенциального квантового выхода фотохимической активности ФС II в листьях лука, выращенных в почве с повышенным содержанием шунгита (20 г/кг) свидетельствует об определенных нарушениях в ее работе. Величина видимого квантового выхода фотосинтеза, отражающая эффективность использования световой энергии в темновых реакциях фотосинтеза, возросла на 10% в варианте с мелкодисперсным шунгитом при его концентрации 10 г/кг и снижалась при 20 г/кг. Уменьшение величины видимого квантового выхода фотосинтеза могло быть обусловлено изменениями в пигментном комплексе растений, выращиваемых в почве с шунгитом и/или уменьшением размера или количества антенн в светособирающем комплексе. Понижение эффективности использования световой энергии у растений могло быть связано с защитными реакциями растений на избыточное содержание исследуемой породы в почве, которое, возможно, повлияло на снижение скоростей биохимических реакций в листьях лука, что в свою очередь могло вызывать дисбаланс между поглощением световой энергии и ее использованием в метаболизме. Содержание шунгитовой породы в почве слабо отразилось на видимом фотосинтезе растений лука независимо от температуры измерения (рис. а). Незначительное (до 10%) увеличение скорости фотосинтеза зафиксировано при наличии частиц породы диаметром 0.5 мм в объеме 10 г/кг почвы. Наличие в почве шунгитовой крошки не вызывало значимых изменений параметров транспирации и устьичной проводимости листьев лука, однако эффективность использования воды на фотосинтез (ЭИВ) возросла при росте растений в почве с мелкодисперсным шунгитом при его содержании 10 г/кг почвы, особенно при действии

на растения низкой температуры (рис. б). В наших опытах растения, выращиваемые при данной концентрации шунгита в почве, помимо повышенной ЭИВ имели более высокие значения доли биомассы корней по сравнению с контрольными растениями. Этот результат согласуется с утверждением, что развитие корневой системы часто ассоциируется с увеличением ЭИВ [Bacon, 2004]. Можно предположить, что повышение доли корней и фотосинтетической способности растений данного варианта обуславливали рост эффективности использования воды на фотосинтез на уровне листа.

На примере растений лука репчатого показано, что наличие шунгита в почве в изученных концентрациях ингибирует ростовые процессы и накопление биомассы на начальных этапах роста растения, причем степень ингибирования зависит в основном от количества породы в почве, а не от ее дисперсности. Выращивание лука в почве, содержащей шунгит, повлияло на распределение биомассы по органам, увеличив долю корней, и повысило количество листьев, что может способствовать росту урожайности. Как отклик на содержание шунгита в почве у растений лука может происходить усиление ассимиляции углерода на единицу площади листа, увеличение эффективности использования света и воды на фотосинтез.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (0221-2017-0047и 0221-2017-0051). Исследования выполнены на научном оборудовании Центра коллективного пользования Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».

Литература

Борисов П.А. Карельские шунгиты. Петрозаводск: Госиздат Карело-Финской ССР, – 1956. – 92 с.

Тимейко Л.В., Кузнецова Л.А. Использование отходов переработки минерала шунгит в картофелеводстве Карелии // Наука на рубеже столетий. – 2010. – № 9. – С. 59-60.

Тимейко Л.В., Кузнецова Л.А. Эффективность добавления в среду Мурасиге-Скуга измельченного шунгита при выращивании микрорастений картофеля // Вестн.защиты растений. – 2016. – № 3. – С. 164-165.

Тимейко Л.В., Кузнецова Л.А. Голубева О.А. К вопросу использования шунгитов в сельскохозяйственном производстве // Черноземы центральной России: Генезис, Эволюция и Проблемы рационального использования. – 2017. – С. 233–237.

Тойка М.А., Левкина Т.И., Перевозчикова Е.М. Содержание микроэлементов в почвах Карелии и применение микроудобрений. – Петрозаводск: Карелия, 1969. – 60 с.

Bacon M. Water Use Efficiency in Plant Biology. In Bacon M (ed) Water Use Efficiency in Plant Biology. Oxford, Blackwell Publishing Ltd. – 2004. – P. 1-26.

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF *ALLIUM CEPA* L. ON SHUNGITE IN THE SOIL

E.N. Ikkonen, V.A. Sidorova, T.G. Shibaeva, M.G. Yurkevich

Institute of Biology, Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk, Russia,
likkonen@gmail.com

Abstract. The physiological state of *Allium cepa* plants grown on soil containing a unique rock - shungite was studied. It is shown that the content of shungite in the soil has stronger effect on plants than its dispersion. Among plant responses to shungite in the soil there were recorded higher root weight ratio, greater number of leaves, higher rate of carbon assimilation, and the efficiency of the light and water use for photosynthesis can increase.

Keywords: *shungite soils, biomass, photosynthesis*