

ГОРОДСКАЯ ПОЧВА ПОД РАЗНЫМИ
МУЛЬЧИРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ
(НА ПРИМЕРЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК
ПОЧВЕННОГО СТАЦИОНАРА
МГУ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА)

М. В. Силаев, Р. Р. Ахметзянова, З. С. Ежелев

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Факультет почвоведения, Москва, Россия,
e-mail: silaevmv@my.msu.ru

URBAN SOIL UNDER DIFFERENT MULCH
(CASE STUDY OF INSTRUMENTAL SITES OF THE SOIL
STATION OF THE LOMONOSOV MOSCOW
STATE UNIVERSITY)

M. V. Silaev, R. R. Akhmetzyanova, Z. S. Yezhelev

Аннотация. Мульчирование — распространенный агротехнический прием, применяемый в городе для улучшения почвенных свойств. В ходе мелкоделяночного полевого эксперимента был проведен анализ изменения физических и химических свойств городской почвы. Так было обнаружено существенное воздействие мульчирующих субстратов на влажностный и температурный режимы почв. Для анализа данного изменения были проведены лабораторные измерения водоудерживающих и фильтрационных способностей субстратов. Было выявлено, что существенную роль на изменение влажностного и температурного режима урбанозема под мульчей вызвано разной влагоудерживающей способностью субстратов. Также проводились измерения плотности, pH и содержания общего углерода в почве в ходе эксперимента. Не было выявлено существенных изменений в плотности по прошествию одного года с начала эксперимента. При анализе pH субстратов обнаружена тенденция к увеличению pH органических субстратов, и уменьшению pH минеральных. Было обнаружено общее повышение содержания общего углерода на всех площадках, кроме фоновой.

Ключевые слова: городская почва, мульча, мульчирующие субстраты, урбанозем, температурный режим почв, мульчирование

Abstract. Mulching is a common agronomic technique used in urban areas for improving soil properties. In the course of small-scale field experiment, changes in physical and chemical properties of urban soil were analyzed. Thus, a significant effect of mulching substrates on soil moisture and temperature

regimes was found. To analyze this change, laboratory measurements of water-holding and filtration capacities of substrates were carried out. It was revealed that a significant role on the change of moisture and temperature regime of urban soil under mulch is caused by different water-holding capacity of substrates. Density, pH and total carbon content of the soil were measured during the experiment. No significant changes in density were found after one year from the beginning of the experiment. When analyzing the pH of substrates, a tendency was found to increase the pH of organic substrates and decrease the pH of mineral substrates. An increase in total carbon content was detected at all sites except the background site.

Keywords: urban soil, mulch, mulching substrates, urbanozem, temperature regime of soil, mulching

Мульчирование — распространенный прием улучшения почвенных свойств, применяемый в сельском хозяйстве и ландшафтной архитектуре. Многие исследователи показали положительный эффект от использования мульчирующих субстратов, в том числе уменьшение испарения влаги, увеличение плодородия, оптимизация температурного режима, борьба с вредителями и сорняками. В частности, мульча может быть использована как способ поддержания оптимального температурного режима для роста и развития растений, нарушенного антропогенным влиянием.

Объект исследования был представлен 12 опытными площадками 3×1 м, заложенными на территории инструментальным площадок почвенного стационара МГУ имени М. В. Ломоносова осенью 2021 г.

Для эксперимента были выбраны 11 разных мульчирующих субстратов. Среди субстратов выделяются 7 органических (кокосовые чипсы, сосновая щепа крашенная и некрашенная, кора лиственницы крупная и мелкая фракции, кора сосны крупная и мелкая фракции) и 4 минеральных (змеевик, мрамор, вулканический туф и пеностекло). Толщина мульчирующего слоя составила 5 см, данная мощность была выбрана исходя из рекомендуемых производителем и исследователями способов нанесения мульчи на почву. Почвы площадок представлены урбаноземом. Перед проведением эксперимента почва площадок была гомогенизирована на глубину 25 см и выравнена.

В рамках работы были исследованы следующие свойства мульчирующих субстратов и почвы под ними:

1. Температура почвы на глубинах 0, 5, 10 см датчиками Elitech gs-4, установленными на 1 метре каждой площадки.

2. Коэффициент фильтрации мульчи методом трубок с постоянным напором.

3. Влажность почв измерялась влагомером HH2 Moisture Meter с установленным датчиком влажности M13 ThetaProbe производитель Delta-T, GB.

4. Содержание общего углерода путем сжигания на газовом экспресс-анализаторе АН-7529М.

5. pH мульчи на основе ГОСТ 26423–85 «Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки».

Оценка влагоудерживающих и фильтрационных свойств мульчирующих субстратов проводилась в колонках высотой 10 см, в которые был помещен слой мульчирующего субстрата толщиной 5 см. Нижняя граница колонки была отделена влагопроводящей синтетической мембраной. Для определения влагоудерживающей способности была измерена наименьшая влагоемкость (НВ) субстратов, то есть количество воды, которое удерживается в слое после полного стекания свободной гравитационной воды. По результатам определения НВ можно сделать следующие выводы. Наибольшая влагоудерживающая способность свойственна органическим субстратам, при этом показатель НВ для большинства субстратов лежит в пределах 57–67 %. Кокосовые чипсы характеризуются наибольшей влагоудерживающей способностью — 83,3 %. Минеральные субстраты, за исключением пеностекла, вследствие своей низкой пористости практически не способны к удержанию воды в своем поровом пространстве (0,74–3,77 %). Пеностекло за счет пористой структуры по своим влагоудерживающим свойствам наиболее приближено к органическим субстратам (НВ — 44,4 %).

Наименьший коэффициент фильтрации свойственен мелкодисперсным органическим субстратам: кокосовые чипсы 2,5 см/мин; кора лиственницы мелкая фракция 3,2 см/мин; кора сосны мелкая фракция 0,8 см/мин. По результатам измерений можно сделать вывод о том, что коэффициент фильтрации в первую очередь определяется размерами фракций выбранных субстратов.

После измерения НВ и КФ субстраты были высушены до абсолютно сухого состояния и была рассчитана полевая плотность субстратов ($\text{кг}/\text{см}^3$) и нагрузка 5 см слоя мульчи на почву в $\text{кг}/\text{м}^2$ (масса слоя мульчи). В результате анализа, можно сделать вывод о том, что плотность сложения органических субстратов примерно в десять раз ниже, чем плотность сложения минеральных, за исключением пеностекла, которое обладает плотностью сложения в среднем на 30 % большей, чем органические субстраты.

Летом 2022 г. были проведены режимные измерения влажности почвы на экспериментальных площадках. Измерения проводились

раз в неделю в течение трех месяцев. Измерение на каждой площадке проводилось в трех повторностях.

При анализе полученных значений можно увидеть следующие закономерности:

1. Повышение средней влажности под субстратами по сравнению с фоновой площадкой составило от 6,6 % (змеевик) до 14,6 % (кокосовые чипсы);

2. Наибольшая средняя влажность характерна для мелкодисперсных органических субстратов: кокосовые чипсы (31,01 %), кора лиственницы мелкая фракция (31,83 %) и кора сосны мелкая фракция (29,52 %).

3. Наиболее приближенными к органическим субстратам свойствами среди минеральных отличается пеностекло (27,3 %), которое отличается от других минеральных субстратов открытым поровым пространством и соответственно повышенной по сравнению с другими минеральными мульчирующими субстратами влагоудерживающей способностью.

Таблица 1. Средняя влажность почвы под мульчирующими субстратами за лето 2022 г.

Пло- щадка	Змеевик	Мрамор	Кокосовые чипсы	Сосновая щепа крашеная	Черный пар	Кора лиственницы крупная	Кора лиственницы мелкая	Кора сосны крупная	Кора сосны мелкая	Сосновая щепа	Вулканический туф	Пеностекло
W сред- няя, %	22,1	25,3	31,0	28,7	15,5	26,9	31,8	27,9	29,5	27,2	23,4	27,3

Для анализа температурного режима было выбрано три периода: установления устойчивого снежного покрова, начало БАП (биологически активного периода), летний период (июнь 2022 г.). В период установления снежного покрова отрицательные температуры на глубине 5 см были зафиксированы только под черным паром и змеевиком. На глубине 0 см, непосредственно под мульчей, отрицательные температуры были зафиксированы только под змеевиком, мрамором, вулканическим туфом и сосновой корой крупной фракцией.

В июне наибольшие максимальные температуры на глубине 5 см среди субстратов достигались на фоновой площадке (35,3 °С) и под вулканическим туфом (30,9 °С). Под другими субстратами температуры составили от 19 до 25,9 °С. Наименьшие амплитуды температур характерны для почвы под кокосовыми чипсами и составляет 8,9 °С, что определяется высокой влагоудерживающей способностью субстрата и, следовательно, высокой теплоемкостью и низкой теплопроводностью. Когда как на площадке, покрытой вулканическим туфом перепад температур, составил 19,4 °С.

По полученным результатам можно сделать следующие вывод:

1. Использование мульчирующих субстратов позволяет понизить температуры почвы в засушливые и жаркие летние периоды и избежать ее промерзания в зимний период;

2. Использование мелкодисперсных светлоокрашенных органических субстратов позволяет удерживать большее количество влаги в почве.

В результате измерения реакции среды водных вытяжек мульчирующих субстратов были обнаружены следующие закономерности. pH всех органических субстратов вырос на 1,5 единицы. В то время как, pH минеральных субстратов упал от 0,3 под вулканическим туфом до 1,0 под пеностеклом.

Таблица 2. Результаты измерения pH мульчирующих субстратов

Дата измерения	Площадка										
	Змеевик	Мрамор	Кокосовые чипсы	Сосновая щепа крашенная	Кора лиственницы крупная	Кора лиственницы мелкая	Кора сосны крупная	Кора сосны мелкая	Сосновая щепа	Вулканический туф	Пеностекло
01.10.2021	9,5	8,0	6,3	6,7	4,4	5,1	5,0	5,6	5,9	6,5	8,0
05.04.2023	8,9	7,1	7,5	8,2	5,8	6,3	6,8	6,5	6,1	6,3	7,0

Содержание общего углерода органического вещества почвы за год эксперимента на большинстве площадок увеличилось за исключением вариантов под мрамором, лиственничной корой крупной фракции, сосновой щепой и вулканическим туфом. Под мине-

ральными субстратами это может быть обусловлено затруднением поступления углерода из опада и других растительных остатков, а также снижением активности микроорганизмов.

Плотность определялась методом режущего кольца. Кольцом известного объема производился отбор почвенного образца естественного сложения и его дальнейшее высушивание до абсолютно-сухого состояния. Были проанализировано 3 пробоотбора. До начала эксперимента, через полгода и год. При сравнении результатов первого и третьего пробоотбора можно сделать следующий вывод. После гомогенизации (вспашки) почвенного покрова площадок было заметно уменьшение плотности, в последствие по прошествии 10 месяцев со старта эксперимента произошло ее увеличение до 1,2–1,3 г/см³, что можно считать оптимальным значением плотности для данного типа почв. Подобные изменения произошли на всех площадках, включая фоновую, вследствие этого можно сделать вывод о практическом отсутствии влияния мульчи на плотность почвы. А обнаруженные изменения являются результатом естественной усадки почвенного покрова после вспашки.

ТАБЛИЦА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ПОД МУЛЬЧИРУЮЩИМИ СУБСТРАТАМИ

Дата измерения	Площадка											
	Змеевик	Мрамор	Кокосовые чипсы	Сосновая щепа крашенная	Черный пар	Кора лиственницы крупная	Кора лиственницы мелкая	Кора сосны крупная	Кора сосны мелкая	Сосновая щепа	Вулканический туф	Пеностекло
02.11.2021	1,02	1,01	0,91	1,02	1,02	0,86	0,93	1,04	1,02	1,18	1,18	1,14
23.04.2022	1,05	1,10	1,09	1,01	1,01	1,11	1,10	1,12	1,19	1,28	1,34	1,31
17.09.2022	1,26	1,20	1,22	1,24	1,22	1,19	1,31	1,32	1,27	1,32	1,29	1,33

По результатам первого года измерений можно сделать следующие выводы:

- Плотность сложения органических субстратов в разы меньше, чем плотность упаковки минеральных субстратов, что позволяет сделать вывод о меньшей нагрузки на почву под растительными субстратами;

- Повышение плотности до значений 1,2–1,3 произошли на всех площадках, что может говорить об отсутствии влияния мульчи на изменение плотности почвенного покрова;
- Содержание общего углерода органического вещества почвы за год эксперимента на большинстве площадок увеличилось за исключением вариантов под мрамором, листовенничной корой крупной фракции, сосновой щепой и вулканическим туфом;
- pH органических мульчирующих субстратов повысилась на 1–1,5 единицы, в то же время у минеральных субстратов она понизилась;
- Влагоудерживающая способность органических субстратов значительно выше, чем у минеральных, за исключением пеностекла, что у данных мульчирующих субстратов приводит к более высокой теплоемкости и снижению среднесуточные амплитуды в экстремальные периоды (засушливое лето, малоснежная зима).

ЛИТЕРАТУРА

- Шеин Е. В. Курс физики почв. 2005. 432 с.
- Kader M. A. et al. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment // Soil and Tillage Research. 2017. Vol. 168. P. 155–166.
- Kader M. A. et al. Soil hydro-thermal regimes and water use efficiency of rain-fed soybean (*Glycine max*) as affected by organic mulches // Agricultural Water Management. 2019. Vol. 223. P. 105707.
- Li H. B. et al. Effects of ground covers and mulches on soil water-holding capacity in jujube orchards // Agricultural Research in the Arid Areas. 2015. Vol. 33. № 1. P. 136–141.
- Ma J. et al. Effects of covering methods on soil water, temperature and nitrogen of jujube orchard under drip irrigation // Agric Res Arid Areas. 2016. Vol. 34. № 1. P. 147–153.
- Stelli S. et al. Effects of different mulch types on soil moisture content in potted shrubs // Water SA. 2018. Vol. 44. № 3. P. 495–503.
- Umarova A. B. et al. Specific water regime in technogenic soils: Preferential water flow formation // Procedia Environmental Sciences. 2013. Vol. 19. P. 558–563.
- Zhang Y. et al. Effects of organic ground covers on soil moisture content of urban green spaces in semi-humid areas of China // Alexandria Engineering Journal. 2021. Vol. 60. № 1. P. 251–259.