

References

1. Zhuchenko, A.A. Adaptivnyi potentsial kultur-nykh rastenii. – Kishinev: Shtiintsa, 1988. – 766 s.
2. Lamazhap, R.R. Sortoispytanie iarovogo iachmenia v usloviakh Respubliki Tyva // Kontseptsii i tekhnologii zemledeliia v aridnoi zone Altae-Saianskogo subregiona / RASKhN, Sib. otdnie, NII agrarnykh problem Khakasii, Buriatskii NII selskogo khoziaistva, Gorno-Altayskii NII selskogo khoziaistva, Tuvinskii NII selskogo khoziaistva, Mongolskaia akademiia selskokhoziaistvennykh nauk, NII rasteniievodstva i zemledeliia. – Abakan: Tipografiia OOO «Mart», 2009. – S. 198-200.
3. Iusufov, A.G. Gomeostaz i ego znachenie v ontogeneze rastenii // Selskokhoziaistvennaia biologiiia. – 1981. – No. 1. – S. 25-34.
4. Litun, P.P. Vzaimodeistvie genotip – sreda v geneticheskikh i selektsionnykh issledovaniiax i sposoby ego izucheniia // Problemy otbora i otsenki selektsionnogo materiala. – Kiev: Naukova dumka, 1986. – S. 63-93.
5. Strizhova F.M., Strizhov V.M. Otsenka adaptivnykh svoistv iarovoi pshenitsy po kachestvu zerna s ispolzovaniem matematiko-statisticheskikh metodov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / IV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (5-6 fevralia 2009 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – Kn. 2. – S. 3-6.
6. Sapega, V.A. Produktivnost i parametry stabilnosti sortov kormovogo gorokha / V.A. Sapega // Agroprodovolstvennaia politika Rossii. – 2015. – T. 10. – S. 47–49.
7. Khangildin, V.V. Gomeostatichnost i struktura urozhaia zerna u sortov iarovoi pshenitsy v usloviakh Bashkirii // Fiziologicheskie i biokhimicheskie aspekty geterozisa i gomeostaza rastenii. – Ufa, 1976. – S. 210-230.
8. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966) Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6, 36-40. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>.
9. Eremina, I.G. Izmenenie svoistv chernozemov Khakasii pri dlitelnom selskokhoziaistvennom ispolzovanii / I.G. Eremina. – Novosibirsk: Ros. Akad. s.-kh. nauk. GNU NIIAP Khakasii, 2010. – 135 s.
10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
11. Ushkorenko V.A. Dispersionnyi analiz dannykh chetyrehfaktornogo polevogo opyta / V.A. Ushkorenko // Agrokhimiiia. – 1975. – No. 12. – S. 21-130.
12. Akimova O.I., Akimov D.N. Ispolzovanie statisticheskikh metodov obrabotki opytnykh dannykh pri vypolnenii studencheskikh nauchnykh rabot // Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova. – 2016. – No. 18. – S. 76-78.
13. Zykin, V.A. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti selskokhoziaistvennykh rastenii / V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Iusov. – Ufa: Izd-vo Bashkirskogo GAU, 2005. – 44 s.
14. Zykin, V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti selskokhoziaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapega. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.



УДК 630.114:631.436:630 (571.15)
DOI: 10.53083/1996-4277-2023-222-4-41-46

С.В. Макарычев
S.V. Makarychev

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ДЕКОРАТИВНОЙ СИРЕНИ

THERMAL PROPERTIES AND WATER REGIME OF LEACHED CHERNOZEM UNDER ORNAMENTAL LILAC PLANTATIONS

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, сирень Майера, температура, теплопроводность, теплопоток, влагосодержание, влагозапасы, дефицит влаги.

Keywords: soddy-podzolic soil, Meyer lilac (*Syringa meyeri*), temperature, thermal conductivity, heat flux, moisture content, moisture storage, moisture deficit.

Сорт сирени Мейера является карликовым видом высотой до 1,5 м. Зимостойкий. Сохраняется в засушливую погоду без полива довольно долго. В то же время требует своеобразного ухода, поскольку обильно цвести может только при орошении и внесении удобрений. Основными показателями, определяющими состояние приземного слоя атмосферы и почвенного покрова, являются их температура и влажность. На 1 октября 2020 г. сумма температур в 40-сантиметровом слое чернозема составила 71⁰С. Постепенное охлаждение атмосферного воздуха привело к снижению почвенной температуры. Отрицательные температуры при снежном покрове в 3-5 см были отмечены на поверхности почвы 15 ноября, но уже 15.12.20 под снегом толщиной 45 см они стали нулевыми и сохранялись до начала апреля. Нижележащие слои чернозема продолжали остывать к середине января до +1,5⁰С и не менялась до начала весны. К марту 2021 г. мощность снежного покрова под насаждениями сирени превысила 80 см, и почва была теплоизолирована от атмосферы, а ее температура на глубине 0,5 см оставалась нулевой до середины апреля. Первого мая температура почвы близ поверхности оказалась равной 11⁰С, а ночью 9⁰С. У поверхности чернозема 1 июня они достигли 28,5⁰С днем и 18,5⁰С ночью. К этому времени сумма температур на всех 3 глубинах увеличилась до 50⁰С. В мае в гумусово-аккумулятивном горизонте продуктивные запасы влаги составляли около 32 мм. К концу июня обозначился водный дефицит, достигший в середине июля 9,7 мм, но в переходном горизонте АВ летом складывался бездефицитный водный режим. Влагосодержание в почве играло основную роль в процессе теплопередачи, ответственность за которую несла теплопроводность. Максимальный поток тепла, равный 23,3 Вт/м², пришелся на 10 мая, когда градиент температуры достиг 4⁰С, но в течение вегетации его значения колебались в пределах от 23,3 до 6,9 Вт/м².

Meyer lilac (*Syringa meyeri*) is a dwarf lilac variety. Its plant height does not exceed one and a half meters. It withstands cold winters perfectly and can survive for a long time without irrigation even in hot weather. However, it does require some care. Meyer lilac will not bloom profusely without irrigation and fertilizing. The main indices that determine the state of the surface layer of the atmosphere and soil cover are their temperature and moisture content. As of October 1, 2020, the accumulated temperature in the 40 cm layer of chernozem was 71⁰С. The gradual cooling of atmospheric air led to a decrease of soil temperature. Negative temperatures with a snow cover of 3-5 cm were noted on the soil surface on November 15, but already on December 15, 2020, under snow with a thickness of 45 cm, they became zero and persisted until early April. The underlying layers of chernozem continued to cool down to +1.5⁰С by mid-January and did not change until early spring. By March 2021, the thickness of the snow cover under lilac plantations exceeded 80 cm, and the soil was thermally insulated from the atmosphere, and its temperature at a depth of 0.5 cm remained zero until mid-April. On May 1, the temperature of the soil near the surface was 11⁰С, and at night 9⁰С. Near the surface of the chernozem on June 1, they reached 28.5⁰С during the day and 18.5⁰С at night. By this time, the accumulated temperature at all three depths had increased to 50⁰С. In May, the available moisture in the humus-accumulative horizon was about 32 mm. By the end of June, water deficit became apparent reaching 9.7 mm in mid-July, but in the transitional horizon АВ, a non-deficient water regime developed in summer. Moisture content in the soil played a major role in the process of heat transfer for which thermal conductivity was responsible. The maximum heat flux of 23.3 W m² occurred on May 10 when the temperature gradient reached 4⁰С, but during the growing season its values varied from 23.3 to 6.9 W m².

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Введение

Сорт сирени Мейера является карликовым видом высотой до 1,5 м. Крона имеет округлую форму в диаметре 1-2 м. Зимостойкий. Сохраняется в засушливую погоду без полива довольно долго. В то же время требует своеобразного ухода, поскольку обильно цвести может только при орошении и внесении удобрений [1] для поддержания почвенного плодородия [2]. После цветения поливать нужно в жаркие дни для защиты корневой системы сирени от перегрева. Мелиоративная обрезка требуется для всех ее сортов. Основная обрезка проводится после окончания цветения. Обрезка, создающая крону, почти не используется. Длительное переувлаж-

нение почвы способствует подъему солевого раствора из грунтовых вод в верхние почвенные горизонты. При этом декоративные культуры испытывают угнетение и плохо развиваются. Дефицит влаги при отсутствии орошения также отрицательно воздействует на растения. При умеренных поливах крона быстро разрастается, что приводит к интенсивному испарению влаги за счет транспирации [3]. Поэтому сроки и нормы полива должны соответствовать компенсации дефицита влаги. Для расчета оптимальных поливных норм требуется знание наименьшей влагоемкости (НВ) и влажности завядания (ВЗ), а также естественного увлажнения почвы. Это позволяет оптимизировать тепловое состояние

и водный режим в почвенном профиле. Поскольку в условиях Приобья такие исследования в насаждениях декоративных культур отсутствуют, то нами была поставлена **цель** проведения круглогодичных наблюдений за температурой черноземов в течение нескольких лет, а также определения влагосодержания, теплопроводности и теплоточков в летнее время под насаждениями сирени Майера [4, 5].

Объекты и методы

В качестве объектов исследований нами выбраны черноземы выщелоченные под насаждениями сирени Майера на территории НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. При этом температура измерялась программируемыми электронными термометрами [6] через каждые три часа круглогодично на глубинах 0,5, 20 и 40 см. При этом проводилась выборка ее значений каждые полмесяца в 13:00 и 01:00 ч. Влажность определялась методом взвешивания [7], а теплопроводность и теплоточков рассчитывались согласно методике С.В. Макарычева [8, 9].

Результаты исследований

Основными показателями, определяющими состояние приземного слоя атмосферы и почвенного покрова, являются их температура и влажность. Именно они определяют как теплофизическое, так и водно-физическое состояние корнеобитаемого слоя почвы. Естественно, что кроме указанных характеристик активную роль в формировании почвенного климата играют тепловые составляющие, такие как теплоемкость, теплопроводность и теплоточков [10], а также водные: коэффициенты испарения, фильтрации и влагоаккумуляции. Для определения этих показателей нами были установлены электротермометры, позволяющие измерять температуру почвы каждые 3 ч в корнеобитаемом слое на определенных глубинах. В результате был получен массив данных, который позволил провести частичный анализ полученных значений температуры. Для этого была проведена выборка данных, относящихся к началу и середине каждого месяца в 13:00 и 01:00 ч (табл. 1).

Таблица 1

Температура в профиле чернозема выщелоченного под насаждениями сирени в осенне-зимний период 2020 г. в условиях дендрария (числитель – в 13:00 ч; знаменатель – в 01:00 ч)

01.10	15.10	01.11	15.11	01.12	15.12	01.01	15.01	01.02	15.02	01.03
0,5 см										
<u>24,0</u>	<u>15,5</u>	<u>12,5</u>	<u>-0,5</u>	<u>-0,5</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>
24,0	8,0	5,0	-1,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,0 см										
<u>24,5</u>	<u>16,0</u>	<u>12,5</u>	<u>3,5</u>	<u>2,5</u>	<u>2,0</u>	<u>2,0</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>
24,5	8,0	6,0	3,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
40 см										
<u>22,5</u>	<u>15,0</u>	<u>12,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,0</u>	<u>4,0</u>	<u>3,5</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	<u>2,5</u>	<u>2,5</u>
22,0	8,0	5,5	4,5	5,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5
Сумма (0,5-40,0) см										
<u>71,0</u>	<u>46,5</u>	<u>37,0</u>	<u>9,0</u>	<u>7,0</u>	<u>6,0</u>	<u>5,5</u>	<u>4,5</u>	<u>4,5</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>
70,5	24,0	16,5	7,0	7,0	6,0	5,5	4,5	4,5	4,0	4,0

Результаты измерений показали, что на 1 октября профиль чернозема был прогрет до глубины 40 см до 24-22°C, а сумма температур в этом слое оказалась равной 71°C. Постепенное охлаждение атмосферного воздуха привело к снижению почвенной температуры. Так, днем 15.10 в исследованной толще она составила 15-16°C, а ночью опустилась до 8°C. К началу ноября ее значения оказались равны 12°C в первом случае и 5-6°C во втором. Отрицательные температуры при снежном покрове в 3-5 см были отмечены на поверхности почвы 15 нояб-

ря и начале декабря. Но уже 15.12.2020 г. под снегом толщиной 40 см они стали нулевыми и сохранялись до марта. Нижележащие слои чернозема продолжали остывать, сохраняя положительную температуру, которая в середине января составила на глубине 20 см 1,5°C и не менялась до начала весны. В нижнем слое (40 см) она была выше на 1,5°C и не зависела от времени суток.

В таблице 2 представлены температуры в профиле чернозема с начала марта и до середины июня, т. е. до тех пор, пока аккумуляторы

датчиков температуры полностью не разрядились.

К марту мощность снежного покрова под насаждениями сирени превысила 80 см, и почва была теплоизолирована от атмосферного воздуха. Ее температура на глубине 0,5 см оставалась нулевой до середины апреля. В нижних слоях почвы за это время она снизилась на 1⁰C. Резкий температурный перелом имел место 1 мая. В этот день температура почвы близ поверхности (0,5 см) оказалась равной 11⁰C, а ночью – 9⁰C. В подстилающих слоях процесс прогревания почвы проходил медленнее. На 20- и 40-сантиметровой глубине эти температуры составили 7 и 4⁰C соответственно. Максимальные

температуры воздуха и почвенного покрова были отмечены 1 июня. У поверхности чернозема они достигли 28,5⁰C днем и 18,5⁰ ночью. Вниз по профилю поднялись до 11,5 и 9,5⁰C на 20 и 40 см. К этому времени сумма температур на всех 3 глубинах увеличилась до 49,5⁰C в 13:00 ч и до 40,5⁰C в 01:00 ч. В целом профиль чернозема под насаждениями сирени к началу вегетации оказался достаточно теплым для интенсивного развития декоративной культуры.

Оптимизация гидротермического режима возможна при изучении особенностей формирования водного режима, результаты которого представлены в таблице 3 для типичного года за все время наблюдений.

Таблица 2

Температура в профиле чернозема обыкновенного под насаждениями рябины в весенне-летний период 2021 г. в условиях дендрария (числитель – в 13:00 ч; знаменатель – в 01:00 ч)

01.03	15.03	01.04	15.04	01.05	15.05	01.06	15.06
0,5 см							
<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>11,0</u> 9,0	<u>19,5</u> 14,5	<u>28,5</u> 18,5	<u>26,5</u> 18,0
20,0 см							
<u>1,5</u> 1,5	<u>1,0</u> 1,0	<u>0,5</u> 0,5	<u>0,0</u> 0,5	<u>7,0</u> 7,0	<u>8,5</u> 8,5	<u>11,5</u> 11,5	<u>12,5</u> 12,5
40 см							
<u>2,5</u> 2,5	<u>2,0</u> 2,0	<u>2,0</u> 2,0	<u>1,5</u> 1,5	<u>4,0</u> 4,0	<u>7,5</u> 7,0	<u>9,5</u> 9,0	<u>10,5</u> 10,0
Сумма (0,5-40,0) см							
<u>4,0</u> 4,0	<u>3,0</u> 3,0	<u>2,5</u> 2,5	<u>1,5</u> 2,0	<u>22,0</u> 20,0	<u>35,5</u> 30,0	<u>49,5</u> 39,0	<u>49,5</u> 40,5

Таблица 3

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные запасы влаги (ПЗВ, мм) в генетических горизонтах чернозема выщелоченного под насаждениями сирени летом 2019 г.

Месяц День	Май		Июнь		Июль		Август	
	10	27	12	27	15	30	12	29
Горизонт А; h = 0-31 см; ρ = 1100 кг/м ³								
ОЗВ	66,1	78,3	58,6	49,7	46,3	66,4	57,2	30,9
ПЗВ	36,2	48,2	28,5	19,6	16,4	36,2	27,5	0,8
Д	нет	нет	нет	6,3	9,7	нет	нет	25,1
Горизонт АВ; h = 31-51 см; ρ = 990 кг/м ³								
ОЗВ	51,8	50,2	75,8	38,4	30,5	31,9	36,7	36,8
ПЗВ	29,8	27,3	52,7	15,6	7,2	9,7	16,3	16,9
Д	нет	нет	нет	нет	2,5	1,1	нет	нет

В мае 2019 г. в гумусово-аккумулятивном горизонте (20 см) общие запасы влаги составили около 50 мм, но продуктивная влага не превышала на 27.05 32 мм, что по классификации А.Ф. Вадюниной соответствовала удовлетворительному уровню. К концу июня обозначился

дефицит влаги в гор. А в количестве 6,3 мм, достигший в середине июля 9,7 мм, что соответствовало поливной норме 97 т/га. Прошедшие дожди нивелировали недостаток доступной влаги, который проявился только 29 августа и достиг

25,1 мм, или 251 т/га. В переходном горизонте летом складывался бездефицитный водный режим. В результате в течение вегетации имели место вполне благоприятные условия для произрастания сирени сорта Майера.

Для более полной картины формирования гидротермического состояния профиля чернозема в теплое время года в таблице 4 приведены результаты определения теплопроводности и тепловых потоков в деятельном слое почвы.

Содержащиеся в таблице 4 значения влажности и температуры использовались для нахождения величины коэффициента теплопроводности и теплового потока в указанное время суток. Влагосодержание играло основную роль в процессе теплопередачи, ответственность за которую несла теплопроводность, которая

больше тогда, когда выше почвенное увлажнение (10.05, 12.06 и 30.07). В свою очередь, разность температур определила величину теплопотока. Так, максимальный поток тепла, равный 23,3 Вт/м² пришелся на 10 мая, когда градиент температуры достиг 4⁰С. Данные таблицы 4 свидетельствуют о значительных вариациях в количестве передаваемой в почве тепловой энергии, изменения которой лежат в пределе от 23,3 до 6,9 Вт/м² в мае и июне соответственно, т. е. их диапазон составил 240%, или 2,4 раза. В этом случае гидромелиорация и солнечная инсоляция явились наиболее действенными факторами, позволяющими регулировать аккумуляцию и распространение тепла в профиле почвы [10].

Таблица 4

Влажность (U) и теплопроводность (λ) пахотного слоя чернозема, разность температур (ΔT на глубине 0 и 20 см) и тепловой поток (P в слое 0-20 см) в 10:00 ч под сиренью Майера в период вегетации 2019 г.

Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
	10	27	12	27	15	30	12	29
U, %	24,9	23,3	38,0	15,3	14,0	26,3	15,0	13,6
λ, Вт/(м К)	1,2	1,1	1,3	0,9	1,0	1,2	1,0	0,9
ΔT, К	4,0	1,8	1,2	2,3	2,0	3,4	3,3	1,9
P, Вт/м ²	23,3	9,1	6,9	9,8	9,6	17,6	14,8	8,6

Выводы

1. На 1 октября 2020 г. сумма температур в 40-сантиметровом слое чернозема составила 71⁰С. Постепенное охлаждение атмосферного воздуха привело к снижению почвенной температуры. Отрицательные температуры при снежном покрове в 3-5 см были отмечены на поверхности почвы 15 ноября, но уже 15.12.20 г. под снегом толщиной 45 см они стали нулевыми и сохранялись до начала апреля. Нижележащие слои чернозема продолжали остывать к середине января до +1,5⁰С и не менялась до начала весны.

2. К марту 2021 г. мощность снежного покрова под насаждениями сирени превысила 80 см, и почва была теплоизолирована от атмосферы, а ее температура на глубине 0,5 см оставалась нулевой до середины апреля. Первого мая температура почвы близ поверхности оказалась равной 11⁰С, а ночью – 9⁰С. В подстилающих слоях процесс прогревания почвы проходил медленнее и на 20- и 40-сантиметровой глубине эти температуры составили 7 и 4⁰С соответственно. У поверхности чернозема 1 июня они

достигли 28,5⁰С днем и 18,5⁰ ночью. К этому времени сумма температур на всех 3 глубинах увеличилась до 50⁰С. В целом, профиль чернозема под насаждениями сирени к началу вегетации оказался достаточно теплым.

3. В мае в гумусово-аккумулятивном горизонте продуктивные запасы влаги составили около 32 мм. К концу июня обозначился водный дефицит, достигший в середине июля 9,7 мм, но в переходном горизонте АВ летом складывался бездефицитный водный режим. В результате в течение вегетации имели место вполне благоприятные условия для произрастания сирени сорта Майера.

4. Значения влажности и температуры использовались для нахождения величины коэффициента теплопроводности и теплового потока в указанное время суток. Влагосодержание играло основную роль в процессе теплопередачи, ответственность за которую несла теплопроводность, поэтому последняя была больше при повышенном увлажнении. Максимальный поток тепла, равный 23,3 Вт/м², пришелся на 10 мая, когда градиент температуры достиг 4⁰С, но в

течение вегетации его значения колебались от 23,3 до 6,9 Вт/м².

Библиографический список

1. Абаимов, В. Ф. Дендрология / В. Ф. Абаимов. – Москва: Академия, 2009. – 363 с. – Текст: непосредственный.
2. Бурлакова, Л. М. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов. – Барнаул, 1988. – 69 с. – Текст: непосредственный.
3. Макарычев, С. В. Теплофизическая характеристика генетических горизонтов черноземов выщелоченных (на примере производственного участка НИИСС им. М. А. Лисавенко) / С. В. Макарычев, И. А. Бицошвили, Л. В. Лебедева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (116). – С. 61-66.
4. Макарычев, С. В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Гэфке, А. В. Шишкин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 190 с. – Текст: непосредственный.
5. Шишкин, А. В. Теплофизическое состояние выщелоченных черноземов Алтайского Приобья под облепиховыми насаждениями: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шишкин Александр Викторович. – Барнаул, 2008. – 137 с. – Текст: непосредственный.
6. Болотов, А. Г. Измерение температуры почв в полевых условиях / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: материалы II Международной конференции. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – С. 148-150.
7. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агрпромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.
8. Макарычев, С. В. Теплофизика почв: методы и свойства / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. – Суздаль: Изд-во ВНИИСХ, 1996. – 231 с. – Текст: непосредственный.
9. Гэфке, И. В. Расчет потока тепла в почве: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теплофизические основы мелиорации почв» и выполнению расчетно-графической работы / И. В. Гэфке. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 57 с. – Текст: непосредственный.

10. Макарычев, С. В. Приемы и методы управления теплофизическим состоянием почв в условиях Алтайского края / С. В. Макарычев. – Текст: непосредственный // Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири: сборник научных трудов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2000. – С. 34-35.

References

1. Abaimov V.F. Dendrologia. – Moskva: «Akademiiia», 2009. – 363 s.
2. Burlakova L.M. Pochvy Altaiskogo kraia: uchebnoe posobie / L.M. Burlakova, L.M. Tatarintsev, V.A. Rassypnov. – Barnaul, 1988. – 69 s.
3. Makarychev S.V., Bitsoshvili I.A., Lebedeva L.V. Teplofizicheskaia kharakteristika geneticheskikh gorizontov chernozemov vyshchelochennykh (na primere proizvodstvennogo uchastka NIISS im. M.A. Lisavenko) // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6 (116). – S. 61-66.
4. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoianie chernozemov plodovykh sadov Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Gefke, A.V. Shishkin. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 190 s.
5. Shishkin A.V. Teplofizicheskoe sostoianie vyshchelochennykh chernozemov Altaiskogo Priobia pod oblepikhovymi nasazhdeniiami: dissertatsiia kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2008. – 137 s.
6. Bolotov A.G. Izmerenie temperatury pochv v polevykh usloviakh // Antropogennoe vozdeistvie na lesnye ekosistemy: Materialy II mezhd. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2002. – S. 148-150.
7. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochvy / A.F. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
8. Makarychev S.V. Teplofizika pochv: metody i svoistva / S.V. Makarychev, M.A. Mazirov. – Suzdal: Izd-vo VNIISKH, 1996. – 231 s.
9. Gefke I.V. Raschet potoka tepla v pochve: uchebno-metodicheskoe posobie po izucheniiu distsipliny «Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv» i vypolneniiu raschetno-graficheskoi raboty. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 57 s.
10. Makarychev S.V. Priemy i metody upravleniia teplofizicheskim sostoianiem pochv v usloviakh Altaiskogo kraia // Pochvenno-agronomicheskie problemy Zapadnoi Sibiri: Sbornik nauch. tr. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2000. – S. 34-35.

