

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ
ПОД ДЕКОРАТИВНЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОДTHE FEATURES OF CHERNOZEM THERMOPHYSICAL STATE
UNDER ORNAMENTAL PLANTS IN SUMMER

Ключевые слова: чернозем, сирень, рябина, туя, температура, влажность, теплоемкость, теплопроводность, теплопроводность.

Данные о возникновении, развитии и функционировании процессов аккумуляции, переноса тепла и влаги в почвах дендрария под насаждениями таких культур, как сирень Майера, рябина Алая и туя Даника отсутствуют. В этой связи нами было экспериментально определено, что теплофизические коэффициенты в течение вегетационного периода в черноземе выщелоченном под насаждениями сирени изменялись в соответствии с водным режимом. Максимальные значения объемной теплоемкости и теплопроводности наблюдались в плотном иллювиальном горизонте. Наименьшие величины этих коэффициентов имели место в переходном слое АВ. В то же время температуропроводность здесь оставалась наибольшей при минимальной влажности. Для почвенного профиля под насаждениями рябины характерно, что увлажнение в переходном и иллювиальных горизонтах АВ и В изменялось незначительно. Такое распределение почвенной влаги соответствовало экспозиции склона и особенностям рябины. Теплофизические коэффициенты под рябиной так же, как и влажность, испытывали слабые колебания, особенно в подстилающих горизонтах АВ и В. Максимальная величина температуропроводности была в тех же горизонтах, что соответствовало влажности, близкой к разрыву капиллярных связей (ВРК). Под насаждениями туи объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего почвенного слоя минимальны. Эти же коэффициенты в иллювиальном горизонте оказались больше на 42 и 12% соответственно. В то же время равномерное распределение влаги в почве под туей привело к выравниванию температуропроводности в горизонтах АВ и В. Таким образом, почвенный профиль под насаждениями рябины содержал меньшее количество влаги по сравнению с черноземами под сиренью и туей. Поэтому объемная теплоемкость и теплопроводность здесь были ниже, поскольку эти величины пропорциональны степени почвенного увлажнения.

Keywords: chernozem, lilac, mountain ash, white cedar, temperature, moisture content, thermal capacity, thermal diffusivity, thermal conductivity.

There are no data on the occurrence, development and functioning of the processes of heat accumulation, transfer of heat and moisture in the soils of the Arboretum under such ornamental plants as dwarf *Korean lilac* (*Syringa meyeri*), large-berried mountain ash 'Alaja krupnaja' (*Sorbus aucuparia* L.), and white cedar (*Thuja occidentalis* 'Danica'). In this regard, we experimentally determined that the thermophysical coefficients during the growing season in the leached chernozem under lilac plantings changed in accordance with the water regime. The maximum values of the volumetric thermal capacity and thermal conductivity were observed in the dense illuvial horizon. The smallest values of these coefficients occurred in the transition AB layer. At the same time, the thermal diffusivity there remained the highest at the lowest moisture content. It was characteristic for the soil profile under mountain ash plantings that the moisture content in the transitional and illuvial horizons AB and B changed insignificantly. This distribution of soil moisture corresponded to the slope exposure and mountain ash features. The thermophysical coefficients under the mountain ash as well as the moisture content ranged insignificantly especially in the underlying horizons AB and B. The maximum thermal diffusivity value was revealed in the same horizons which corresponded to the moisture content close to the discontinuous capillary moisture. Under white cedar plantings, the volumetric thermal capacity and thermal conductivity of the upper soil layer were minimal. The same coefficients in the illuvial horizon turned out to be by 42% and 12% higher, respectively. At the same time, the uniform distribution of moisture in the soil under white cedar led to the alignment of the thermal diffusivity in the AB and B horizons. Consequently, the soil profile under the mountain ash plantings contained less moisture than the chernozems under the lilac and white cedar plantings. Therefore, the volumetric thermal capacity and thermal conductivity were lower there since those values were proportional to the degree of soil moisture.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., каф. геодезии, физики и инженерных сооружений, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Geodesy, Physics and Engineering Structures, Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Условия увлажнения и теплосодержания в генетических горизонтах почвенного профиля определяют флористические особенности произрастания не только древесных, но и декоративных культур [1]. Тем не менее информации о процессах теплоаккумуляции и влагосодержания под декоративными культурами, такими как сирень Майера, рябина Алая и туя Даника, произрастающих в дендрарии НИИСС, недостаточно [2, 3]. Это обуславливает необходимость изучения теплофизических показателей в почвенном профиле во взаимосвязи с почвенным увлажнением.

В результате исследований появляется возможность получения полного представления о направлении процессов, формирующих тепловые и водные режимы в черноземных почвах под насаждениями сирени, рябины, туи и других растений. Кроме того, наиболее важно оценить воздействие определенного типа флоры [4] на водно-тепловые параметры почвы для создания комплекса мелиоративных мероприятий для оптимального роста и развития декоративных культур как лиственных, так и хвойных пород в дендрарии г. Барнаула. Это позволило впервые экспериментально исследовать теплофизические свойства черноземов в зависимости от степени почвенного увлажнения и характера произрастающей растительности.

Объекты и методы

Целью работы явилось изучение комплекса теплофизических свойств черноземов в зависимости от влажности почвы и произрастающей растительности. Объектами исследований были выбраны черноземы обыкновенные и выщелоченные, занятые насаждениями сирени, рябины и туи. Влажность почвы измерялась в лабораторных условиях на образцах нарушенной структуры путем взвешивания [5], а ТФК определялись с помощью установки с плоским источником тепла [6-8].

Результаты исследований

Исследования были реализованы в весенне-летний период с мая по август 2019 г. на черноземных почвах под рябиной Алой, сиренью Майера и туей Даника. Это кустарниковые декоративные культуры. Туя Даника – хвойный вечнозеленый кустарник, высотой до 60 см. Она любит хорошее освещение. Сирень Майера карликовая, не выше 65 см. Крона сферической формы. Рябина Алая – красивый кустарник с раскидистой кроной и обширной корневой системой, солнцелюбива. Все культуры хорошо переносят морозы.

В таблице 1 представлены результаты исследований комплекса теплофизических свойств черноземов под насаждениями декоративных культур в течение вегетационного периода 2019 г.

Таблица 1

Изменения тепловых показателей чернозема под сиренью летом 2019 г.
*(C_p , 10^6 Дж/(m^3 K) – теплоемкость; α , 10^{-6} м²/с – температуропроводность;
 λ , Вт/(м K) – теплопроводность; U, % – влагосодержание;
 T , °C – температура приземного слоя атмосферы в 9:00 ч)*

| Срок | 10.05 | 27.05 | 12.06 | 27.06 | 15.07 | 30.07 | 12.08 | 29.08 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T | 5 | 9 | 6 | 16 | 15 | 22 | 26 | 14 |
| Гор. А, 0-20 см, $\rho = 1200$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,696 | 2,612 | 3,242 | 2,276 | 2,234 | 2,738 | 2,270 | 2,203 |
| α | 0,430 | 0,429 | 0,401 | 0,454 | 0,441 | 0,449 | 0,454 | 0,441 |
| λ | 1,160 | 1,12 | 1,302 | 1,033 | 0,986 | 1,230 | 1,030 | 0,970 |
| U | 24,9 | 23,3 | 38,0 | 15,3 | 14,0 | 26,3 | 15,0 | 13,6 |
| Гор. АВ, 40-50 см, $\rho = 1090$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 1,867 | 2,455 | 2,791 | 2,161 | 2,174 | 1,850 | 1,699 | 2,413 |
| α | 0,538 | 0,459 | 0,428 | 0,493 | 0,493 | 0,536 | 0,577 | 0,468 |
| λ | 1,004 | 1,128 | 1,194 | 1,065 | 1,072 | 0,991 | 0,981 | 1,130 |
| U | 17,0 | 31,1 | 38,5 | 23,9 | 24,3 | 16,6 | 13,0 | 20,4 |
| Гор. В, 70-80 см, $\rho = 1310$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,617 | 3,499 | 3,667 | 3,247 | 3,163 | 2,911 | 2,533 | 2,827 |
| α | 0,405 | 0,391 | 0,388 | 0,387 | 0,398 | 0,402 | 0,406 | 0,499 |
| λ | 1,061 | 1,368 | 1,421 | 1,259 | 1,258 | 1,171 | 1,028 | 1,411 |
| U | 23,2 | 33,8 | 37,9 | 27,5 | 26,0 | 20,2 | 10,8 | 18,1 |

Примечание. В статье интерпретированы данные по влагосодержанию почвы, полученные В.В. Хлебниковой.

Данные таблицы 1 показывают, что начало вегетации 2019 г. характеризовалось низкими температурами. Но к концу июня температура воздуха утром (9:00-10:00) составляла 16°C, а в июле стала выше 20°C, но существенного воздействия теплофизическое состояние почвы не оказала. Поэтому главными параметрами влияния на ТФС стало влагосодержание и биологические особенности декоративных растений [9, 10].

Анализ данных таблицы 1 показывает, что под сиренью влажность почвы летом распространялась довольно хаотично как во времени, так и в почвенной толще. В иллювиальном горизонте максимум влагосодержания имел место 12 июня (38% от массы почвы), а минимум – в июле и в августе. В слое АВ с начала вегетационного периода до середины лета степень почвенного увлажнения не падала ниже 24%. В горизонте В влажность была выше по сравнению с гумусовым горизонтом практически в течение всего лета. Но 12 августа увлажнение снизилось до 11%.

Во взаимосвязи с режимом влагосодержания варьировали и теплофизические характеристики. Так, объемная теплоемкость и теплопроводность были максимальными 12 июня.

В иллювиальном уплотненном горизонте В они составили $3,667 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 1,421 Вт/(м К). Самые низкие значения этих характеристик имели место 12 августа в гумусовом слое АВ и равнялись $1,699 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 0,981 Вт/(м К). Скорость изменения температуры «α» в летнее время 2019 года оказалась максимальной в рыхлом горизонте АВ и составила $0,577 \cdot 10^{-6}$ м²/с в иссушенном состоянии 12 августа. В горизонте В ее величина не достигала и $0,402 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

В таблице 2 показаны значения всех выше-рассмотренных величин в черноземе обыкновенном под насаждениями рябины.

Под насаждениями рябины на склоне юго-западной экспозиции влагосодержание в исследованном почвенном профиле оказалось ниже, чем под сиренью. Только в гор. А 12 июня оно составило 36,3% от массы почвы. В остальные сроки наблюдений влажность почвы не достигала 30% по всем горизонтам. Для данного профиля характерно, что почвенное увлажнение в летнее время в переходном и иллювиальном горизонтах изменялось незначительно и лежало в пределах 20-26%. В гумусово-аккумулятивном

слое влажность почвы была подвержена более сильным колебаниям. Так, с конца июня до середины июля влагосодержание здесь было равно 17%, а в конце августа – 14,6% от массы почвы. Такое распределение почвенной влаги соответствовало экспозиции склона и особенностям рябины, которая достигла высоты 5 м и имела хорошо разветвленную корневую систему. В результате транспирация у такого растения проходила активнее и в больших объемах, следовательно, в почве содержалось меньшее количество влаги по сравнению с сиренью и тем более туей [11].

Теплофизические коэффициенты под рябиной так же, как и влажность, испытывали более слабые колебания, особенно в подстилающих горизонтах АВ и В. При этом самые малые значения теплоемкости и теплопроводности наблюдались в менее плотном переходном слое, не более $1,885 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К). Максимальные величины теплопроводности оказались в этом же горизонте и достигли $0,638 \cdot 10^{-6}$ Вт/(м К), что соответствовало влажности, близкой к разрыву капиллярных связей (ВРК). Кроме того, этот коэффициент в нижних слоях профиля практически не изменялся. Его колебания в иллювиальном горизонте не достигали 2%.

Данные таблицы 3 содержат значения теплофизических показателей и влажности чернозема выщелоченного под насаждениями туи. Сразу можно отметить, что профиль чернозема здесь содержит большее количество влаги по сравнению с предыдущими разрезами, особенно в иллювиальном горизонте.

При этом следует учесть, что плотность гумусового горизонта чернозема под туей минимальна и составляет только 980 кг/м³.

В связи с этим объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего почвенного слоя минимальны. Эти коэффициенты имеют величину не выше $2,209 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 1,154 Вт/(м К) соответственно при почвенном увлажнении 35% от массы. В иллювиальном горизонте теплоемкость и теплопроводность 27 июня имели значения $3,155 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 1,293 Вт/(м К). Из всех исследованных вариантов и генетических горизонтов теплопроводность экстремальна в гумусовом слое А под насаждениями туи и равна $0,709 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Равномерное распределение влаги в почве под туей приводит к выравниванию теплопроводности в горизонтах АВ и В.

Таблица 2

Динамика теплофизических коэффициентов чернозема обыкновенного под насаждениями рябины летом 2019 г. (C_p , 10^6 Дж/(m^3 K) – объемная теплоемкость; α , 10^{-6} м²/с – температуропроводность; λ , Вт/(м K) – теплопроводность)

| Срок | 10.05 | 27.05 | 12.06 | 27.06 | 15.07 | 30.07 | 12.08 | 29.08 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Гор. А, 0-20 см, $\rho = 1100$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,029 | 2,019 | 2,701 | 1,903 | 1,930 | 2,407 | 2,281 | 1,819 |
| α | 0,518 | 0,501 | 0,447 | 0,533 | 0,530 | 0,476 | 0,487 | 0,544 |
| λ | 1,051 | 1,012 | 1,206 | 1,014 | 1,023 | 1,147 | 1,111 | 0,990 |
| U | 20,1 | 19,8 | 36,3 | 16,7 | 17,0 | 29,4 | 25,7 | 14,6 |
| Гор. АВ, 40-50 см, $\rho = 990$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 1,885 | 1,759 | 1,885 | 1,591 | 1,843 | 1,801 | 1,864 | 1,738 |
| α | 0,573 | 0,599 | 0,579 | 0,638 | 0,582 | 0,589 | 0,575 | 0,602 |
| λ | 1,081 | 1,053 | 1,091 | 1,015 | 1,072 | 1,060 | 1,071 | 1,043 |
| U | 25,6 | 23,2 | 26,3 | 19,1 | 24,7 | 23,7 | 25,5 | 22,5 |
| Гор. В, 70-80 см, $\rho = 1230$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,639 | 2,765 | 2,660 | 2,681 | 2,597 | 2,370 | 2,807 | 2,572 |
| α | 0,432 | 0,423 | 0,429 | 0,427 | 0,431 | 0,443 | 0,431 | 0,430 |
| λ | 1,141 | 1,170 | 1,142 | 1,144 | 1,119 | 1,050 | 1,182 | 1,105 |
| U | 21,0 | 24,2 | 21,5 | 22,3 | 20,2 | 14,6 | 24,9 | 19,4 |

Таблица 3

Изменения тепловых показателей чернозема под туей летом 2019 г. (C_p , 10^6 Дж/(m^3 K) – объемная теплоемкость; α , 10^{-6} м²/с – температуропроводность; λ , Вт/(м K) – теплопроводность)

| Срок | 10.05 | 27.05 | 12.06 | 27.06 | 15.07 | 30.07 | 12.08 | 29.08 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Гор. А, 0-20 см, $\rho = 980$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 1,957 | 2,041 | 1,957 | 1,930 | 1,369 | 2,209 | 1,705 | 1,327 |
| α | 0,566 | 0,549 | 0,558 | 0,559 | 0,709 | 0,522 | 0,616 | 0,711 |
| λ | 1,107 | 1,121 | 1,092 | 1,078 | 0,970 | 1,154 | 1,050 | 0,944 |
| U | 29,2 | 31,3 | 29,0 | 28,7 | 15,0 | 35,0 | 22,7 | 13,8 |
| Гор. АВ, 40-50 см, $\rho = 1170$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,388 | 2,493 | 2,728 | 2,661 | 2,157 | 2,724 | 2,535 | 2,283 |
| α | 0,440 | 0,429 | 0,412 | 0,416 | 0,459 | 0,413 | 0,426 | 0,447 |
| λ | 1,050 | 1,070 | 1,124 | 1,107 | 0,989 | 1,124 | 1,079 | 1,021 |
| U | 21,5 | 24,0 | 29,6 | 27,9 | 15,9 | 29,5 | 25,1 | 19,0 |
| Гор. В, 70-80 см, $\rho = 1220$ кг/м ³ | | | | | | | | |
| C_p | 2,630 | 3,050 | 3,071 | 3,155 | 2,739 | 3,025 | 2,685 | 2,701 |
| α | 0,443 | 0,412 | 0,413 | 0,410 | 0,429 | 0,412 | 0,429 | 0,431 |
| λ | 1,164 | 1,257 | 1,268 | 1,293 | 1,175 | 1,246 | 1,151 | 1,163 |
| U | 21,6 | 31,8 | 32,5 | 34,5 | 24,6 | 31,4 | 23,3 | 23,7 |

Таким образом, почвенный профиль под насаждениями рябины содержит меньшее количество влаги по сравнению с черноземами под сиренью и туей. Поэтому величины теплофизических коэффициентов, таких как объемная теплоемкость и теплопроводность здесь будут ниже, поскольку они пропорциональны степени почвенного увлажнения.

Итак, инсоляция, теплоаккумуляция и процессы теплопереноса в черноземных почвах зависят от их генезиса и общезфизических показателей, погодных условий и биологических особенностей декоративных пород [12].

Знание теплофизических свойств черноземов под насаждениями разных декоративных растений позволяет оценить интенсивность тепло- и

влагообмена и их аккумуляции тепла в их почвенных профилях. Это дает возможность разрабатывать систему мероприятий по управлению гидротермическими режимами в генетических горизонтах черноземов, которая призвана создавать комфортные условия для роста и развития декоративных культур при помощи агромероприятий.

Выводы

1. Теплофизические характеристики выщелоченного чернозема в летнее время под сиренью изменяются в соответствии с водным режимом. Максимум теплоемкости и теплопроводности фиксировался в иллювиальном горизонте, где они составляли $3,667 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 1,421 Вт/(м К). Минимум этих величин имел место в гумусовом слое АВ. Но температуропроводность здесь была наибольшей при низком увлажнении.

2. Для почвенного профиля под насаждениями рябины характерно, что увлажнение в летнее время в переходном и иллювиальном горизонтах АВ и В изменялось незначительно. Такое распределение почвенной влаги соответствовало экспозиции склона и особенностям рябины, которая достигла высоты 5 м и имела хорошо разветвленную корневую систему. Теплофизические коэффициенты под рябиной так же, как и влажность, испытывали слабые колебания, особенно в подстиляющих горизонтах АВ и В. Максимальные величины температуропроводности оказались в этом же горизонте и достигли $0,638 \cdot 10^{-6}$ Вт/(м К), что соответствовало влажности, близкой к разрыву капиллярных связей (ВРК).

3. Под насаждениями туи объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего почвенного слоя минимальны и не превышали $2,209 \cdot 10^6$ Дж/(м³ К) и 1,154 Вт/(м К) соответственно. Эти коэффициенты в иллювиальном горизонте были больше на 42 и 12% соответственно. Температуропроводность в гумусовом слое А равнялась $0,709 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Равномерное распределение влаги в почве под туей привело к выравниванию температуропроводности в горизонтах АВ и В.

4. Таким образом, почвенный профиль под насаждениями рябины содержал меньшее количество влаги по сравнению с черноземами под сиренью и туей. Поэтому величины теплофизических коэффициентов, таких как объемная теп-

лоемкость и теплопроводность здесь были ниже, поскольку эти величины пропорциональны степени почвенного увлажнения.

Библиографический список

1. Гейгер, Р. Климат приземного слоя воздуха / Р. Гейгер. – Москва: Изд-во иностранной лит-ры, 1960. – 162 с. – Текст: непосредственный.
2. Абаимов, В. Ф. Дендрология / В. Ф. Абаимов. – Москва: Изд-кий центр «Академия», 2009. – 363 с. – Текст: непосредственный.
3. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – Москва, 1974. – 703 с. – Текст: непосредственный.
4. Зинченко, С. И. Почвы и растения / С. И. Зинченко, М. А. Мазиров, М. К. Зинченко; Рос. акад. с.-х. наук, Владимир. НИИ сел. хоз-ва Россельхозакадемии. – Москва, 2008. – 284 с. – ISBN 978-5-8311-0387-8. – Текст: непосредственный.
5. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.
6. Болотов, А. Г. Электронный измеритель температуры почвы / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, Ю. В. Беховых. – Текст: непосредственный // Проблемы природопользования на Алтае: сборник научных трудов молодых ученых. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 55-57.
7. Болотов, А. Г. Метод определения температуропроводности почвы / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 7 (129). – С. 74-79.
8. Шеин, Е. В. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 24-28.
9. Макарычев, С. В. Теплофизические свойства выщелоченных черноземов Алтайского Приобья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Макарычев С. В. – Новосибирск: ИПА СО АН СССР, 1980. – 23 с. – Текст: непосредственный.
10. Трофимов, И. Т. Использование дефека-та для известкования почв Западной Сибири / И. Т. Трофимов, С. В. Макарычев, А. Н. Иванов.

– Текст: непосредственный // Плодородие. – 2006. – № 4 (31). – С. 15-16.

11. Макарычев, С. В. Особенности теплофизического состояния пахотных выщелоченных черноземов Приобья / С. В. Макарычев. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2007. – № 8. – С. 949-953.

12. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев, Л. Н. Александрова, Н. П. Панов [и др.]. – Москва: Колос, 1982. – 496 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Geyger R. Klimat prizemnogo sloya vozdukh. – Moskva: Izd-vo inostrannoy literatury, 1960. – 162 s.

2. Abaimov V.F. Dendrologiya. – Moskva: Izd. tsentr «Akademiya», 2009. – 363 s.

3. Kolesnikov A.I. Dekorativnaya dendrologiya. – Moskva, 1974. – 703 s.

4. Zinchenko S.I. Pochvy i rasteniya / S.I. Zinchenko, M.A. Mazirov, M.K. Zinchenko // Ros. akad. s.-kh. nauk, Vladimir. NII sel. khoz-va Ros. selkhozakademii. – Moskva, 2008. – 284 s.

5. Vadyunina A.F. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochvy / A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

6. Bolotov A.G. Elektronnyy izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev,

Yu.V. Bekhovykh // Problemy prirodopolzovaniya na Altae. – sb. nauch. tr. molodykh uchenykh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 55-57.

7. Bolotov A.G. Metod opredeleniya temperaturoprovodnosti pochvy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 7 (129). – S. 74-79.

8. Shein E.V. Modelirovanie teplovogo rezhima pochvy po amplitude temperatury prizemnogo vozdukha / E.V. Shein, A.G. Bolotov, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2017. – No. 7. – S. 24-28.

9. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoystva vyshchelochennykh chernozemov Altayskogo Priobya: avtoreferat diss. ... kandidata biologicheskikh nauk. – Novosibirsk: IPA SO AN SSSR, 1980. – 23 s.

10. Trofimov I.T. Ispolzovanie defekata dlya izvestkovaniya pochv Zapadnoy Sibiri / I.T. Trofimov, S.V. Makarychev, A.N. Ivanov // Plodorodie. – 2006. – No. 4 (31). – S. 15-16.

11. Makarychev S.V. Osobennosti teplofizicheskogo sostoyaniya pakhotnykh vyshchelochennykh chernozemov Priobya // Pochvovedenie. – 2007. – No. 8. – S. 949-953.

12. Kaurichev I.S. Pochvovedenie / I.S. Kaurichev, L.N. Aleksandrova, N.P. Panov i dr. – Moskva: Kolos, 1982. – 496 s.



УДК 606.620.95

К. Партоев, М. Сафармади, Х.М. Ахмедов
K. Partoyev, M. Safarmadi, Kh.M. Akhmedov

ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОПИНАМБУРА (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

THE PRODUCTIVITY OF JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) UNDER THE CONDITIONS OF TAJIKISTAN

Ключевые слова: топинамбур, сортообразцы, биомасса, продуктивность, урожайность, температура, коллекция, корреляция, экология, высота над уровнем моря, вертикальная зональность, Таджикистан.

Таджикистан является страной, богатой природными ресурсами, такими как гидроэнергетика, солнечная энергия (более 300 солнечных теплых дней в году), биоразнообразии и др. Важным энергоемким сектором

в республике считается отрасль сельского хозяйства, которая обеспечивает около 24% ВВП ежегодно. В настоящее время перед учеными республики стоят задачи поиска новых инновационных путей и методов получения наибольшего количества необходимой продукции и биологической массы с единицы площади. Растение топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) имеет большой потенциал для получения биологической массы с энергетической составляющей с единицы площади. С целью определения продуктивности растения