

**МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ****AMELIORATIVE ROLE OF PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION IN FORMATION
OF HYDRO- AND THERMOPHYSICAL STATE OF GRAY FOREST SOIL**

Ключевые слова: серая лесная почва, влажность, теплоемкость, запасы влаги, водный дефицит.

В Алтайском крае береза хорошо растет на серых лесных и черноземных почвах. За годы исследований дефицита влаги во всем почвенном профиле супесчаной и суглинистой почвы не наблюдалось. В метровой толще почвы доступная влага не опускалась ниже 165 мм. Изменения комплекса теплофизических коэффициентов почвы определялись погодными условиями и ее общими физическими свойствами. Полученные результаты подтвердили влияние дисперсности почвы на величину ее увлажнения и тем самым на тепловые показатели. Продуктивные запасы влаги (ПЗВ) в горизонте A_1 и в метровой толще супесчаной почвы за годы исследований соответствовали уровню хороших. При этом дефицита влаги во всем почвенном профиле не наблюдалось, а был ее переизбыток. В суглинистой почве как общие, так и продуктивные запасы влаги имели более высокие значения. Таким образом, как в супесчаной, так и в суглинистой почве в условиях Обь-Чумышского междуречья для всех видов флоры складывался весьма благоприятный водный режим. В теплое время наблюдалось постепенное иссушение супесчаного почвенного профиля, поэтому объемная теплоемкость и теплопроводность снижались, поскольку напрямую зависели от степени почвенного увлажнения. Такая зависимость сохранялась и в последующие годы. В суглинистом профиле объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего гумусово-аккумулятивного горизонта A_1 были невысокими за счет его рыхлого сложения. В то же время коэффициент температуропроводности достиг $0,79 \times 10^{-6}$ (m^2/c) при влажности, близкой к ВРК. Экстремальные величины коэффициентов теплоаккумуляции и теплопередачи имели место в наиболее плотном гумусово-оподзоленном горизонте A_1A_2 . В целом изменения комплекса ТФК в теплое время года определялись погодными условиями и, прежде всего, степенью почвенного увлажнения. Кроме того, полученные результаты подтвердили значительное влияние дисперсности почвы на величину ее

влагосодержания и тем самым на теплофизические показатели генетических горизонтов.

Keywords: gray forest soil, moisture content, thermal capacity, moisture storage, water deficit.

In the Altai Region, the birch-tree grows well on gray forest and chernozem soils. During the years of research, no moisture deficit was observed in the entire soil profile of sandy and loamy soils. In one-meter soil layer, available moisture did not fall below 165 mm. The changes of the complex of thermophysical soil coefficients were determined by the weather conditions and general soil physical properties. The results obtained confirmed the effect of soil dispersion on the value of its moisture content and, thus, on thermal indices. The available soil moisture storage in the A_1 horizon and in one-meter layer of sandy loam soil over the years of research corresponded to the good level. There was no moisture deficit in the entire soil profile, but there was moisture excess. In loamy soil, both total and plant available moisture storage had higher values. Thus, both in sandy and loamy soils under the conditions of the Ob-Chumysh interfluvium, a very favorable water regime developed for all types of flora. In warm weather, a gradual drying of the sandy loamy soil profile was observed; therefore, the volumetric thermal capacity and thermal conductivity decreased since they directly depended on the degree of soil moisture. This dependence continued on subsequent years. In the loamy profile, the volumetric thermal capacity and thermal conductivity of the upper humus-accumulative horizon A_1 were low due to its loose structure. At the same time, the thermal diffusivity reached 0.79×10^{-6} ($m^2 s$) at a moisture content level close to that of discontinuous capillary moisture. The extreme values of heat accumulation and heat transfer coefficients took place in the densest humus-podzolized A_1A_2 horizon. In general, the changes in the complex of thermophysical coefficients in the warm season were determined by the weather conditions and, above all, by the degree of soil moisture. In addition, the results obtained confirmed the significant effect of soil dispersion on the value of its moisture content, and thus on the thermophysical indices of genetic horizons.

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

Формирование серых лесных почв Обь-Чумышского междуречья обусловлено влиянием повторяющейся в течение столетий взаимной смены лиственного леса и луговой степи при полном отсутствии процессов осолонцевания и осолодения. В то же время на этой территории имело место оподзоливание [1]. Береза растет практически на любых почвах Алтайского края, особенно хорошо на серых лесных и черноземных. Она считается лучшей древесной породой, улучшающей лесорастительный потенциал подзолов за счет листового опада, в котором аккумулируется значительное количество зольных элементов [2, 3]. Образующийся при этом полуразложившийся слой является лесной подстилкой (Ад). Ее нижний слой представляет собой рыхлую массу перегноя или гумуса. Главную роль в процессе разложения листвы играют влага и тепло. В то же время гидрофизические режимы и тепловые свойства почв в лесах Алтая практически не изучены.

Объекты и методы

Цель работы – изучение динамики запасов влаги и теплофизических свойств на серых лесных почвах разного гранулометрического состава под березовым лесом. В задачи исследований входило: 1) определить продуктивные запасы влаги (ПЗВ) в горизонте A_1 и в метровой толще супесчаной и суглинистой почвы; 2) установить объемную теплоемкость и теплопроводность горизонта A_1 и определить коэффициент температуропроводности. Объект исследования – серые лесные почвы супесчаного и суглинистого гранулометрического состава. В ходе выполнения наблюдений относительная влажность генетических горизонтов почвенного профиля была определена весовым методом, а запасы влаги – по методу А.Ф. Вадюниной [4]. Теплофизические свойства (ТФС) измерены импульсным методом плоского нагревателя и, частично, рассчитаны по методике С.В. Макарычева [5, 6]. Температурный режим фиксировался электротермометром [7, 8].

Результаты исследований

Для морфологического описания почвенного профиля и отбора образцов на определение агрофизических и теплофизических показателей нами были заложены два разреза вплоть до почвообразующей породы, представленной лесовидным суглинком. Измерения влажности проводились в метровой толще серой лесной почвы, в которой сосредоточена корневая система березы.

Разрез № 1 заложен в средней части увала. Флора представлена березой, отдельными осинами и соснами, подлесок образован рябиной и крушиной, а травянистый покров содержит папоротник, хвощ, купену и другие растения. Дернина Ад имеет мощность до 8 см. Гумусовый горизонт A_1 (8-22 см) серого цвета, супесчаный, рыхлый. Оподзоленный слой A_1A_2 (22-56 см) светло-серого оттенка, рыхлый, супесчаного грансостава. Иллювиальный горизонт В (56-70 см) бурый с оксидами железа, супесчаный близкий к легкому суглинку, плотный. Слой ВС (70-100 см) бурого цвета, среднесуглинистый, плотный, переходящий в почвообразующую породу в виде лесовидного суглинка.

Разрез № 2 заложен на верхней трети северо-западного склона увала. Древесная растительность и подлесок аналогичны первому описанию, а травы представлены костянкой, земляникой, ежой сборной, овсяницей. Дернина Ад (0-4 см) серого цвета состоит из растительных остатков. Гумусовый горизонт A_1 (4-21 см) серый, рыхлый легкосуглинистый. Горизонт A_1A_2 (21-38 см) светло-серого оттенка, легкий суглинок с кремнеземистой присыпкой, слабо уплотненный. Иллювий В (38-70 см) бурого цвета среднесуглинистый, плотный с потеками оксидов железа. Переходный слой ВС (70-120 см) светло-бурый, средний суглинок, слабо уплотнен. Ниже лесовидный суглинок.

Данные гранулометрического анализа первого почвенного разреза показывают, что профиль серой лесной почвы до горизонта ВС представляет собой супесь, в гумусовых горизонтах переходящую в песчано-связное состояние. Ил-

лювий представлен тяжелым суглинком. Генетические горизонты имеют значительную плотность сложения. Гумуса в метровой толще супесчаной почвы мало: от 2% в верхнем слое до 1,5% на глубине более 70 см. Почва во втором разрезе в гумусовых горизонтах легкосуглинистая, а в иллювиальном слое близкая к тяжелому суглинку. Верхний генетический горизонт рыхлый с плотностью сложения, близкой к единице, которая вниз по профилю возрастает до 1,42 г/см³. Количество гумуса здесь выше.

Изучение динамики влагосодержания в серой лесной почве в теплое время года потребовало знания водно-физических постоянных [9]. Часть из них была измерена, а другая рассчитана согласно существующим в почвоведении уравнениям.

Следует отметить, что водно-физические показатели серой лесной почвы супесчаной разновидности характеризуются малыми величинами, особенно в верхних гумусово-аккумулятивных горизонтах, тогда как в суглинистом профиле они гораздо выше [10].

Весной 2001 г. более увлажненным оказался суглинистый профиль серой лесной почвы по сравнению с супесчаным. В течение июня наблюдалось иссушение почвенной толщи за счет транспирации древесной растительностью и физического испарения с ее поверхности. При этом супесчаный профиль под действием более высокой фильтрации содержал влаги меньше, чем суглинистый. В сентябре обе разновидности

испытали некоторое иссушение при отсутствии августовских осадков.

Летом 2002 г. выпало большое количество атмосферных осадков, особенно в первой половине вегетации. Максимальным увлажнением обладал суглинок. Значительная фильтрация влаги в супеси снизила степень влагосодержания во всем его почвенном профиле. В целом весь теплый период характеризовался высокой влажностью почвы.

Для изучения динамики влагосодержания в серой лесной почве разного гранулометрического состава нами проводились измерения относительной влажности почвы в ее метровой толще через каждые 10 см и суммировались в соответствии с мощностью того или иного генетического горизонта. Затем были рассчитаны общие (ОЗВ) и продуктивные запасы влаги (ПЗВ). Первые наблюдения в супесчаной почве были проведены 25 мая 2001 г. (табл. 1).

Для оценки влагозапасов в гумусово-аккумулятивном горизонте и в метровом слое серой лесной почвы мы воспользовались методикой А.Ф. Вадюниной [3]. Установлено, что ПЗВ в горизонте А₁ можно характеризовать как хорошие или удовлетворительные в зависимости от месяца. Судя по влагозапасам (ПЗВ), в метровом слое почвы их можно считать очень хорошими или хорошими в течение всех лет наблюдений (табл. 1). При этом дефицита влаги не наблюдалось.

Таблица 1

Общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги в супесчаной серой лесной почве, мм

| Запасы влаги | 2001 г. | | | 2002 г. | | | 2003 г. |
|--|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| | срок | | | | | | |
| | 25.05 | 18.07 | 06.09 | 29.05 | 17.07 | 18.09 | 20.05 |
| А ₁ (8-22 см) | | | | | | | |
| ОЗВ | 40,0 | 27,6 | 23,5 | 24,8 | 40,1 | 21,8 | 34,0 |
| ПЗВ | 37,8 | 25,4 | 21,3 | 22,6 | 37,9 | 19,6 | 31,8 |
| А ₁ А ₂ (22-56 см) | | | | | | | |
| ОЗВ | 85,8 | 57,7 | 46,8 | 57,2 | 73,0 | 52,8 | 83,8 |
| ПЗВ | 84,6 | 56,5 | 45,6 | 56,0 | 71,8 | 51,6 | 82,6 |
| 0-100 см | | | | | | | |
| ОВЗ | 248,9 | 162,5 | 158,0 | 197,5 | 212,0 | 169,7 | 223,1 |
| ПЗВ | 230,5 | 144,1 | 139,6 | 179,4 | 193,7 | 151,3 | 204,7 |

В суглинистой серой лесной почве складывалась иная картина распределения влагозапасов по генетическим горизонтам и в целом по профилю (табл. 2).

Прежде всего, как общие, так и продуктивные запасы влаги здесь имели более высокие значения. То же самое можно сказать и о гидрофизических константах. Так, в близком к тяжелосуглинистому горизонту В важность завядания составляла 11,1 мм, а наименьшая влагоемкость – 24,3 мм. Но ПЗВ за время исследований в гумусовом слое опускались до уровня 25,2 мм в сентябре 2001 г. и до 28,0 мм в 2002 г., поэтому можно считать удовлетворительными, а в остальные сроки наблюдений – хороши-

ми. В нижележащих горизонтах величины ОЗВ и ПЗВ еще выше, поэтому никакого дефицита влаги не прослеживалось. То же относится и к метровой толще почвы, в которой доступная влага не опускалась ниже 165 мм (сентябрь 2002 г.), а в другие сроки наблюдений имел место ее переизбыток. Таким образом, как в супесчаной, так и в суглинистой почве в условиях Обь-Чумышского междуречья для всех видов флоры складывался весьма благоприятный водный режим.

В таблице 3 показаны результаты измерений относительной влажности и теплофизических коэффициентов (ТФК) серой лесной почвы.

Таблица 2

Общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги в суглинистой серой лесной почве, мм

| Запасы влаги | 2001 г. | | | 2002 г. | | | 2003 г. |
|--|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| | 25.05 | 18.07 | 06.09 | 29.05 | 17.07 | 18.09 | 20.05 |
| A ₁ (4-21 см) | | | | | | | |
| ОЗВ | 58,9 | 56,5 | 30,9 | 59,1 | 53,3 | 35,2 | 59,7 |
| ПЗВ | 53,2 | 50,5 | 25,2 | 53,2 | 47,4 | 28,0 | 54,0 |
| A ₁ A ₂ (21-38 см) | | | | | | | |
| ОЗВ | 79,8 | 70,4 | 37,2 | 78,0 | 74,7 | 34,2 | 77,3 |
| ПЗВ | 73,7 | 64,4 | 32,1 | 72,0 | 68,2 | 28,2 | 71,4 |
| 0-100 см | | | | | | | |
| ОВЗ | 329,4 | 269,1 | 215,3 | 268,0 | 287,0 | 197,4 | 287,3 |
| ПЗВ | 298,5 | 238,0 | 185,4 | 236,9 | 255,5 | 165,1 | 256,6 |

Таблица 3

Относительная влажность (U, %), объемная теплоемкость (C_p, Дж/(м³К) и теплопроводность (λ, Вт/м К) генетических горизонтов супесчаной серой лесной почвы

| Показатели | 2001 г. | | | 2002 г. | | | 2003 г. |
|--|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| | срок | | | | | | |
| | 25.05 | 18.07 | 06.09 | 29.05 | 17.07 | 18.09 | 20.05 |
| A ₁ (8-22 см) | | | | | | | |
| U | 21,3 | 14,7 | 12,5 | 13,2 | 21,4 | 11,6 | 18,1 |
| C _p | 3,43 | 2,37 | 2,25 | 2,28 | 3,45 | 2,20 | 3,06 |
| α | 0,59 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,59 | 0,69 | 0,63 |
| λ | 2,03 | 1,60 | 1,45 | 1,54 | 2,01 | 1,52 | 1,91 |
| A ₁ A ₂ (22-56 см) | | | | | | | |
| U | 17,4 | 11,7 | 9,5 | 11,4 | 14,8 | 10,7 | 17,0 |
| C _p | 3,78 | 2,43 | 2,30 | 2,41 | 2,62 | 2,37 | 3,08 |
| α | 0,74 | 1,08 | 1,08 | 1,04 | 1,04 | 0,96 | 0,90 |
| λ | 2,84 | 2,64 | 2,52 | 2,54 | 2,71 | 2,30 | 2,80 |

Результаты исследований показывают, что в гумусово-аккумулятивном горизонте весной 2001 и 2003 гг. относительная влажность в супеси оказалась весьма высокой, а в 2002 г. при малом снежном покрове и недостатке майских осадков составила только 13% от массы почвы. В летнее и осеннее время в первый год исследований наблюдалось постепенное иссушение, поэтому объемная теплоемкость (теплоаккумуляция), а также теплопроводность (теплопередача) снижались, поскольку напрямую определялись степенью почвенного увлажнения. Такая зависимость сохранялась и в последующие годы. В оподзоленном горизонте A_1A_2 влагосодер-

жание было ниже, чем в верхнем, поэтому значения ТФХ также должны снизиться, но этого не наблюдалось, поскольку уплотнение названного горизонта составило $1,45 \text{ г/см}^3$ по сравнению с $1,34 \text{ г/см}^3$ в гор. A_1 . Температуропроводность достигала высоких значений в верхнем 20-сантиметровом слое, имея экстремум при влажности 11,6%. В нижележащем горизонте, который при отсутствии органики представлял собой боровой песок в песчано-связном состоянии, она оказалась выше $1,0 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

В суглинистой серой лесной почве также был измерен комплекс теплофизических коэффициентов (табл. 4).

Таблица 4

Влажность (U , %), объемная теплоемкость (C_p , Дж/($\text{м}^3\text{К}$), температуропроводность (α , $\text{м}^2/\text{с}$) и теплопроводность (λ , Вт/м К) генетических горизонтов суглинистой серой лесной почвы

| Показатели | 2001 г. | | | 2002 г. | | | 2003 г. |
|---------------------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| | срок | | | | | | |
| | 25.05 | 18.07 | 06.09 | 29.05 | 17.07 | 18.09 | 20.05 |
| A_1 (4-21 см) | | | | | | | |
| U | 31,5 | 30,2 | 16,5 | 31,6 | 28,5 | 18,8 | 31,9 |
| C_p | 2,35 | 2,28 | 1,69 | 2,35 | 2,22 | 1,79 | 2,36 |
| α | 0,59 | 0,61 | 0,79 | 0,59 | 0,64 | 0,79 | 0,58 |
| λ | 1,39 | 1,36 | 1,24 | 1,39 | 1,29 | 1,31 | 1,40 |
| A_1A_2 (21-38 см) | | | | | | | |
| U | 31,3 | 27,6 | 14,6 | 30,6 | 29,3 | 13,4 | 30,3 |
| C_p | 3,71 | 3,49 | 2,68 | 3,68 | 3,60 | 2,60 | 3,66 |
| α | 0,50 | 0,55 | 0,63 | 0,51 | 0,53 | 0,64 | 0,52 |
| λ | 2,07 | 1,92 | 1,76 | 1,88 | 1,89 | 1,72 | 1,90 |
| B (38-70 см) | | | | | | | |
| U | 23,1 | 18,1 | 15,3 | 11,3 | 15,8 | 13,9 | 14,7 |
| C_p | 3,10 | 2,81 | 2,67 | 2,40 | 2,67 | 2,55 | 2,60 |
| α | 0,49 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,52 | 0,53 | 0,52 |
| λ | 1,53 | 1,42 | 1,38 | 1,29 | 1,38 | 1,34 | 1,35 |

Прежде всего, следует отметить, что увлажнение суглинистой почвы оказалось гораздо выше, чем супесчаной. Анализ результатов исследований показал (табл. 4), что объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего гумусово-аккумулятивного горизонта A_1 гораздо ниже, чем в нижележащих почвенных слоях. Это обусловлено малыми значениями его плотности сложения, которая составляла $1,05 \text{ г/см}^3$. Поэтому их максимальные значения составили

$2,36 \times 10^6 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \text{ К})$ и $1,40 \text{ Вт}/(\text{м К})$ соответственно при наивысшей степени увлажнения. В то же время коэффициент температуропроводности достиг $0,79 \times 10^{-6} \text{ (м}^2 \text{ с)}$ при влажности, близкой к ВРК. Экстремальные величины коэффициентов теплоаккумуляции и теплопередачи имели место в наиболее плотном гумусово-оподзоленном горизонте A_1A_2 и составили $3,71 \times 10^6 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \text{ К})$ и $2,07 \text{ Вт}/(\text{м К})$. Соответственно, скорость распространения температуры здесь ниже и не превы-

шала $0,64 \times 10^{-6}$ м²/с. В целом изменения комплекса ТФК в теплое время года определялись погодными условиями и общефизическими свойствами почвы. Таким образом, полученные результаты показали значительное влияние дисперсности почвы на величину ее влагосодержания.

Выводы

1. Продуктивные запасы влаги (ПЗВ) в горизонте А₁ и в метровой толще супесчаной почвы за годы исследований соответствовали уровню хороших. При этом дефицита влаги во всем почвенном профиле не наблюдалось, а был ее переизбыток.

2. В суглинистой почве как общие, так и продуктивные запасы влаги имели более высокие значения. В метровой толще почвы доступная влага не опускалась ниже 165 мм. Таким образом, как в супесчаной, так и в суглинистой почве в условиях Обь-Чумышского междуречья для всех видов флоры складывался весьма благоприятный водный режим.

3. В летний период наблюдалось постепенное иссушение супесчаного почвенного профиля, поэтому объемная теплоемкость и теплопроводность снижались, поскольку напрямую зависели от степени почвенного увлажнения. Такая зависимость сохранялась во все годы исследований.

4. В суглинистом профиле объемная теплоемкость и теплопроводность верхнего гумусово-аккумулятивного горизонта А₁ были невысокими за счет его рыхлого сложения. В то же время коэффициент температуропроводности достиг $0,79 \times 10^{-6}$ (м²/с) при влажности, близкой к ВРК.

5. Результаты исследований подтвердили значительное влияние дисперсности почвы на величину ее влагосодержания и теплофизические показатели генетических горизонтов.

Библиографический список

1. Трофимов, С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области / С. С. Трофимов. – Новосибирск: Наука СО, 1975. – 300 с. – Текст: непосредственный.

2. Мелехов, И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – Москва: Лесная промышленность, 1980. – 406 с. – Текст: непосредственный.

3. Калинин, М. И. Корневедение / М. И. Калинин. – Москва: Экология, 1991. – 174 с. – Текст: непосредственный.

4. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – Москва: Высшая школа, 1973. – 399 с. – Текст: непосредственный.

5. Теплофизическое состояние почв Алтая в условиях антропогенеза / С. В. Макарычев, А. Г. Болотов, Ю. В. Беховых [и др.] – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 362 с.

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 АГАУ. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 87-91.

7. Болотов, А. Г. Измерение температуры почв в полевых условиях // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: материалы II Международной конференции. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – С. 148-150.

8. Болотов, А. Г. Определение теплофизических свойств почв с использованием систем измерения ZETLAB / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 048-050.

9. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв. – Москва: Изд-во МГУ. – 304 с. – Текст: непосредственный.

10. Теплофизические свойства и режимы в антропогенно нарушенных почвах / М. А. Мазиров, С. В. Макарычев, А. Г. Болотов [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2003. – 153 с. – EDN XBZDHF.

References

1. Trofimov S.S. Ekologiya pochv i pochvennye resursy Kemerovskoi oblasti. – Novosibirsk: Nauka SO, 1975. – 300 s.

2. Melekhov I.S. Lesovedenie. – Moskva: Lesnaia promyshlennost, 1980. – 406 s.
3. Kalinin, M.I. Kornevedenie. – Moskva: Ekologija, 1991. – 174 s.
4. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov / A.F. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1973. – 399 s.
5. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoianie pochv Altaia v usloviakh antropogeneza / S.V. Makarychev, A.G. Bolotov, Iu.V. Bekhovykh, I.T. Trofimov i dr. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 362 s.
6. Bolotov A.G. Elektronnyi izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Iu.V. Bekhovykh // Problemy prirodopolzovaniia na Altae: sb. nauch. tr. AGAU. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 87-91.
7. 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.
8. Bolotov A.G. Opredelenie teplofizicheskikh svoistv pochv s ispolzovaniem sistem izmereniia ZETLAB // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 12 (98). – S. 48-50.
9. Zaidelman F.R. Melioratsiia pochv. – Moskva: Izd-vo MGU. – 304 s.
10. Teplofizicheskie svoistva i rezhimy v antropogenno-narushennykh pochvakh / M. A. Mazirov, S. V. Makarychev, A. G. Bolotov [i dr.]. – Moskva: Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut agrokhimii imeni D.N. Prianishnikova, 2003. – 153 s. – EDN XBZDHF.



УДК 631.82

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-224-6-52-59

В.Б. Троц, Н.М. Троц, А.И. Манухин, С.В. Троц
V.B. Trotz, N.M. Trotz, A.I. Manukhin, S.V. Trotz

ВЛИЯНИЕ МАГНИЙ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ «УЛЬТРА СИ» И «СУЛЬФАТ МАГНИЯ» НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ И СОХРАННОСТЬ РАСТЕНИЙ СОИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

EFFECT OF MAGNESIUM- AND SULFUR-CONTAINING PRODUCTS “ULTRA C” AND MAGNESIUM SULFATE ON CROP DENSITY AND SURVIVAL OF SOYBEAN PLANTS GROWN AGAINST THE BACKGROUND OF COMPLETE MINERAL FERTILIZER

Ключевые слова: соя, посев, орошение, Ультра Си, магний, сера, промышленный отход, опыт, вариант, сохранность растений, минеральные удобрения.

Приводятся результаты опытов, проведенных в 2021-2022 гг. на полях ООО «Сев07» Приволжского района Самарской области. Цель исследований – выявить влияние магний серосодержащего препарата «Ультра Си», полученного из пропромышленного отхода и традиционного удобрения «Сульфат магния», на полевую всхожесть, густоту стояния и сохранность растений сои на черноземных почвах южной агроклиматической зоны Самарской области при фоновом внесении полного минерального удобрения. Вносились следующие расчетные весовые нормы препарата «Ультра Си»: 100, 150 и 200 кг/га. В этих же нормах применялся

и Сульфат магния. Оба вида магний серосодержащих препарата вносились на фоне принятой в хозяйстве системы удобрений сои – $N_{40}P_{100}K_{100}$. Все варианты опыта изучались при атмосферном увлажнении и дополнительном орошении. Установлено, что применение препаратов «Ультра Си» и «Сульфата магния» практически не оказывает влияние на полевую всхожесть семян, но позволяет, по сравнению с контролем (вариант без применения удобрений), увеличить сохранность растений к уборке в среднем на 9,1-14,2%. При этом наибольший эффект как на орошаемых посевах, так и в вариантах без орошения наблюдается при внесении в почву 200 кг/га Ультра Си или Сульфата магния. Внесение полного минерального удобрения $N_{40}P_{100}K_{100}$ без дополнительного применения магний серосодержащих препаратов повышает сохранность