

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ЧЕРНОЗЕМОВ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУРTHE FEATURES OF MANAGING THE WATER REGIME
OF CHERNOZEMS WHEN GROWING FLORICULTURAL CROPS

Ключевые слова: чернозем, лилия, лилейник, влажность, температура, сумма температур, общие и продуктивные запасы влаги.

Для устойчивого роста цветочных культур необходимо не только повышение плодородия почв за счет удобрительных мелиораций, но и создание оптимальных режимов тепла и влаги в почве при орошении. В связи с этим было проведено изучение водного режима почвы под лилейными культурами и приемов его регулирования. Летом 2009 г. под лилейником и лилиями сумма температур в метровом слое почвы в 13:00 ч 7 июля составила 1034 и 1082°C соответственно. Затем снижалась вплоть до конца лета. Под этими же культурами в 2010 г. она была ниже и в середине июня под лилейником оказалась равной 706°C, а под лилиями – 666°C. Максимальное влагосодержание в метровом слое почвы имело место под лилейником за весь вегетационный период 2009 г. В 2010 г. после снеготаяния увлажнение чернозема было повышенным. Но уже в конце июня наблюдалось почвенное иссушение, при котором его влажность под лилейником снизилась на 23%, а под лилиями – на 6%. Дожди, прошедшие в июле, увеличили влагосодержание в почве, но во второй половине вегетации имело место иссушение почвенного профиля. Продуктивные запасы влаги летом 2009 г. колебались в пределах от 32 до 43 мм. Принимая нижний порог влажности почвы за 0,65НВ, получим, что дефицит влаги в горизонте А составлял около 50 мм в течение вегетации. Поэтому для увлажнения 30-сантиметрового слоя почвы под лилейником до требуемого уровня 21 мая на 1 м² потребовалось 38 л воды. Для лилии из-за большего дефицита полив был равен 49 л. Аналогично определялись нормы полива и в другие сроки. В 2010 г. горизонт А под лилейником испытывал максимальный дефицит влаги, который достиг 40 мм к 23 июня. Недостаток воды имел место и под лилиями. В целом полив до глубины 30 см (А + АВ) потребовал 220 т/га воды, или 22 л/м². Таким образом, можно определить необходимое количество для орошения лилейных культур в любой момент времени в течение всего вегетационного периода.

Keywords: chernozem, lily, daylily, moisture content, temperature, accumulated temperatures, total and available moisture.

Stable growth of floricultural crops requires both the improvement of soil fertility through fertilizing reclamation and the creation of the optimal thermal and moisture conditions in the soil at irrigation. In this regard, the water regime of the soil under lilies and daylilies and the techniques of its regulation were studied. In the summer of 2009, under daylilies and lilies, the accumulated temperature in one meter soil layer at 1 p.m. on July 7 was 1034°C and 1082°C, respectively. Then it decreased until the end of summer. Under the same crops, in 2010, the accumulated temperature was lower and in mid-June under the daylilies it was 706°C, and under the lilies - 666°C. The maximum moisture content in one meter soil layer was found under daylilies for the entire growing season of 2009. In 2010, after snowmelt, the chernozem moisture content was increased. But already at the end of June, soil drying was observed when soil moisture content under daylilies decreased by 23% and under lilies by 6%. The rains in July increased the moisture content in the soil but in the second half of the growing season the soil profile became dry. The productive moisture in the summer of 2009 ranged from 32 to 43 mm. Taking the lower threshold of soil moisture as 0.65 of the field moisture capacity we find that the moisture deficit in horizon A was about 50 mm during the growing season. Therefore, to moisten a 30 cm layer of soil under daylilies to the required level of May 21, 38 liters of water were required per 1 m². For lilies, due to a greater deficit, the irrigation consumed 49 liters. Likewise, the irrigation rates were determined at other times. In 2010, the maximum moisture deficit was found in the horizon A under daylilies reaching 40 mm by June 23. Water shortage also occurred under lilies. In general, irrigation to a depth of 30 cm (A + AB) required 220 t ha of water or 22 L m². Thus, it is possible to determine the required amount of irrigation water for lilies and daylilies at any time during the entire growing season.

Бицошвили Ирина Алексеевна, к.с.-х.н., ст. преп., каф. водопользования и мелиорации, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

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

Bitsoshvili Irina Alekseyevna, Cand. Agr. Sci., Asst. Prof., Chair of Water Management and Land Improvement, Altai State Agricultural University. 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

Обширный спрос на продукцию цветоводства заставляет специалистов быть подготовленными к использованию высоких технологий при выращивании разнообразного ассортимента цветочных культур. Цветы являются не только украшением, но они также очищают воздух и способствуют психологическому равновесию, стабилизируя нервную систему человека. В бытовых условиях цветы незаменимы. Трудно представить семью, которая бы не выращивала хоть одно домашнее растение. Цветоводство расширяется с каждым годом, охватывая все новые эндемичные и интродуцированные группы цветочных культур, способствующих развитию эстетического мировосприятия.

Для устойчивого произрастания растений необходимо не только повышение плодородия почв за счет удобрительных мелиораций, но и создание оптимальных гидротермических режимов в почвенном профиле посредством дополнительного орошения при водном дефиците [10, 11]. Именно влаго- и теплосодержание, в первую очередь, обеспечивают рост и развитие цветочных растений.

Изучение закономерностей формирования и динамики водного и теплового режимов почв в садоводствах Алтайского края очень важно в связи с использованием научно обоснованных мелиоративных приемов при возделывании цветов семейства лилейных растений [1].

В то же время полноценных знаний о процессах формирования режимов тепла и влаги под такими культурами недостаточно, особенно в Сибири. Поэтому комплексные исследования распространения и аккумуляции влаги и тепла в почвенном профиле черноземов в совокупности с биологическими особенностями лилейных культур весьма актуальны.

Объекты и методы

Цель исследований – изучение динамики водного режима при выращивании лилейных культур и возможностей его регулирования в течение вегетации. Объектами исследований явились растения семейства лилейных и черноземы выщелоченные на территории сортоиспытательного участка НИИСС им. М.А. Лисавенко в 2008-2010 гг. При этом температура почвы измерялась электронными термометрами [2, 3], а влажность – весовым методом [4].

Результаты исследований

Общие особенности рода лилейных характеризуются наличием луковицы, которая состоит из чешуек, примыкающих друг к другу, цветков из 6 лепестков и удлиненных листьев с параллельным жилкованием [5]. Основные корни лилий нужны для питания и укрепления растений в почве, а надлуковичные – в большей степени для питания и поглощения воды из верхнего гумусового горизонта почвы.

Лилейные требовательны к свойствам почвы. Глинистые, плохо проводящие, и песчаные, слабо аккумулирующие воду, грунты непригодны для лилий. Вода, инфильтрующаяся через песчаную почву, уносит растворимые питательные вещества, снижая почвенное плодородие [6-8]. При этом почва не должна затопляться водой, а избавиться от негативного влияния застойной влаги можно устройством дренажа.

Культуры семейства лилейных лучше выращивать на средних суглинках с использованием органических удобрений и умеренным влагосодержанием. Возделывание лилейных требует регулярных поливов, которые проводятся в жаркую погоду без осадков. Они нуждаются в умеренном увлажнении на протяжении всей вегетации. Незаменимым в этом случае является капельное орошение, поскольку поливают лилии под само растение. Для сохранения влаги от десукции из почвы используют такой мелиоративный прием, как мульчирование, например, скошенной травой.

В связи с этим нами были организованы наблюдения за влажностью и температурой чернозема выщелоченного при выращивании цветочных культур на территории НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко [9].

Исследуемый чернозем легкосуглинистый. Он содержит значительное количество песчаных частиц, вследствие чего имеет высокую водопроницаемость [8]. В составе почвы присутствует крупная и средняя пыль, а также некоторое количество ила.

Общефизические и водные свойства чернозема выщелоченного показаны в таблице 1.

Плотность – основное свойство почвы, которое определяет водный и воздушный режим, а также коренным образом влияет на рост и развитие цветочных культур. Плот-

ность сложения чернозема с глубиной растёт с 1280 кг/м³ в гумусовом горизонте до 1650 кг/м³ в почвообразующей породе (табл. 1). Такую же тенденцию имеет изменение плотности твердой фазы вниз по профилю почвы. Важным показателем теплового режима почвы является ее температура. Она непосредственно оказывает влияние на развитие корневой системы и ее способность усваивать элементы питания.

В 2009 г. под лилейником и лилиями сумма температур в почвенном профиле в 13:00 ч дня составила, соответственно, 1034 и 1082⁰С (рис. 1). В конце июля она снизилась и уменьшалась до конца лета на всех вариантах.

Сумма температур чернозема под лилейными культурами в 2010 г. была ниже по сравнению с предыдущим годом. Невысокие температуры атмосферного воздуха и осадки не позволили прогреться почвенным горизонтам и профилю в целом. Так, в середине июня сумма температур под лилейником оказалась равной 706⁰С, а под лилиями – 666⁰С. Во второй половине лета прогревание почвы замедлилось (рис. 1).

Результаты наблюдений за формированием режима влажности под лилейными культурами представлены на рисунке 2. Анализируя данные рисунка, нужно заметить, что максимальное влагосодержание в метровом слое почвы имело место под лилейником за весь вегетационный период 2009 г.

В 2010 г. условия увлажнения поменялись (рис. 2). После снеготаяния в мае влагосодержание в метровой толще почвы оказалось довольно значительным на обоих вариантах. В конце июня наблюдалось почвенное иссушение, особенно в гумусово-аккумулятивных горизонтах. При этом влажность чернозема под лилейником снизилась

на 23%, а под лилиями – на 6%. Дожди, прошедшие в июле, увеличили влажность в почве под лилейными культурами в среднем

до 233 мм. Но во второй половине вегетации имел место дефицит увлажнения.

Таблица 1

Плотность сложения и водные свойства чернозема выщелоченного под лилейными культурами

Горизонт	h, см	ρ , кг/м ³	BЗ, мм	ВПК, %	НВ, мм
A	0-20	1280	12,0	27,5	101,4
AB	20-33	1460	8,2	22,9	54,1
B	33-62	1560	13,4	21,2	141,3
BC	62-80	1640	15,4	22,2	104,0
C	80-100	1650	12,1	16,5	77,9

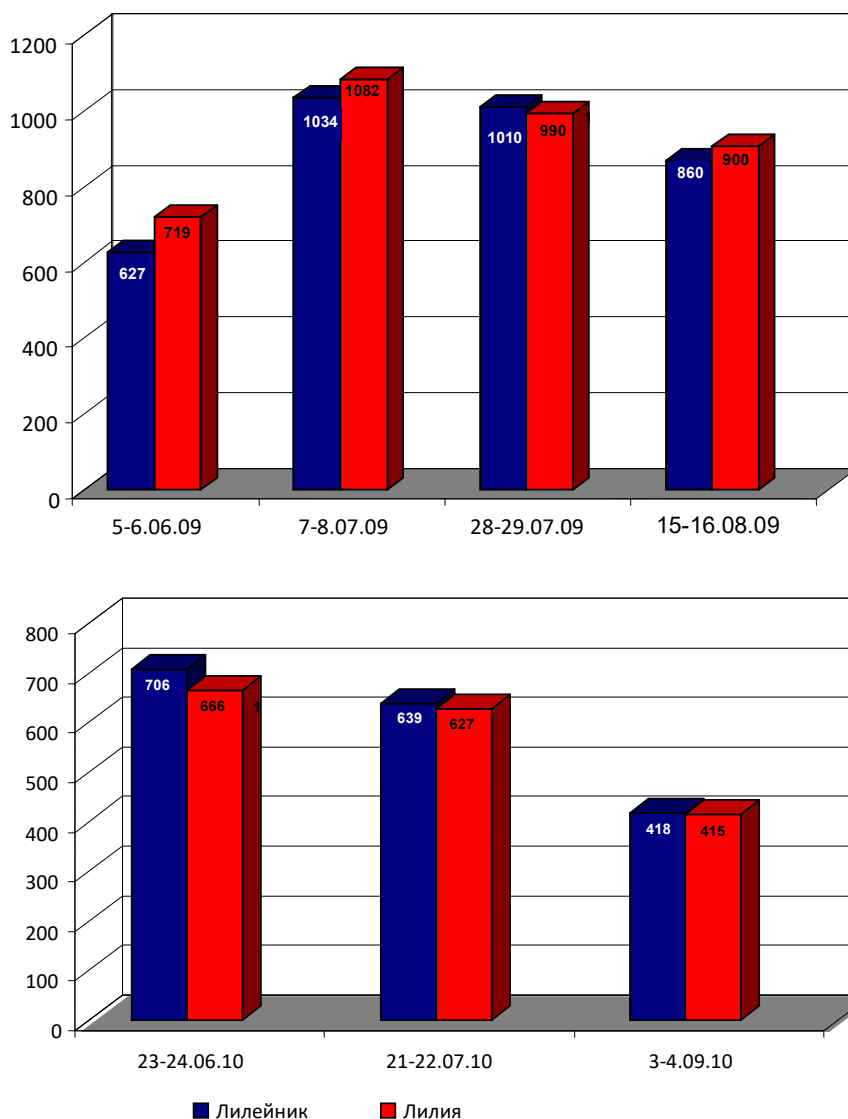


Рис. 1. Суммы суточных температур метровой толщи чернозема под лилейными культурами (вверху – 2009 г., внизу – 2010 г.)

В таблице 2 представлены общие и продуктивные запасы влаги в черноземе, а также дефицит почвенного увлажнения в 2009 г.

Корневая система лилейных располагается в основном в гумусовых горизонтах до глубины 30-35 см. Поэтому мы проанализировали состояние водного режима в корнеобитаемом слое чернозема. Из таблицы 2 следует, что продуктивные запасы влаги летом 2009 г. колебались в пределах от 32 до 43 мм. Учитывая нижний порог влагосодержания, равный 0,65НВ, для различных культур [12], можно сделать вывод о наличии

дефицита влаги в гумусовом горизонте А в течение всей вегетации. Пониженные значения дефицита имели место в переходном горизонте АВ из-за его малой толщины. Таким образом, для увлажнения слоя почвы под лилейником, равного (А+АВ), до 0,65НВ 21 мая 2009 г. на один квадратный метр потребовалось 38 л воды. Для лилии в этот же срок нужно было уже 49 л, поскольку здесь естественное увлажнение оказалось ниже. Аналогично определялось необходимое количество поливной воды и в другие сроки наблюдений.

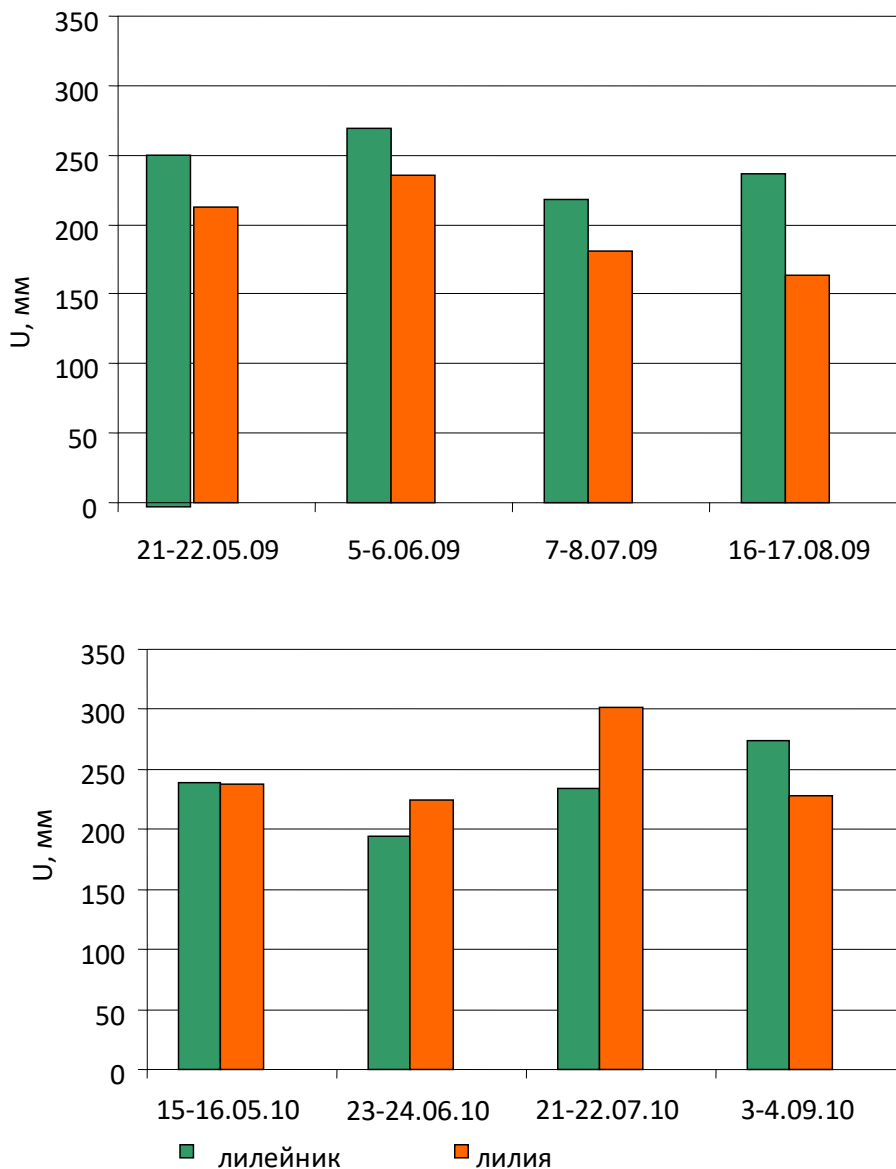


Рис. 2. Влагозапасы чернозема в вегетационный период под цветочными культурами и в пару (слой 0-100 см)

Таблица 2

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги в гумусово-аккумулятивных горизонтах А и АВ. Δ – дефицит влаги (л/м²). 2009 г.

Срок	21.05	05.06	07.07	03.09
Лилейник				
Горизонт А, h = 0-20 см, ρ = 1280 кг/м ³				
ОЗВ	50	55	45	48
ПЗВ	38	43	32	36
Δ	28	23	34	30
Горизонт АВ, h = 20-33 см, ρ = 1460 кг/м ³				
ОЗВ	33	35	29	31
ПЗВ	25	27	21	23
Δ	10	8	14	12
Лилия				
Горизонт А, h = 0-20 см, ρ = 1280 кг/м ³				
ОЗВ	44	48	35	34
ПЗВ	32	36	23	22
Δ	34	30	43	44
Горизонт АВ, h = 20-33 см, ρ = 1460 кг/м ³				
ОЗВ	28	31	23	21
ПЗВ	20	23	15	13
Δ	15	12	20	22

Таблица 3

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги в гумусово-аккумулятивных горизонтах А и АВ. Δ – дефицит влаги (л/м²). 2010 г.

Срок	15.05	23.06	21.07	03.09
Лилейник				
Горизонт А, h = 0-20 см, ρ = 1280 кг/м ³				
ОЗВ	48	38	47	55
ПЗВ	36	26	35	43
Δ	30	40	31	23
Горизонт АВ, h = 20-33 см, ρ = 1460 кг/м ³				
ОЗВ	34	21	31	36
ПЗВ	26	13	23	28
Δ	9	22	12	7
Лилия				
Горизонт А, h = 0-20 см, ρ = 1280 кг/м ³				
ОЗВ	48	45	60	48
ПЗВ	36	33	48	36
Δ	30	33	18	30
Горизонт АВ, h = 20-33 см, ρ = 1460 кг/м ³				
ОЗВ	31	29	39	29
ПЗВ	23	21	31	21
Δ	12	14	4	14

В 2010 г. пахотный горизонт А под лилейником испытывал максимальный дефицит почвенной влаги, который достигал 40 мм 23 июня. В этот же самый срок недостаток влагосодержания имел место в горизонте А под лилиями. В подпахотном горизонте АВ влагосодержание было выше как под лилейником, так и под лилиями. В итоге минимальный полив требовался во втором случае 21 июня, поскольку дефицит увлажнения в этот момент составлял в слое АВ только 4 мм. В целом суммарный полив до глубины 30 см (А + АВ) оказался равен только 22 мм, или 220 т/га воды, т.е. на 1 м² потребовалось всего 22 л, или 2 ведра воды.

Таким образом, можно определить необходимое количество воды для орошения лилейных культур в любой момент времени в течение всего вегетационного периода.

Выводы

1. В 2009 г. под лилейником и лилиями сумма температур в почвенном профиле в 13:00 ч дня 7 июля составила, соответственно, 1034 и 1082⁰С, после чего снижалась вплоть до конца лета.

Сумма температур чернозема под лилейными культурами в 2010 г. была ниже по сравнению с предыдущим годом. Так, в середине июня сумма температур под лилейником оказалась равной 706⁰С, а под лилиями – 666⁰С.

2. Максимальное влагосодержание в метровом слое почвы имело место под лилейником за весь вегетационный период 2009 г.

2. В 2010 г. после снеготаяния влагосодержание в метровой толще почвы оказалось значительным. Но уже в конце июня наблюдалось почвенное иссушение, при котором влажность чернозема под лилейником снизилась на 23%, а под лилиями – на 6%. Дожди, прошедшие в июле, увеличили вла-

госодержание в почве, но во второй половине вегетации имел место недостаток почвенной влаги в профиле чернозема.

3. Продуктивные запасы влаги летом 2009 г. колебались в пределах от 32 до 43 мм. При учете нижнего порога влажности почвы, равного 0,65НВ, дефицит влаги в горизонте А составлял до 50 мм в течение всей вегетации. Поэтому для увлажнения слоя почвы под лилейником, равного А+АВ, до требуемого уровня 21 мая 2009 г. на 1 м² потребовалось 38 л воды. Для лилии из-за большего дефицита нужно было уже 49 л. Аналогично определялось необходимое количество поливной воды и в другие сроки наблюдений.

4. В 2010 г. пахотный горизонт А под лилейником испытывал максимальный дефицит почвенной влаги, который достигал 40 мм к 23 июня. В этот же самый срок недостаток почвенной влаги имел место в горизонте А под лилиями. В результате потребовалось орошение. В целом полив до глубины 30 см (А + АВ) потребовал 220 т/га воды, или 22 л/м².

Библиографический список

1. Бицошвили, И. А. Влияние цветочных культур на теплофизические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного в условиях Алтайского Приобья / И. А. Бицошвили, А. А. Лёвин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6 (68). – С. 27-31.

2. 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.

3. Шеин, Е. В. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

4. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.

5. Миркин, Б. М., Наумова Л. Г., Мулдашев А. А. Высшие растения: краткий курс систематики с основами науки о растительности: учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. А. Мулдашев. – Москва: Логос, 2002. – 256 с. – Текст: непосредственный.

6. Трофимов, И. Т. Использование дефеката для известкования почв Западной Сибири / И. Т. Трофимов, С. В. Макарычев, А. Н. Иванов. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2006. – № 4 (31). – С. 15-16.

7. Бурлакова, Л. М. Почвы Алтайского края / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов. – Барнаул: АСХИ, 1988. – 69 с. – Текст: непосредственный.

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

9. Макарычев, С. В. Режимы тепла и влаги в черноземе выщелоченном под цветочными культурами / С. В. Макарычев, И. А. Бицошвили. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 12 (62). – С. 33-37.

10. Болотов, А. Г. Водоудерживающая способность почв Алтайского края / А. Г. Болотов, Е. В. Шеин, С. В. Макарычев. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2019. – Вып. 52, № 2. – С. 187-192.

11. Лебедева, Л. В. Влагосодержание и теплофизические свойства почв под древесными фитоценозами в условиях дендрария / Л. В. Лебедева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8(154). – С. 67-71.

12. Бондаренко, Н. Ф. Физические основы мелиорации почв / Н. Ф. Бондаренко. – Ленинград: Колос, 1975. – 258 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Bitsoshvili I.A. Vliyanie tsvetochnykh kultur na teplofizicheskie i agrokhimicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo v usloviyakh Altayskogo Priobya / I.A. Bitsoshvili, A.A. Levin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 6 (68). – S. 27-31.

2. Bolotov A.G. Elektronnyy izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Yu.V. Bekhovykh // Problemy prirodopolzovaniya na Altae. – Сб. nauch. tr. molodykh uchenykh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 55-57.

3. Shein E.V. Opredelenie profilnogo raspredeleniya temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti / E.V. Shein, A.G. Bolotov, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.

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

5. Mirkin B.M., Naumova L.G., Muldashhev A.A. Vysshie rasteniya: kratkiy kurs sistematiki s osnovami nauki o rastitelnosti: ucheb- nik. – Moskva: Logos, 2002. – 256 s.

6. 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.

7. Burlakova L.M. Pochvy Altayskogo kraya / L.M. Burlakova, L.M. Tatarintsev, V.A. Rassypnov. – Barnaul: Izd-vo ASKhl, 1988. – 69 s.

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

9. Makarychev S.V. Rezhimy tepla i vlagi v chernozeme vyshchelochennom pod tsvetochnymi kulturami / S.V. Makarychev, I.A. Bitsoshvili // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No. 12 (62). – S. 33-37.

10. Bolotov A.G. Vodouderzhivayushchaya sposobnost pochv Altayskogo kraya / A.G. Bolotov, E.V. Shein, S.V. Makarychev // Pochvovedenie. – 2019. – Vyp. 52. – No. 2. – S. 187-192.

11. Lebedeva L.V. Vlagosoderzhanie i teplofizicheskie svoystva pochv pod drevesnymi fitotsenozami v usloviyakh dendrariya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 67-71.

12. Bondarenko N.F. Fizicheskie osnovy melioratsii pochv – Leningrad: Kolos, 1975. – 258 s.



УДК 630*114:631.436:630(571.15)

С.В. Макарычев
S.V. Makarychev

ВЛАЖНОСТЬ И ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ТУИ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ

MOISTURE CONTENT AND THERMAL PROPERTIES OF ORDINARY CHERNOZEMS UNDER THUJA PLANTINGS DURING THE GROWING SEASON

Ключевые слова: туя Даника, чернозем обыкновенный, влажность, плотность, объемная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность.

Поверхность дендрария НИИСС им. М.А. Лисавенко имеет сложный мезорельеф, что дает возможность выращивать растения практически со всех частей планеты. Туя Даника в дендрарии занимает особое место среди насаждений декоративных культур, поскольку на территории города она является пока большой редкостью, а в естественных условиях на Алтае отсутствует. В 2018 г. влагосодержание в профиле чернозема в мае после схода снега было весьма велико (до 50% от массы почвы). Но уже в июне количество влаги в гумусово-аллювиальном горизонте резко снизилось за счет десукции и транспирации. С 19 июля и до середины сентября имело место равномерное иссушение всех генетических горизонтов почвы. В соответствии со степенью увлажнения чернозема варьировали его теплофизические показатели. Максимальные значения за вегетацию принимали теплоемкость и теплопроводность

в мае. Затем вплоть до конца сентября эти коэффициенты постепенно снижались на 69 и 31% соответственно. При этом в гумусовом менее плотном слое теплоемкость оставалась наименьшей с июня по сентябрь включительно. Температуропроводность имела самое низкое значение в мае, а максимальное в конце вегетации при увлажнении, близком к ВРК. В 2019 г. профиль чернозема содержал значительное количество воды, особенно в иллювиальном горизонте, но меньше, чем в предшествующем году. Температуропроводность оказалась наибольшей в гумусовом слое. Равномерное распределение влаги в нижних горизонтах привело к ее выравниванию. При сравнении 2018 и 2019 гг., можно отметить, что режим почвенного увлажнения в эти годы был различен, поскольку в первом выпало меньшее количество осадков, за исключением весны, когда почва была насыщена влагой за счет снеготаяния, а во втором влажность в течение всей вегетации была выше в результате проходивших дождей. Естественно, что теплофизическое состояние формировалось в соответствии с режимом специфического увлажнения.