

6. Dzhikaeva, L.G. Biologicheskaya aktivnost pochvy v zvene pochvozashchitnogo sevooborota gornoy zony RSO-A / L.G. Dzhikaeva, L.Zh. Basieva // Izvestiya Gorskogo GAU. 2012. T. 49, No. 1-2. S. 23-25.

7. Astakhov E.Yu., Sokol N.V., Kaun V.I. Vliyanie EMP SVCh na ekologicheskuyu chistotu muki // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva. 2005. No. 4. S. 7-8.

8. Erokhin A.I. Primenenie nizkochastotnogo elektromagnitnogo polya dlya predposevnoy

obrabotki semyan gorokha // Zernobobovye i krupyanye kultury. 2022. No. 2 (42). S. 66-73. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-66-73.

9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. – Moskva: VNII kormov im. V.R. Vilyamsa, 1987. 198 s.

10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – Moskva: Alyans, 2014. 351 s.



УДК 631.436.3(571.15)

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-258-4-38-45

С.В. Макарычев, Т.В. Тихонова
S.V. Makarychev, T.V. Tikhonova

ДИНАМИКА ВЛАГОЗАПАСОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОФИЛЕ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ФЛОКСОВ МЕТЕЛЬЧАТЫХ

DYNAMICS OF MOISTURE STORAGE AND TEMPERATURE IN THE OF DARK GRAY FOREST SOIL PROFILES UNDER PHLOX PANICULATA PLANTATIONS

Ключевые слова: темно-серая лесная почва, температура, влажность, сумма температур, продуктивные запасы влаги (ПЗВ).

Целью работы явилось исследование сезонных особенностей теплового и водного режима почвы в агроценозе флоксов в условиях высокого Алтайского Приобья. Почвенный покров представлен темно-серой лесной почвой. Для него характерен легкосуглинистый гранулометрический состав. Температурные измерения показали, что конец мая и первые числа июня 2024 г. были отмечены высокими температурами почвы. С 1 августа имело место снижение температуры. Промерзания почвы зимой зафиксировано не было, поскольку снежный покров установился до сильных морозов. Температура почвы на глубине 5 см 1 декабря составила 1°C, а на 60 см – 2,0°C. К 21 декабря она понизилась на 1°C, а затем оставалась неизменной вплоть до конца февраля. Весной 2025 г. стационарное состояние температурного поля сохранялось до 1 апреля. Сумма температур в течение июля и начала августа 2024 г. оставалась постоянной (66-68°C). Осень была очень теплой. В 1-й декаде декабря сумма температур постепенно снижалась и к концу месяца оказалась равной 2°C, после чего стабилизировалась вплоть до весны. Количество влаги в корнеобитаемом слое почвы в 1-й декаде июня 2024 г. соответствовало НВ. Осадки 2-й декады месяца увеличили влагосодержание до 15% от массы почвы. В 3-й декаде июля влажность почвы катастрофически уменьшилась. Так, в гумусо-

вых горизонтах она стала ниже ВЗ. В целом недостаток влаги имел место с конца июля до середины августа, поэтому цветы требовали полива в объеме от 200 до 250 м³/га. В 2025 г. в 1-ю половину вегетации цветочные культуры находились в условиях, благоприятных для их роста и цветения, но во 2-ю требовали орошения.

Keywords: dark gray forest soil, temperature, moisture content, accumulated temperature, available moisture.

The research goal was to study the seasonal features of the thermal and water regimes of the soil in the phlox agrocenosis under the conditions of the high Altai Region's Ob River area. The soil cover was represented by dark gray forest soil. It was characterized by a light loamy particle-size composition. The temperature measurements showed that the end of May and the first days of June 2024 were characterized by high soil temperatures. From August 01, there was temperature decrease. There was no freezing of the soil in winter, as the snow cover was set before severe frosts. On December 01, the soil temperature at a depth of 5 cm was 1.0°C, and at a depth of 60 cm it was 2.0°C. By December 21, it decreased by one degree, and then remained unchanged until the end of February. In the spring of 2025, the stationary state of the temperature field persisted until April 01. The accumulated temperature during July and early August 2024 remained constant (66-68°C). The autumn was very warm. In the first ten-days of De-

ember, the temperature gradually decreased and reached two degrees by the end of the month, after which it stabilized until spring. In the first ten-days of June 2024, the moisture content in the root zone was at the field capacity level. However, in the second ten-days of the month, rainfall increased the moisture content to 15% of the soil weight. In the third ten-days of July, the soil moisture content decreased dramatically. In the hu-

mus horizons, it dropped below the withering moisture content. In general, there was a lack of moisture from the end of July to the middle of August, so the flowers required watering in the amount of 200 to 250 m³ ha. In 2025, during the first half of the growing season, the flower crops were in the conditions favorable for their growth and flowering but during the second half, they required irrigation.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: makarychev1949@mail.ru.

Тихонова Татьяна Владимировна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tanya.tixonova.97@mail.ru.

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

Tikhonova Tatyana Vladimirovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tanya.tixonova.97@mail.ru.

Введение

Флокс метельчатые (*Phlox paniculata* L.) представляют собой важную часть цветочных культур, широко распространенных в цветоводстве. Это травянистые растения, высота которых составляет от 30 до 100 см в зависимости от сорта. Они характеризуются долговременным, пышным и красивым цветением. Культивируются в НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко ведущей научной сотрудницей Л.А. Климентьевой [1]. Отличительной особенностью флоксов является наличие «метелки» из цветочков, собранных в плотные соцветия с прекрасным запахом и цветовой окраской. Как считает известный цветовод [2], ее главной задачей является создание таких сортов флоксов, которые были бы идеально приспособлены к разнообразным условиям внешней среды, особенно сложным в Западной Сибири. Наряду с особенностями плодородия почвенного покрова такая деятельность требует изучения микроклимата, формирующегося на сортоиспытательных участках. Он складывается из ряда составляющих, а именно теплофизических свойств почвы (температуры, теплового потока, объемной теплоемкости, тепло- и температуропроводности), а также ее влажности [3, 4]. В связи с этим была определена **цель** работы: исследовать сезонные особенности теплового и водного режима почвы в агроценозе флоксов сорта «Румянец девушки» в условиях высокого Алтайского Приобья.

Участки сортоиспытания расположены на территории ФАНЦ агробиотехнологий в дендрарии НИИСС. Почвенный покров представлен темно-серой лесной почвой. Можно отметить его пестроту, поскольку здесь в непосредственной близости соседствуют как серые лесные, так и

дерново-подзолистые почвы, а также черноземы выщелоченные и обыкновенные, поэтому бывает иногда сложно определить генетические особенности почвы и точно ее квалифицировать. В данном случае почва характеризуется легкосуглинистым гранулометрическим составом, содержащим около 26% глинистой фракции. Почвообразующая порода представлена связным песком.

Объекты и методы

Объектом исследований выбрана темно-серая лесная почва под покровом флоксов метельчатых. **Цель** – изучение аккумуляции и распространения тепла и влаги в почвенном профиле в годовом цикле. **Задача** – экспериментальное измерение температуры и влагосодержания в корнеобитаемом почвенном слое. В процессе работы для изучения температурного режима были использованы электротермометры [5-8], а для определения запасов влаги применялся буровой метод с последующей сушкой почвенных образцов [9].

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что корнеобитаемый слой темно-серой лесной почвы имеет плотность сложения в пахотном горизонте 1,22 г/см³, в иллювиальном – 1,44, а в почвообразующей породе – 1,56 г/см³. Запасы гумуса с глубиной падают с 5,0 до 0,3%. Гранулометрический состав в гумусовом слое легкосуглинистый, а иллювий и подстилающий горизонт представляют собой супесь и связный песок соответственно. Вниз по профилю объемная теплоемкость и теплопроводность растут, а коэффициент температуропроводности уменьшается.

Поскольку работа посвящена изучению гидротермического режима, то нами исследована круглогодичная динамика температурного режима в горизонте корнеобитания флоксов и формирование влагозапасов в теплое время года [10]. На рисунках 1-4 показаны сезонные изменения температуры почвы на глубине 5, 10 и 60 см.

Конец мая и первые числа июня 2024 г. были отмечены высокими температурами в гумусовом горизонте темно-серой лесной почвы. Они оказались выше 20°C во всем корнеобитаемом

слое. Но резкое похолодание июня привело к охлаждению почвенного профиля до 15-17°C, которое продолжалось до 1 июля, когда температура увеличилась в пахотном слое до 24°C, а на глубине 60 см – до 19°C. В дальнейшем разница в температуре почвы на указанных глубинах сохранялась в течение месяца и равнялась 3-4°C. С 1 августа имело место снижение температуры до 20°C.

Рассмотрим динамику термического режима в осеннее время, которая представлена на рисунке 2.

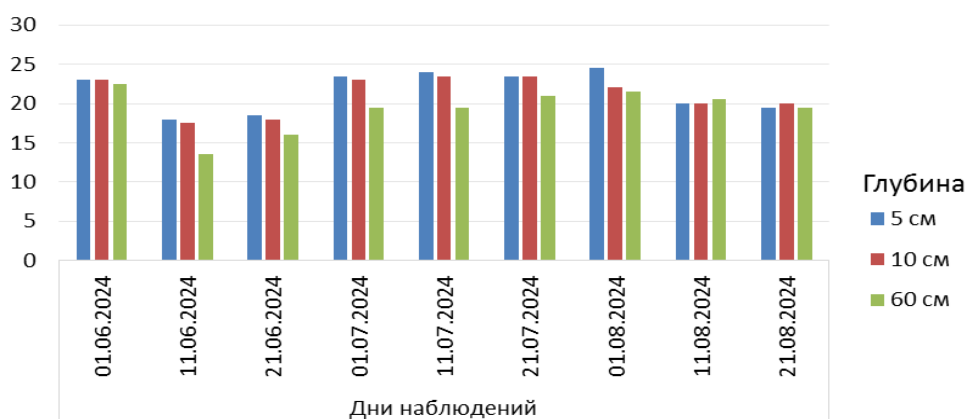


Рис. 1. Формирование температурного режима почвы летом 2024 г.

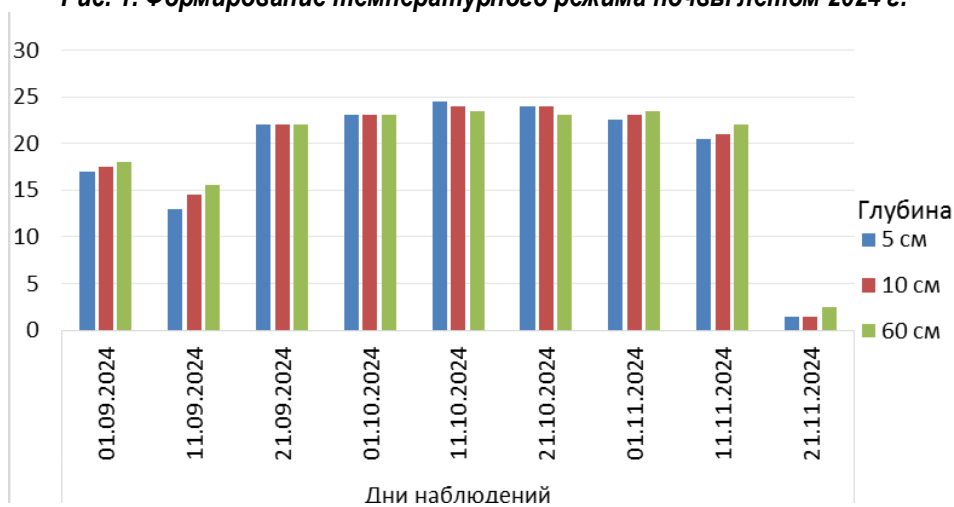


Рис. 2. Формирование температурного режима почвы осенью 2024 г.

Осенью 2024 г. температура корнеобитаемого слоя почвы практически сравнялась, что наблюдалось с 1 сентября по 21 ноября. Осенние месяцы были теплыми, в октябре температура воздуха превышала 25°C, поэтому профиль прогрелся равномерно до глубины 60 см. Можно отметить наличие похолодания с 1.09 по 21.09. С 11 по 21 ноября температура почвы снизилась окончательно по всем исследованным глубинам до 2°C и более не повышалась.

Довольно необычный вид температурного поля наблюдался зимой. Прежде всего следует отметить, что промерзания почвы в холодное время года зафиксировано не было, поскольку снежный покров установился до сильных морозов и к февралю, за счет сазозащитных полос имел мощность 50-60 см, а к апрелю его слой достиг метровой толщины (рис. 3).

Первого декабря температура почвы на глубине 5 см составила 1°C, на 10 см – 1,5, а на 60 см – 2,0°C. К 21 декабря она понизилась на

1°C, а затем оставалась неизменной вплоть до конца февраля. Все это время она была равна 0,5°C в слое 0-10 см. На 60 см ее значения также были стабильны и составляли 1,0°C.

Окончание наблюдений пришлось на конец весны 2025 г., что показано на рисунке 4.

Весной постоянство температурного поля сохранялось вплоть до 1 апреля, после чего прогревание корнеобитаемого слоя почвы стало резко увеличиваться. Похолодание атмосферного воздуха наблюдалось 21 апреля, при котором температура почвы снизилась на несколько градусов, особенно на глубине 5 см. После этого

аккумуляция тепла в профиле почвы продолжилась, и температура возрастала вплоть до окончания эксперимента. Так, 21 мая ее разность на 5 и 60 см оказалась равной 6°C, достигнув 18 и 12°C соответственно.

В таблице 1 представлены суммы температур в корнеобитаемом слое почвы, полученные в результате измерения их послойно на глубине 5, 10 и 60 см. Температура измерялась через каждые 3 ч, затем была сделана выборка данных в конце каждой декады месяца в круглогодичном цикле.

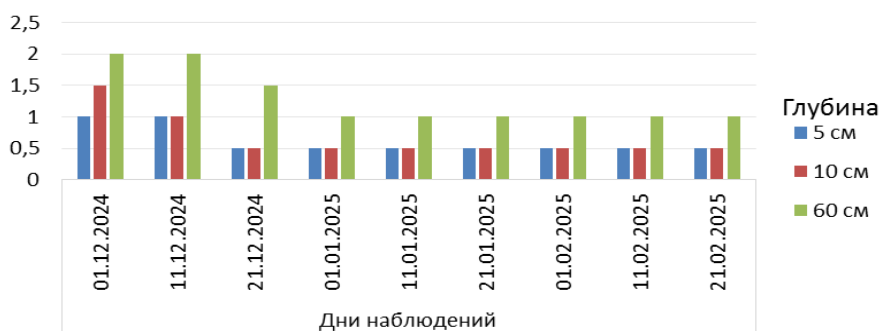


Рис. 3. Формирование температурного режима почвы зимой 2024-2025 гг.

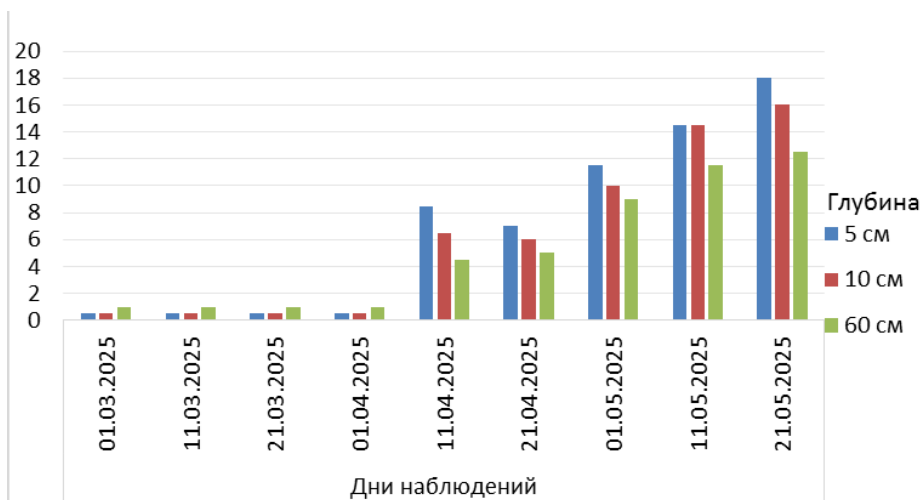


Рис. 4. Формирование температурного режима почвы весной 2025 г.

Таблица 1

Сумма температур в 60-сантиметровом слое темно-серой лесной почвы по сезонам 2024-2025 гг. под насаждениями флоксов в 13:00 ч

Лето 2024 г.	01.06	11.06	21.06	01.07	11.07	21.07	01.08	11.08	21.08
	68,5	49,0	52,5	66,0	67,0	68,0	68,0	60,5	59,0
Осень 2024 г.	01.09	11.09	21.09	01.10	11.10	21.10	01.11	11.11	21.11
	52,5	43,0	58,0	69,0	68,0	69,0	66,0	63,5	5,5
Зима 2024-2025 г.	01.12	11.12	21.12	01.01	11.01	21.01	01.02	11.02	21.02
	4,5	4,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Весна 2025 г.	01.03	11.03	21.03	01.04	11.04	21.04	01.05	11.05	21.05
	2,0	2,0	2,0	2,0	19,5	18,0	30,5	40,5	46,5

Начало июня 2024 г. было жарким, затем имело место похолодание, и сумма температур с 11.06 по 21.06 снизилась на 15-20°C. Затем температурное поле стало стабильным, поэтому сумма в течение июля и начала августа оставалась постоянной (66-68°C). В августе она стала падать. Осень 2024 г. была очень теплой. Так, в корнеобитаемом слое почвы с 21 сентября по 11 ноября отмечались температуры, превышающие 20°C, а на 5-сантиметровой глубине – достигающие 25°C. В результате прогревание указанного слоя не отличалось от летнего периода. Но 21 ноября температура воздуха резко уменьшилась, и сумма температур в 60-сантиметровом слое составила только 5,5°C. Начался период охлаждения. В первой декаде декабря эта сумма постепенно достигла 4°C, а в конце месяца оказалась равной 2°C, после чего температурное поле в почве стабилизировалось вплоть до весны, точнее, до 1 апреля. В течение такого длительного периода интегральная температура составляла 2°C. 11 апреля она достигла 19,5°C, 1 мая – 30,5°C, а 21 мая – уже 46,5°C. Затем эксперимент был окончен.

В летний период 2024 и 2025 гг. нами изучались также режим влажности и состояние влагозапасов в корнеобитаемом горизонте в ценозе флоксов (рис. 5, табл. 2).

Относительное количество влаги в корнеобитаемом слое темно-серой лесной почвы в первой декаде июня 2024 г. соответствовало наименьшей влагоемкости (НВ). Оно было достаточно для роста и развития растений. Осадки второй декады месяца увеличили влагосодержание до 15% от массы почвы. Последующие десукция и транспирация снизили увлажнение почвы в начале июля до 12%. В третьей декаде июля влажность почвы без полива катастрофически уменьшилась (рис. 5). Так, в гумусовых горизонтах она опустилась до 4%, т. е. стала ниже влажности завядания (ВЗ), но в иллювиальном горизонте оставалась на уровне НВ. В середине августа уровень влагосодержания вырос до 7-8%, а в последующий промежуток времени превысил НВ.

Проведенные измерения позволили рассчитать общие и продуктивные запасы влаги как в пахотном, так и в иллювиальном горизонтах (табл. 2).

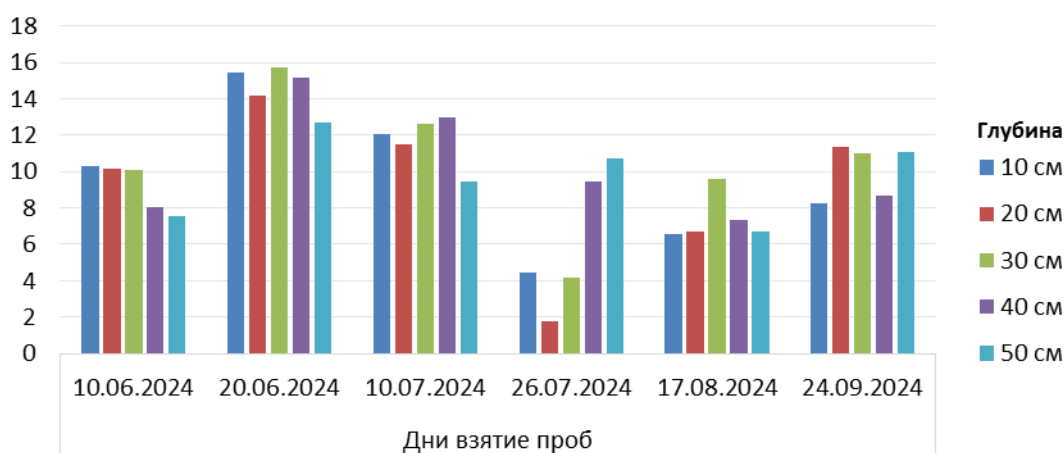


Рис. 5. Гистограмма относительной влажности темно-серой лесной почвы по глубине под насаждениями флоксов в 2024 г.

Таблица 2

Общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги в горизонтах темно-серой лесной почвы под покровом флоксов (2024 г.)

Горизонт	Дни взятия проб						
	влага	10.06	20.06	10.07	26.07	17.08	24.09
A ₁ +A ₁ A ₂ 0-30 см	ОЗВ	35,75	54,76	46,02	12,32	26,90	36,11
	ПЗВ	15,57	34,58	25,84	-7,86	6,72	15,93
B 30-50 см	ОЗВ	18,06	40,37	32,45	29,32	16,10	28,62
	ПЗВ	4,55	26,86	18,94	15,81	2,59	15,11
0-50 см	ПЗВ ₀	20,12	61,44	44,78	7,95	9,31	31,04

Из анализа данных таблицы 2 следует, что в слое 0-30 см только 20 июня и 10 июля 2024 г. ПЗВ оказались удовлетворительными (по шкале А.Ф. Вадюниной, 1986), 17.08 – неудовлетворительными, а в разгар лета цветочные культуры испытывали водное голодание. В целом по исследованному профилю почвы недостаток влаги имел место с конца июля до середины августа, и, естественно, цветы требовали полива в объеме на 50-сантиметровую толщ в размере от 200 до 250 м³/га.

Аналогичные данные, с поправкой на погодные условия, получены в 2025 г. (рис. 6, табл. 3).

Как показывает гистограмма, в 2025 г. режим относительной влажности темно-серой лесной почвы имел иной, по сравнению с 2024 г., стабильный характер и довольно высокие значения. Так, степень почвенного увлажнения в гумусовых горизонтах (0-30 см) соответствовала НВ, т. е. была вполне благоприятной для цве-

точных культур. В то же время запасы продуктивной влаги, как демонстрируют данные таблицы 3, в некоторые промежутки времени в течение теплого периода были весьма невысоки.

Это относится ко второй половине лета 2025 г., когда ПЗВ снижались до 5,90 мм в пахотном горизонте 15 июля и составляли не более 8,88 мм в течение августа, что создавало напряженное водное состояние. В иллювиальном почвенном слое (30-50 см) этот показатель упал до 2,12 мм, а во второй половине августа не поднимался выше 7,92 мм. Соответственно, во всем корнеобитаемом слое (0-50 мм) в эти дни его величина составляла 7,99 мм. Таким образом, в первую половину вегетации цветочные культуры находились в условиях, благоприятных для их роста и цветения, но во вторую половину в отдельные дни требовали орошения, которое зачастую отсутствовало.

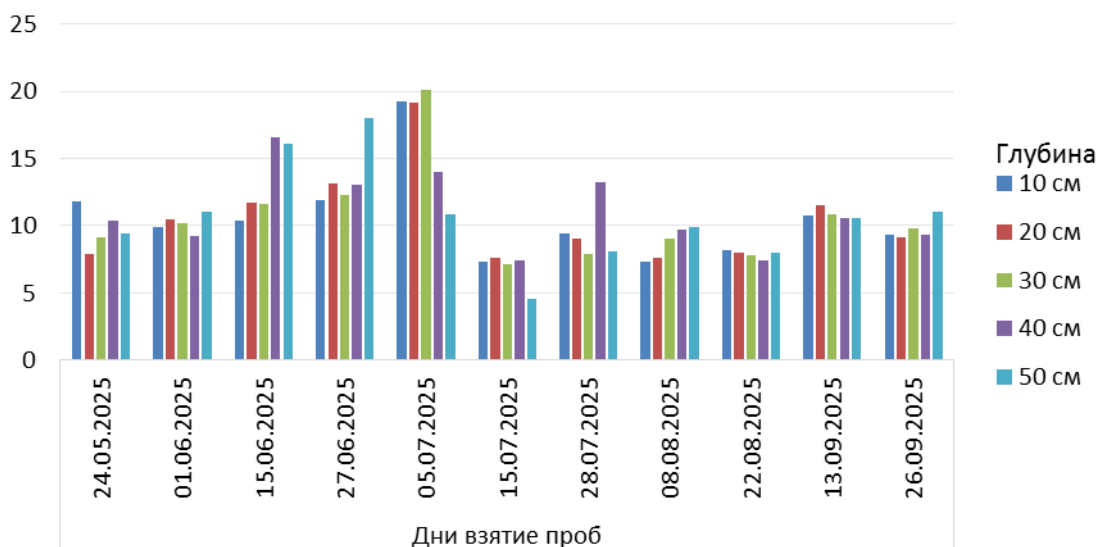


Рис. 6. Гистограмма относительной влажности темно-серой лесной почвы по глубине под насаждениями флоксов в 2025 г.

Таблица 3

Общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги в горизонтах темно-серой лесной почвы под покровом флоксов (2025 г.)

Горизонт	Дни взятия проб								
	влага	01.06	15.06	27.06	05.07	15.07	28.07	08.08	22.08
А ₁ +А ₁ А ₂ 0-30 см	ОЗВ	36,11	39,90	44,14	69,14	26,05	31,86	27,93	29,06
	ПЗВ	15,93	19,72	23,96	48,96	5,87	11,68	7,75	8,88
В 30-50 см	ОЗВ	23,00	48,20	43,73	35,15	15,63	32,60	28,30	21,43
	ПЗВ	9,49	34,69	30,22	21,64	2,12	19,09	14,99	7,92
0-50 см	ПЗВ ₀	25,42	54,41	54,18	70,6	7,99	30,77	22,74	16,80

Выводы

1. Конец мая и первые числа июня 2024 г. были отмечены высокими температурами в гу-

мусовом горизонте почвы. Они оказались выше 20°С градусов. С 1 августа имело место снижение температуры. Промерзания почвы зимой

зафиксировано не было, поскольку снежный покров установился до сильных морозов. Температура почвы 1 декабря на глубине 5 см составила 1°C, а на 60 см – 2,0°C. К 21 декабря она понизилась на 1°C градус, а затем оставалась неизменной вплоть до конца февраля. Весной 2025 г. стационарное состояние температурного поля сохранялось до 1 апреля, после чего прогревание корнеобитаемого слоя почвы резко увеличилось.

2. Сумма температур в течение июля и начале августа 2024 г. оставалась постоянной (66-68°C). В августе она стала падать. Осень 2024 г. была очень теплой. Так, в корнеобитаемом слое почвы с 21 сентября по 11 ноября отмечались температуры, превышающие 20°C, а на 5-сантиметровой глубине – достигающие 25°. В результате прогревание указанного слоя не отличалось от летнего периода. В первой декаде декабря сумма температур постепенно снизилась до 4°C, а в конце месяца оказалась равной двум, после чего температурное поле в почве стабилизировалось вплоть до весны.

3. Количество влаги в корнеобитаемом слое почвы в первой декаде июня 2024 г. соответствовало НВ. Осадки второй декады месяца увеличили влагосодержание до 15% от массы почвы. В третьей декаде июля влажность почвы катастрофически уменьшилась. Так, в гумусовых горизонтах она стала ниже ВЗ, но в иллювиальном горизонте оставалась на уровне НВ. В середине августа уровень влагосодержания вырос до 7-8%. В целом недостаток влаги имел место с конца июля до середины августа, поэтому цветы требовали полива в объеме на 50-сантиметровую толщину в размере от 200 до 250 м³/га.

4. Запасы продуктивной влаги во второй половине лета 2025 г. были весьма малы в пахотном слое почвы, когда ПЗВ снижались до 5,9 мм. В иллювиальном горизонте этот показатель падал до 2,1 мм, что было крайне неудовлетворительно. Таким образом, в первую половину вегетации цветочные культуры находились в условиях, благоприятных для их роста и цветения, но во вторую половину требовали орошения.

Библиографический список

1. Долганова, З. В. Изменчивость ритмов роста и развития видов и сортов рода Phlox L. в условиях лесостепи Алтайского Приобья /
3. В. Долганова, Л. А. Климентьева. – Текст: непосредственный // *Материалы Всероссийского научно-практического совещания по флоксам «Phlox-2014»*, Москва, 21-24 июля 2014 года. – Москва: Изд-во БС МГУ им. М. В. Ломоносова, 2014. – С. 54-59.
2. Климентьева, Л. А. Первый сорт флокса метельчатого на Алтае / Л. А. Климентьева. – Текст: непосредственный // *Индустриальное садоводство Сибири. Сорта, технологии, практика: сборник статей / ФГБНУ ФАНЦА*. – Барнаул, 2019. – С. 81-89.
3. Тихонова, Т. В. Формирование температурного режима в профиле дерново-подзолистой почвы под насаждениями Флоксов в условиях Алтайского Приобья / Т. В. Тихонова. – Текст: непосредственный // *Агрохимический вестник*. – 2024. – № 3. – С. 96-99.
4. Макарычев, С. В. Формирование теплофизических свойств темно-серой лесной почвы под насаждениями флоксов метельчатых в условиях Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, Т. В. Тихонова. – DOI 10.53083/1996-4277-2025-247-5-16-21. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2025. – № 5 (247). – С. 16-21.
5. Болотов, А. Г. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, А. А. Левин. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2002. – № 3 (7). – С. 20-22.
6. Болотов, А. Г. Измерение температуры почвы с помощью технологии 1-Wire / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 11 (97). – С. 29-30.
7. Болотов А. Г. Измерение влажности почв методом частотной диэлькометрии / А. Г. Болотов, Т. А. Карась, А. А. Левин. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2013. – № 12 (110). – С. 36-39.
8. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / А. Г. Болотов, Е. В. Шеин, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // *Земледелие*. – 2018. – № 7. – С. 26-29.
9. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина,

3. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.

10. Особенности термического режима дерново-подзолистой почвы в агроценозе цветочных культур на территории дендрария города Барнаула / С. В. Макарычев, А. А. Томаровский, Л. А. Клементьева, Т. В. Тихонова. – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2024. – № 3 (108). – С. 14-19.

References

1. Dolganova Z. V. Izmenchivost ritmov rosta i razvitiya vidov i sortov roda Phlox L. v usloviyakh lesostepi Altayskogo Priobya / Z. V. Dolganova, L. A. Klimenteva. // Materialy Vserossiyskogo nauchno-prakticheskogo soveshchaniya po floksam "Phlox-2014". – Moskva: Izd-vo BS MGU im. Lomonosova, 2014. – S. 54-59.

2. Klimenteva, L. A. Pervyy sort floksa metelchatogo na Altae // Industrialnoe sadovodstvo Sibiri. Sorta, tekhnologii, praktika: sbornik statey / L. A. Klimenteva. – FGBNU FANTSA. – Barnaul, 2019. – S. 81-89.

3. Tikhonova T.V. Formirovanie temperaturnogo rezhima v profile dernovo-podzolistoy pochvy pod nasazhdeniyami floksov v usloviyakh Altayskogo Priobya / Agrokhimicheskii vestnik. – 2024. – No. 3. – S. 96-99.

4. Makarychev S.V., Tikhonova T.V. Formirovanie teplofizicheskikh svoystv temno-seroy lesnoy pochvy pod nasazhdeniyami floksov metelchatykh v usloviyakh Altayskogo Priobya // Vestnik

Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – No. 5 (247). – S. 16-21.

5. Bolotov, A. G. Avtomatizirovannaya sistema dlya issledovaniya teplofizicheskikh kharakteristik pochv / A. G. Bolotov, S. V. Makarychev, A. A. Levin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 3 (7). – S. 20-22.

6. Bolotov, A. G. Izmerenie temperatury pochvy s pomoshchyu tekhnologii 1-Wire / A. G. Bolotov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 11 (97). – S. 29-30.

7. Bolotov A. G. Izmerenie vlazhnosti pochv metodom chastotnoy dielkometrii / A. G. Bolotov, T. A. Karas, A. A. Levin [i dr.] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 12 (110). – S. 36-39.

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

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

10. Osobennosti termicheskogo rezhima dernovo-podzolistoy pochvy v agrotsenoze tsvetochnykh kultur na territorii dendrariya goroda Barnaula / S. V. Makarychev, A. A. Tomarovskiy, L. A. Klimenteva, T. V. Tikhonova // Vladimirskiy zemledelets. – 2024. – No. 3 (108). – S. 14-19.

