

7. Zhu, J.K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell* 167(2): 313-324. DOI: 10.1016/j.cell.2016.08.029

8. Дорошенко, Н. П. Влияние сахарозы на замедление роста и сохранение растений винограда в коллекции *in vitro* / Н. П. Дорошенко, А. С. Куприкова, В. Г. Пузырнова. – Текст: непосредственный // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 46 (04). – С. 1-16.

9. Особенности депонирования хризантемы садовой в условиях *in vitro* / И. В. Митрофанова, Н. Н. Иванова, О. В. Митрофанова [и др.]. – DOI 10.25684/NBG.boolt.131.2019.15. – Текст: непосредственный // Бюллетень ГНБС. – 2019. – № 131. – С. 110-117.

References

1. Andreev, L. N. Sokhranenie redkikh i ischezaiushchikh rastenii ex situ: dostizheniia i problemy / L. N. Andreev, Iu. N. Gorbunov // Izucheniye i okhrana raznoobraziya fauny, flory i osnovnykh ekosistem Evrazii: materialy Mezhdunar. konf., Moskva, 21-23 aprelya 1999 g. – Moskva, 2000. – S. 19-23.

2. International Plant Genetic Resources Institute; Reed, B.M.; Engelmann, F.; Dulloo, M.E.; Engels, J.M.M. (2004) Technical guidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections. *Handbooks for Genebanks*. No. 7. 106 p.

3. Shabanova, E. A. Vliianie modifikatsii sostava pitatelnykh sred na effektivnost dlitel'nogo khraneniya *in vitro* klonov topolia i osiny / E. A. Shabanova, N. I. Vnukova, O. S. Mashkina // Vestnik VGU. – 2020. – No. 1. – S. 42-49.

4. Metodicheskie rekomendatsii po tirazhirovaniyu *in vitro* materiala na osnove BZSK dlia original'nogo semenovodstva kartofelia / E. V. Oves,

B. V. Ansimov, A. I. Uskov [i dr.]. – Moskva: FGBNU VNIKKh, 2017. – 26 s.

5. Razrabotka effektivnykh sposobov deponirovaniya kallusnykh kultur tsennykh lekarstvennykh rastenii / S. N. Filippova, T. I. Ditchenko, A. O. Logvina [i dr.] // Trudy BGU. – 2015. – T. 10. – Ch. 1. – S. 205-220.

6. Chappell, A.L., Koym, J.W., Scheuring, D.C., et al. (2020). Incorporation of mannitol in tissue culture media for long-term storage of potatoes at moderately low temperature and effect on subsequent micropropagation. *Am. J. Potato Res.* 97: 439-446. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-020-09780-6>.

7. Zhu, J.K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell*. 167 (2): 313-324. DOI: 10.1016/j.cell.2016.08.029.

8. Doroshenko, N. P. Vliianie sakharozy na zamedenie rosta i sokhraneniye rastenii vinograda v kolleksii *in vitro* / N. P. Doroshenko, A. S. Kuprikova, V. G. Puzyrnova // Plodovodstvo i vinogradarstvo luga Rossii. – 2017. – No. 46 (04). – S. 1-16.

9. Osobennosti deponirovaniya khrizantemy sadovoi v usloviakh *in vitro* / I. V. Mitrofanova, N. N. Ivanova, O. V. Mitrofanova [i dr.] // Biulleten GNBS. – 2019. – No. 131. – S. 110-117. DOI: 10.25684/NBG.boolt.131.2019.15.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы поддержки научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», проект «Использование биотехнологических методов в оздоровлении растений и размножении безвирусного посадочного материала сельскохозяйственных культур».



УДК 630*114:631.436:630(571.15)
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-216-10-17-23

И.В. Гецке, С.В. Макарычев
I.V. Gefke, S.V. Makarychev

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ГРУШИ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

WATER REGIME OF LEACHED CHERNOZEM UNDER PEAR PLANTATIONS AND ITS REGULATION

Ключевые слова: чернозем, груша, теплоемкость, теплопроводность, водный режим, запасы влаги, дефицит влаги, поливная норма.

Keywords: chernozem, pear, thermal capacity, thermal conductivity, water regime, soil moisture storage, moisture deficit, irrigation rate.

Груша наиболее распространенная после яблони плодовая культура. Деревья груши отличаются вертикальными корнями, уходящими в почву на глубину более 1,5 м, которые ветвятся слабо. Имеет место также наличие горизонтальной корневой системы, расположенной практически в плоскости поверхности почвы. Большая часть корней концентрируется на глубине от 20 до 100 см, но скелетные могут достигать пятиметровой глубины. Груша весьма требовательна к почвенному увлажнению, особенно в начале вегетации. С возрастом деревья приобретают способность получать воду из нижних слоев почвы. Зависимость теплофизических коэффициентов от влажности свидетельствует о том, что максимальная величина теплопередачи приурочена к диапазону ВРК-НВ. Это позволяет регулировать тепловые потоки в почвенном профиле при помощи орошения. В 2004 г. минимальное количество почвенной влаги было отмечено в середине июня и в августе, когда ПЗВ опустились ниже 20 мм. В результате водный дефицит в эти сроки достигал, соответственно, 29,5 и 33,7 мм. В нижележащих горизонтах чернозема имела место аналогичная ситуация. В июле накануне измерений влажности прошли дожди, поэтому водная обстановка улучшилась, дефицит влаги в пахотном горизонте составил только 9,7 мм, что позволяло исключить полив. Нижележащая почвенная толща продолжала испытывать иссушение. В целом в метровом слое чернозема в течение всего летнего периода существовал значительный дефицит увлажнения в объеме от 876 в июне до 1335 м³/га, что требовало большого количества поливной воды. Продуктивные запасы влаги в верхнем 20-сантиметровом слое чернозема на середину мая 2005 г. оказались удовлетворительными, но уже в июне за отсутствием дождей снизились до 9,9 мм. В результате в течение всей вегетации имел место дефицит влаги, максимум которого был отмечен в июне, августе и сентябре, когда норма орошения колебалась в пределах 300-400 т/га.

The pear tree is the most common fruit crop after the apple tree. Pear trees are distinguished by vertical roots that go into the soil to a depth of more than 1.5 m and branch weakly. There is also a horizontal root system located almost in the plane of the soil surface. Most of the roots are concentrated at a depth of 20 to 100 cm but skeleton roots may reach a depth of five meters. The pear tree is very demanding of soil moisture, especially at the beginning of the growing season. With age, trees acquire the ability to receive water from the lower layers of the soil. The dependence of thermophysical coefficients on moisture content indicates that the maximum value of heat transfer is confined to the range of discontinuous capillary moisture to the lowest moisture capacity. This makes it possible to control heat fluxes in the soil profile by means of irrigation. In 2004, the minimum amount of soil moisture was recorded in mid-June and in August, when the available moisture storage fell below 20 mm. As a result, the water deficit in these periods reached 29.5 and 33.7 mm, respectively. A similar situation was observed in the underlying horizons of the chernozem. In July, it rained just before moisture measurements, so the water situation improved and the moisture deficit in the arable horizon was only 9.7 mm which made it possible to exclude irrigation. The underlying soil layer continued to experience drying out. In general, in one meter layer of chernozem, during the entire summer period, there was a significant moisture deficit in the volume from 876 in June to 1335 m³ per ha which required a large amount of irrigation water. The available moisture storage in the upper 20 cm layer of chernozem by mid-May 2005 proved to be satisfactory, but already in June, due to the lack of rain, it dropped to 9.9 mm. As a result, during the entire growing season, there was a moisture deficit, the maximum of which was observed in June, August and September, when the irrigation rate fluctuated within 300-400 t ha.

Гефке Ирина Валентиновна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ivgefke@mail.ru.

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

Gefke Irina Valentinovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ivgefke@mail.ru.

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

Введение

Груша принадлежит семейству розоцветных (*Rosaceae*) и роду (*Pyrus L.*). Это наиболее распространенная после яблони плодовая культура. Сорты сибирской груши по ряду показателей превосходят европейские. Деревья груши отличаются вертикальными корнями, уходящими в почву на глубину более 1,5 м, которые ветвятся слабо. Имеет место также наличие горизонтальной корневой системы, расположенной практически в плоскости поверхности почвы. Она зачастую выходит за проекцию кроны, но развивает-

ся компактно. Эти особенности определяются экологическими условиями, подвоем и привитым сортом. Большая часть корней концентрируется на глубине от 20 до 100 см, но скелетные могут достигать пятиметровой глубины. У грушевых сортов с округлой кроной корневая система более густая и широкая, чем у сортов с пирамидальной [1, 2].

Разновидность почвенного покрова оказывает определенное влияние на зимостойкость грушевых деревьев. Песчаные и супесчаные почвы в зимнее время охлаждаются быстрее

глинистых, поэтому корни в них подмерзают чаще. Повышенное влагосодержание в почве увеличивает устойчивость корневой системы и надземной части дерева [3]. В этой связи при засушливой осени нужен влагозарядковый полив. Груша весьма требовательна к почвенному увлажнению, особенно в начале вегетации, поскольку корневая система слабо развита. С возрастом деревья приобретают способность получать воду из нижних слоев почвы. Груша предпочитает освещенные солнцем места, поскольку у нее редкая крона и недостаточная ветвистость, что указывает на высокую требовательность к световым условиям.

Цель работы – изучение водного режима почвы в грушевом саду, определение дефицита влаги в теплое время года и расчет поливных норм.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый и сорт груши Сибирячка. Измерение тепловых свойств почвы до глубины 1 м проводилось импульсным методом в лаборатории, температуры – электротермометром, а влажности – с помощью взвешивания [4-7].

Результаты исследований

Для определения теплофизических свойств и морфологического описания исследуемого чернозема был открыт почвенный разрез в грушевом саду на выровненной площадке. Профиль чернозема выщелоченного оказался представлен пятью генетическими слоями [8]. Гумусово-аккумулятивный горизонт **A** мощностью 20 см слабо уплотнен, пронизан корнями, близок к среднесуглинистому. Переходный слой **AB** (20-35 см) по плотности и дисперсности мало отличается от верхнего. Иллювиальный горизонт **B** (35-50 см) также слабоуплотненный

влажный, представлен средним суглинком. Переходный слой **BC** и почвообразующая порода **Ск** более плотные, также среднесуглинистые.

Профиль чернозема выщелоченного средне-суглинистого характеризуется содержанием глинистых частиц в интервале от 40 до 46% с утяжелением гранулометрического состава в гор. BC и почвообразующей породе. Песчаная фракция практически отсутствует. Количество ила варьирует от 21% в гумусовом слое до 27% в горизонте C. Профиль содержит большое количество крупной пыли (36-42%).

В таблице 1 содержатся значения общезфизических свойств и гидрологические постоянные генетических горизонтов чернозема

Данные таблицы 1 показывают, что профиль исследуемого чернозема слабо уплотнен. Так, до глубины 79 см плотность сложения его генетических горизонтов меняется в пределах 1,1-1,3 г/см³. Общая порозность при этом достаточно велика и составляет от 57% в гумусовом горизонте до 53% в переходном BC. Содержание органического вещества постепенно снижается вниз по профилю и полностью отсутствует в почвообразующей породе. В то же время генетические горизонты обладают значительной величиной влажности завядания, которая в гумусовых горизонтах достигает 8,5% от массы почвы, а запасы влаги увеличиваются вниз по профилю. Они также весьма велики при наименьшей влагоемкости. Так, в верхнем 20-сантиметровом слое они равны 70 мм. Профиль чернозема характеризуется высокой степенью воздухоудержания.

Измеренные нами на почвенных образцах ненарушенного сложения теплофизические коэффициенты, а именно объемная теплоемкость, тепло- и температуропроводность, а также теплоусвояемость для разных гидрологических постоянных содержатся в таблице 2.

Таблица 1

Плотность сложения (ρ), общая порозность (Π), порозность аэрации при НВ ($\Pi_{\text{аэ}}$), влажность завядания (V_3), наименьшая влагоемкость ($HВ$) чернозема и содержание гумуса (Γ)

Горизонт	h, см	ρ , г/см ³	Π , %	Γ , %	V_3 , мм	$HВ$, мм	$\Pi_{\text{аэ}}$, %
A	0-20	1,10	56,5	5,3	18,5	70,4	24,8
AB	20-35	1,12	56,7	3,6	14,1	45,4	29,9
B	35-50	1,22	54,0	1,0	13,9	38,4	32,8
BC	50-79	1,29	53,3	0,45	28,4	74,8	33,3
Ск	>79	1,41	49,5	-	24,9	59,2	29,4

Таблица 2

Объемная теплоемкость (C_p , 10^6 Дж/($m^3 \cdot K$)), температуропроводность (a , 10^{-6} м²/с), теплопроводность (λ , Вт/(м·К)) и теплоусвояемость (b , 10^{-3} Дж/($m^2 K \cdot c^{1/2}$)) чернозема выщелоченного при различных гидрологических гидроконстантах

	0	МГ	ВЗ	ВРК	НВ
Горизонт А (0-20 см)					
C_p	1,15	1,40	1,51	2,17	2,65
a	0,39	0,49	0,53	0,55	0,41
λ	0,44	0,70	0,80	1,17	1,25
b	0,79	0,98	1,08	1,53	1,87
Горизонт АВ (20-35 см)					
C_p	1,12	1,41	1,50	2,00	2,38
a	0,32	0,46	0,50	0,59	0,51
λ	0,36	0,64	0,72	1,09	1,18
b	0,72	0,95	1,02	1,42	1,70
Горизонт В (35-50 см)					
C_p	1,34	1,65	1,71	2,10	2,41
a	0,30	0,54	0,63	0,75	0,73
λ	0,44	1,15	1,28	1,71	1,82
b	1,09	1,33	1,42	1,96	2,32
Горизонт ВС (50-79 см)					
C_p	1,56	1,89	1,98	2,34	2,66
a	0,45	0,61	0,66	0,74	0,73
λ	0,84	1,13	1,28	1,59	1,79
b	0,78	1,18	1,31	1,68	2,09
Горизонт Ск (> 79 см)					
C_p	1,77	2,10	2,27	2,51	2,90
a	0,35	0,48	0,52	0,55	0,51
λ	0,53	1,04	1,15	1,39	1,55
b	1,18	1,42	1,56	1,81	2,11
$E_{Cp} = 3,9\%$; $E_a = 2,2\%$; $E_\lambda = 6,1\%$; $E_b = 3,1\%$					

Их значения указывают на то, что коэффициент теплоаккумуляции при увлажнении от нуля до НВ линейно возрастает более чем в два раза, особенно в гумусовых горизонтах [9]. С глубиной ее рост снижается за счет уменьшения содержания органики. Температуропроводность увеличивается вплоть до влажности, близкой к 0,7НВ во всем профиле чернозема. Теплопроводность и теплоусвояемость горизонтов резко повышаются и достигают сингулярности при той же влажности. Такая зависимость теплофизических коэффициентов от влажности свидетельствует о том, что максимальная величина теплопередачи приурочена к диапазону ВРК-НВ. Это позволяет регулировать тепловые потоки в почвенном профиле при помощи орошения. Для уменьшения перегрева, особенно верхних горизонтов почвы, необходимо снижение влагосодержания за счет прекращения поливов. И наоборот, рост увлажнения приводит к росту потоков тепла вниз по профилю в течение веге-

тации. Таким образом, знание теплофизических показателей в черноземе позволяет управлять поступлением тепла в почву.

Для характеристики водного режима, формирующегося в профиле почвы, определения дефицита влаги в черноземе под грушевыми насаждениями дано краткое описание погодных условий за годы исследований. Так, вегетационный период 2003 г. оказался довольно теплым, но с апреля по октябрь имел место недостаток почвенного увлажнения. Максимум средней температуры воздуха отмечен в июне – 19,1°С.

Зимний период 2003/2004 гг. был относительно теплым. Уже в ноябре выпало большое количество снега, его высота оказалась равной 22 см. В конце зимы в плодовом саду снежный покров достиг 95 см. Конец весны 2004 г. был очень теплым, а температура воздуха в середине мая достигала +36°С. Высокая температура отмечалась и в июле. В течение вегетации общее количество осадков составило 317,3 мм.

Зима 2004/2005 г. оказалась морозной. В феврале среднее значение температуры воздуха опустилось до $-19,9^{\circ}\text{C}$ при высоте снежного покрова 72 см. Тем не менее весной и летом 2005 г. имела место теплая погода. В июле среднемесячная температура равнялась $20,4^{\circ}\text{C}$, а максимум осадков составил 106 мм.

В таблице 3 показаны значения влагозапасов и их дефицит в верхнем 20-сантиметровом слое чернозема в летне-осеннее время 2003 г.

Таблица 3

Общие (ОЗВ) и продуктивные (ПЗВ) запасы влаги и ее дефицит (ДВ) в пахотном слое чернозема под грушевыми насаждениями в 2003 году, мм

Сроки	17. 07	19. 08	14. 10
Горизонт А, h = (0-20) см			
ОЗВ	32,1	24,0	28,8
ПЗВ	13,6	5,5	8,3
ДВ	35,7	43,8	39,0
$E_u < 4,7 \%$			

Данные таблицы 3 позволяют характеризовать продуктивные запасы влаги в гумусово-аккумулятивном горизонте в течение вегетационного периода 2003 г. как неудовлетворительные (Вадюнина), особенно в августе и вплоть до середины осени. Растения испытывали сильное водное голодание, поэтому возникла крайняя необходимость в гидромелиорации. Так, для ликвидации недостатка влаги в почве в июле требовалось орошение для 20-сантиметрового слоя поливной нормой, равной 357 т/га, а в августе – уже 438 и 390 в конце вегетации. Такое количество поливной воды не было обеспечено оросительной сетью НИИСС им. М.А. Лисавенко, и грушевые насаждения ушли в зиму в неблагоприятных условиях.

Данные, представленные в таблице 4, дают представление о запасах влаги в генетических горизонтах выщелоченного чернозема в грушевом саду в летнее время 2004 г.

Минимальное количество почвенной влаги было отмечено в середине июня и в августе, когда ПЗВ опустились ниже 20 мм, т.е. оказались неудовлетворительными. В результате водный дефицит в эти сроки достигал, соответственно, 29,5 и 33,7 мм. В нижележащих горизонтах чернозема имела место аналогичная ситуация. В июле накануне измерений влажности прошли дожди, поэтому водная обстановка улучшилась, дефицит влаги в пахотном горизон-

те составил только 9,7 мм, что позволяло исключить полив. В нижележащих горизонтах АВ и В влагосодержание значительно увеличилось, недостаток влаги был компенсирован и грушевые насаждения оказались в благоприятных условиях. В то же время в подстилающих горизонтах ВС и Ск дефицит почвенной влаги сохранялся, поскольку дождевой влаги оказалось недостаточно и не было притока воды из почвообразующей породы. В августе ОЗВ и ПЗВ в гумусовом горизонте снизились, потребовалось орошение поливной нормой 337 т/га. На глубине 20-50 см дефицит влагосодержания был ниже по сравнению с верхним слоем – 15-18 мм. Нижележащая почвенная толща продолжала испытывать иссушение. В целом в метровом слое чернозема в течение всего летнего периода существовал значительный дефицит увлажнения в объеме от 876 в июне до 1335 м³/га, что требовало большого количества поливной воды.

Таблица 4

Общие (ОЗВ), продуктивные (ПЗВ) запасы влаги и ее дефицит (ДВ) в черноземе под грушевыми насаждениями, мм, в 2004 г.

Сроки	17.06	14.07	18.08
Горизонт А, 0-20 см			
ОЗВ	38,3	58,1	34,1
ПЗВ	19,8	39,6	15,6
ДВ	29,5	9,7	33,7
Горизонт АВ, 20-35 см			
ОЗВ	32,9	44,0	27,7
ПЗВ	18,8	29,9	13,6
ДВ	13,0	1,9	18,2
Горизонт В, 35-50 см			
ОЗВ	32,6	35,7	24,9
ПЗВ	18,7	21,8	11,0
ДВ	8,2	5,1	15,9
Горизонт ВС, 50-79 см			
ОЗВ	58,4	49,8	43,8
ПЗВ	30,0	21,4	15,4
ДВ	22,4	31,0	37,0
Горизонт Ск, 79-100 см			
ОЗВ	51,8	39,7	37,6
ПЗВ	26,9	14,8	12,7
ДВ	14,5	26,6	28,7
0-100 см			
ОЗВ	214,0	227,3	168,1
ПЗВ	114,2	127,5	68,3
ДВ	87,6	74,3	133,5
$E_u < 4,5\%$			

Таблица 5 содержит данные о запасах влаги и ее дефиците в черноземе под насаждениями груши в 2005 г.

Из таблицы 5 следует, что продуктивные запасы влаги в верхнем 20-сантиметровом слое чернозема на середину мая 2005 г. оказались удовлетворительными, но уже в июне за отсутствием дождей снизились до 9,9 мм, перейдя на

уровень неудовлетворительных (Вадюнина). В течение июля и августа ПЗВ оставались удовлетворительными, а осенью опять стали плохими. В результате в течение всей вегетации имел место дефицит влаги, максимум которого пришелся на июнь, конец августа и сентябрь, поэтому норма орошения в эти месяцы колебалась в пределах 300-400 т/га.

Таблица 5

Общие (числитель), продуктивные (знаменатель) запасы и дефицит влаги (мм) в черноземе летом 2005 г.

Толщина слоя, см	Сроки наблюдений						
	16.05	1.06	13.06	30.06	2.08	15.08	12.09
	Груша 1996 г.						
0-20	<u>57,7</u> 38,8	<u>40,8</u> 21,9	<u>28,9</u> 9,9	<u>47,7</u> 25,7	<u>48,5</u> 29,5	<u>40,0</u> 21,1	<u>34,5</u> 15,6
ДВ	10,5	17,4	39,4	23,6	20,1	28,2	33,7
0-100	<u>248,2</u> 157,8	<u>199,2</u> 108,8	<u>164,1</u> 73,8	<u>175,0</u> 84,6	<u>155,8</u> 65,4	<u>145,2</u> 54,8	<u>125,2</u> 34,9
ДВ	44,2	93,2	128,2	117,4	136,6	147,2	167,1

В метровой толще почвенного профиля водная обстановка была хуже. Так, только в мае ПЗВ можно было признать хорошими, но уже в июне они стали плохими, а в августе и сентябре – даже очень плохими. Поскольку груша часть влаги использует из нижних слоев почвы из-за особенностей ее корневой системы, то следует признать, что летом 2005 г. она испытывала сильный дискомфорт. Наибольший дефицит воды пришелся на середину июня и оставался таковым до осени. В этом случае для промачивания всего почвенного профиля требовалось 1200-1700 т/га, чего не могла обеспечить оросительная система института.

Выводы

1. Профиль чернозема выщелоченного среднесуглинистого, близкого к тяжелому суглинку, характеризуется содержанием глинистых частиц в интервале от 40 до 46% с утяжелением гранулометрического состава в гор. ВС и почвообразующей породе. Песчаная фракция практически отсутствует. Количество ила варьирует от 21% в гумусовом слое до 27% в горизонте С. Почвенный профиль содержит большое количество крупной пыли (36-42%).

2. Генетические горизонты обладают значительной величиной влажности завядания, которая в гумусовых горизонтах достигает 8,5% от массы почвы, а запасы влаги увеличиваются

вниз по профилю. Они также значительны при наименьшей влагоемкости. Так, в верхнем 20-сантиметровом слое они равны 70 мм. Профиль чернозема характеризуется высокой степенью воздухоудержания.

3. Зависимость теплофизических коэффициентов от влажности свидетельствует о том, что максимальная величина теплопередачи приурочена к диапазону ВРК-НВ. Это позволяет регулировать тепловые потоки в почвенном профиле при помощи орошения. Для уменьшения перегрева, особенно верхних горизонтов почвы, необходимо снижение влагосодержания за счет прекращения поливов. И наоборот, рост увлажнения приводит к росту потоков тепла вниз по профилю в течение вегетации, что позволяет управлять поступлением тепла в почву.

4. В 2004 г. минимальное количество почвенной влаги было отмечено в середине июня и в августе, когда ПЗВ опустились ниже 20 мм. В результате водный дефицит в эти сроки достигал, соответственно, 29,5 и 33,7 мм. В нижележащих горизонтах чернозема имела место аналогичная ситуация. В июле накануне измерений влажности прошли дожди, поэтому водная обстановка улучшилась, дефицит влаги в пахотном горизонте составил только 9,7 мм, что позволяло исключить полив.

5. Нижележащая почвенная толща продолжала испытывать иссушение. В целом в метро-

вом слое чернозема в течение всего летнего периода существовал значительный дефицит увлажнения в объеме от 876 в июне до 1335 м³/га, что требовало большого количества поливной воды.

6. Продуктивные запасы влаги в верхнем 20-сантиметровом слое чернозема на середину мая 2005 г. оказались удовлетворительными, но уже в июне за отсутствием дождей снизились до 9,9 мм. В результате в течение всей вегетации имел место дефицит влаги, максимум которого был отмечен в июне, августе и сентябре, когда норма орошения колебалась в пределах 300-400 т/га. Наибольший дефицит воды в метровом слое почвы пришелся на середину июня и оставался таковым до осени.

Библиографический список

1. Парахин, Н. В. Современное садоводство России и перспективы развития отрасли / Н. В. Парахин. – Текст: непосредственный // Современное садоводство. – 2013. – № 2. – С. 1-9.
2. Пучкин, И. А. Сорта груши для промышленных и потребительских садов Алтайского края / И. А. Пучкин. – Текст: непосредственный // Материалы научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во АСХИ, 2003. – С. 161-165.
3. Рыжков, А. П. Корневая система плодовых и ягодных культур в Западной Сибири / А. П. Рыжков. – Омск: ОмСХИ, 1981. – 163 с. – Текст: непосредственный.
4. Макарычев, С. В. Теплофизические основы мелиорации почв / С. В. Макарычев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 279 с. – Текст: непосредственный.
5. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. В. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Высшая школа, 1984. – 399 с. – Текст: непосредственный.
6. Болотов, А. Г. Электронный измеритель температуры почвы / А. Г. Болотов, Ю. В. Беховых, С. В. Макарычев. – Текст: непосредственный // Проблемы природопользования на Алтае: сборник научных трудов. – Барнаул, 2001. – С. 87-91.
7. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непо-

средственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

8. Бурлакова, Л. М. Плодородие почв Алтайского края: учебное пособие / Л. М. Бурлакова, В. А. Рассыпнов. – Барнаул, 1990. – 81 с. – Текст: непосредственный.

9. Макарычев, С. В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Гефке, А. В. Шишкин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 190 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Parakhin N.V. Sovremennoe sadovodstvo Rossii i perspektivy razvitiia otrasli / N.V. Parakhin // Sovremennoe sadovodstvo. – 2013. – No. 2. – S. 1-9.
2. Puchkin I.A. Sorta grushi dlia promyshlennykh i potrebitelskikh sadov Altaiskogo kraia // Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Barnaul: Izd-vo ASKHI, 2003. – S.161-165.
3. Ryzhkov A.P. Kornevaia sistema plodovykh i iagodnykh kultur v Zapadnoi Sibiri. – Omsk: OmSKHI, 1981. – 163 s.
4. Makarychev S.V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 279 s.
5. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov / A.V. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1984. – 399 s.
6. Bolotov A.G. Elektronnyi izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, Iu.V. Bekhovyykh, S.V. Makarychev // Problemy prirodopolzovaniia na Altae: sbornik nauch. tr. – Barnaul, 2001. – S. 87-91.
7. Shein E.V. Opredelenie profilnogo raspredeleniia 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.
8. Burlakova L.M. Plodorodie pochv Altaiskogo kraia: uchebnoe posobie / L.M. Burlakova, V.A. Rassypnov. – Barnaul, 1990. – 81 s.
9. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoianie chernozemov plodovykh sadov Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Gefke, A.V. Shishkin. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 190 s.

