

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ (НА ПРИМЕРЕ САДОВ НИИСС ИМ. М.А. ЛИСАВЕНКО)**SOIL HYDROTHERMAL REGIME IN APPLE ORCHARDS OF DIFFERENT AGES AND ITS REGULATION (CASE STUDY OF THE ORCHARDS IN THE M.A. LISAVENKO RESEARCH INSTITUTE OF GARDENING OF SIBERIA)**

Ключевые слова: яблоневый сад, чернозем, влажность, теплопоток, температура, продуктивная влага, дефицит влаги, поливная норма.

Развитие садоводства в Алтайском крае возможно только при условии применения оросительных мелиораций, что определяется резко континентальным климатом региона. Следовательно, целью работы явилось изучение водного режима чернозема в течение вегетации для определения дефицита доступной влаги в профиле и расчета поливных норм при возделывании яблонь. Установлено, что в рядах более старых яблонь суточная сумма температур ниже, чем под молодыми, на 4-11°C. Таким образом, растения сами по себе регулируют распределение тепла в профиле чернозема. Влагозапасы под старовозрастными яблонями были выше, чем в более молодом саду, поскольку яблони в возрасте около 20 лет создавали более благоприятный водный режим, причина которого обусловлена снижением не только физического испарения под действием затенения, но и транспирации в силу ее замедления и частичного усыхания кроны. Во всем почвенном профиле чернозема летом 2004 г. в садах разного возраста сохранялся дефицит продуктивной влаги, поэтому в более молодом саду возникала необходимость использования поливных норм до 1400 т/га для метровой толщи, а в пахотном слое – соответственно, 450 т/га. В старовозрастном саду ПЗВ соответствовали рангу «хороших» до середины августа, и только в сентябре снизились до «плохих». Под насаждениями яблонь 1996 г. в 2005 г. в верхнем 20-сантиметровом слое значительный дефицит влаги был отмечен уже в начале июня и достигал 49 мм, а затем продолжался до конца вегетации. Поэтому требовалось орошение значительными поливными нормами. В результате водный режим в таком саду в летний период 2005 г. был более напряженным во всем почвенном профиле. В старовозрастном саду количество продуктивной влаги и, следовательно, ее дефицит за годы исследований изменялись в меньшей степени по всему профилю чернозема. Это свидетельствовало о том, что с возрастом растений колебания гидротермического режима в течение вегетационного периода снижались, т.е. он становится более консервативным.

Keywords: apple orchard, chernozem, moisture content, heat flow, temperature, available moisture, moisture deficit, irrigation rate.

The development of gardening in the Altai Region is possible only if irrigation reclamation is used which is determined by the extremely continental climate of the region. The research goal is to study the water regime of chernozem during the growing season to determine the deficit of available moisture in soil profile and calculate irrigation rates for apple tree cultivation. It was found that in the rows of older apple trees the daily accumulated temperature was lower than under young ones by 4-11 degrees. Thus, plants themselves regulate heat distribution in the chernozem profile. Moisture storage under old-aged apple trees was higher than in a younger orchard since the apple trees about 20 year-old created a more favorable water regime the reason for which was due to the decrease not only of physical evaporation under the influence of shading but also in transpiration due to its slowdown and partial drying out of the crown. Throughout the entire soil profile of chernozem in the summer of 2004, in orchards of different ages, a deficit of available moisture remained. Therefore, in a younger orchard, there was a need to use irrigation rates of up to 1400 t ha for one meter thickness, and in the arable layer, respectively, 450 t ha. In the old-aged orchard, the productive moisture storage corresponded to the rank of "good" until mid-August, and only in September they dropped to "poor". Under apple tree plantations of 1996, in 2005, in the upper 20 cm layer, a significant moisture deficit was revealed already in early June and reached 49 mm, and then it continued until the end of the growing season. Therefore, significant irrigation rates were required. As a result, the water regime in such garden in the summer of 2005 was more intense throughout the entire soil profile. In the old-aged orchard, the amount of available moisture and, consequently, its deficit over the years of research changed to a lesser extent throughout the chernozem profile. This indicated that with the age of plants, fluctuations in the hydrothermal regime during the growing season decreased, i.e. it became more conservative.

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.

Пивоварова Елена Григорьевна, д.с.-х.н., доцент, профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: pilegri@mail.ru.

Pivovarova Elena Grigorevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: pilegri@mail.ru.

Введение

Развитие садоводства в Алтайском крае возможно только при условии применения оросительных мелиораций, что определяется резко континентальным климатом региона, в котором формируются как влажные, так и засушливые периоды. Следует отметить, что в последние десять лет частота возникновения засушливых условий возрастает, поэтому значение гидромелиорации резко увеличивается. Плодово-ягодное садоводство в регионе в основном проводится в богарных условиях, поскольку особенности водообеспеченности диктуют необходимость выращивания плодовых культур без орошения [1, 2]. В результате сады характеризуются низкой урожайностью и не обеспечивают высоких товарных качеств получаемой продукции. Для изменения сложившейся ситуации требуется развитие весьма актуального поливного земледелия. Исследования, проведенные нами, позволяют определить дефицит продуктивной влаги в почвенном профиле в разновозрастных яблоневых садах и рассчитать необходимые поливные нормы при различных погодных условиях. Это дает возможность обосновать диапазон регулирования водно-теплового режима в почве под плодовыми насаждениями. Поэтому целью работы явилось изучение водного режима чернозема в течение вегетационного периода для определения дефицита доступной влаги в профиле и расчета поливных норм при возделывании яблонь.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – яблони 1986 и 1996 гг. посадки на участках сортоиспытания, а также влагосодержание в черноземе выщелоченном под насаждениями плодовых культур. При этом для измерения температуры и расчета теплоточков использованы методики С.В. Макарычева и А.Г. Болотова [3-7], а для определения влагосодержания в почвенном профиле – весовой метод [8]. Исследования были организованы и проведены в течение летних периодов 2003-2005 гг. на территории НИИСС им. М.А. Лисавенко.

Результаты исследований

Урожайность плодовых культур напрямую зависит от комплекса агрофизических свойств почвы и гидротермических режимов, складывающихся в ее генетических горизонтах. Особенности формирования режимов тепла и влаги в почвенном профиле, в свою очередь, определяются гранулометрическим составом, температурой, плотностью сложения, воздухоемкостью и содержанием органики (гумуса) [9]. Это позволяет использовать моделирование раз-

личных мелиоративных технологий. Нами были проведены экспериментальные исследования в черноземе выщелоченном распределения и распространения в почвенной толще температуры, влагосодержания и тепловых потоков под яблоневыми насаждениями различных сроков посадки в течение вегетации 2003-2004 гг. Производственные участки расположены вблизи друг от друга на выровненной территории, не имеющей уклона.

Следует отметить, что гумусово-аккумулятивные горизонты изученного чернозема отличаются слабым уплотнением, темно-серым цветом и близким к тяжелосуглинистому гранулометрическим составом мощностью до 35 см. Иллювиальный горизонт бурого цвета среднесуглинистый. Почвообразующая порода представлена лессовидными суглинками и начинается с глубины 80 см. Плотность сложения чернозема лежит в пределах 1100-1410 кг/м³. Профиль характеризуется влажностью завядания (ВЗ), равной 7-8% от массы почвы, а наименьшая влагоемкость (НВ) уменьшается с глубиной от 33 до 20%.

Для примера в таблице 1 представлены данные по температуре, которые имеют место в рядах яблонь и в междурядьях в августе 2003 г. Температура измерялась в течение суток в сроки, соответствующие 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00, 1:00 и 7:00 часам 19-20 августа 2003 г.

Таблица 1
Сумма температур в течение суток в профиле чернозема под насаждениями яблонь разного возраста

Глубина, см	1996 г.		1986 г.	
	в ряду	в междурядье	в ряду	в междурядье
0	137	175	135	149
20	113	142	108	119
50	102	122	91	101
100	96	99	87	92
Сумма	448	538	421	461

Данные таблицы 1 дают представление о распределении температур в профиле чернозема в рядах яблони и междурядьях. Так, в первом случае температура поверхности чернозема оказывается ниже, чем в междурядьях, что вполне естественно, поскольку последние открыты для солнечной инсоляции. Почвенный профиль при этом также прогревается слабее. Например, суточная сумма температур метровой толщи под яблонями 1996 г. посадки равна 448 и 538°C, т. е. разница составляет 90°C, или 20%. В рядах более старых яблонь (1986 г.) температура ниже, чем под молодыми, на 4-11°C в зависимости от расположения генетического горизонта. Но при сравнении температур почвы между рядами можно видеть, что под старыми растениями она так-

же меньше, чем под семилетками. Таким образом, растения по себе являются «мелиораторами», регулирующими распределение температуры в профиле

чернозема. При этом температурные закономерности распространяются и на все сроки наблюдений.

Аналогичное влияние плодовые культуры оказывают и на распределение влагосодержания (рис. 1).

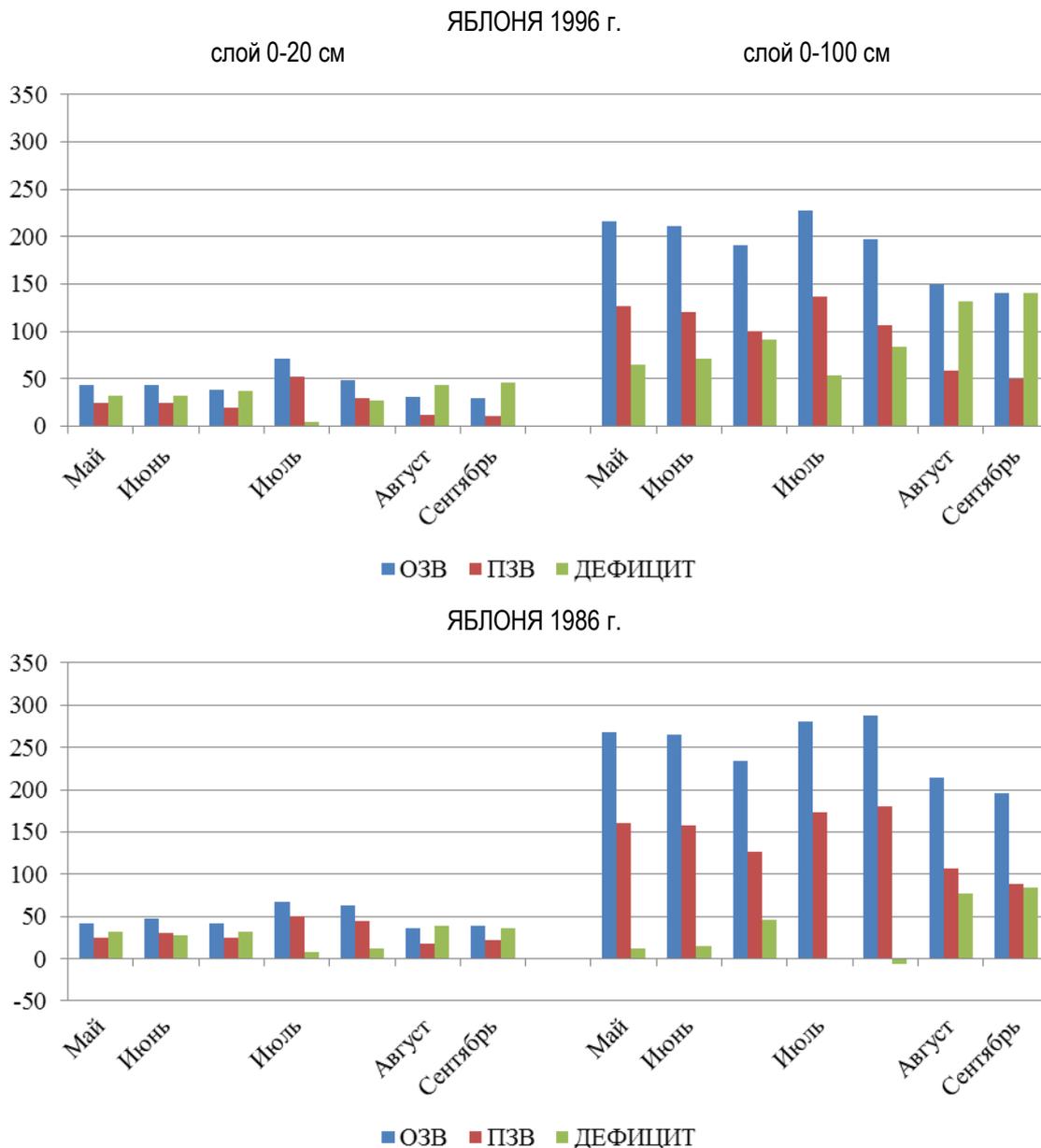


Рис. 1. Общие (ОЗВ – числитель), продуктивные (ПЗВ – знаменатель) влагозапасы и дефицит влаги (мм) в черноземе под насаждениями яблонь за вегетационный период 2004 г.

Рассмотрим величины увлажнения верхнего гумусового горизонта мощностью 20 см. Нетрудно заметить, что общие запасы влаги (ОЗВ) с мая до конца июня под яблоневыми садами разного возраста очень близки по величине, отличаясь только на 2-4 мм. Несколько выше различия в доступной влаге (ПЗВ). Но к середине июля они изменяются до 15 мм, в августе – до 6, а в сентябре – до 11 мм. При этом, как правило, влагозапасы под старовозрастными яблонями превышают таковые в более молодом саду. В метровом почвенном слое весной и в начале лета ПЗВ колебались от 100 до 126 мм в

первом случае и от 127 до 161 мм во втором, т.е. в пределах 25-30%. Но с начала июля до сентября разница составляла уже 50-70%. Таким образом, яблони в возрасте около 20 лет создают более благоприятный водный режим, чем молодые, причина которого обусловлена снижением не только физического испарения под действием затенения, но и транспирации в силу ее замедления и частичного усыхания кроны.

В то же время как в гумусово-аккумулятивном горизонте, так и во всем почвенном профиле чернозема летом 2004 г. в садах разного возраста сохранял-

ся дефицит продуктивной влаги. При этом до середины июля он колебался в пределах 5-8 мм, а затем незначительно увеличивался на 10-12 мм. В нижележащих горизонтах режим почвенной влаги складывался иначе. Так, в метровом профиле чернозема в молодом саду запасы доступной влаги по А.Ф. Вадюниной [8], характеризовались как удовлетворительные (130-90 мм) до начала августа, затем перешли в ранг «очень плохих» (<60 мм). В результате возникла необходимость использования поливных норм до 1400 т/га. В пахотном слое – соответственно, 450 т/га. В старовозрастном саду ПЗВ соответ-

ствовали рангу «хороших» до середины августа и только в сентябре снизились до «плохих». Естественно, что нормы полива здесь уменьшились, а в июле обнулялись. Причину этого мы видим в том, что основные корни старых яблонь использовали воду из подстилающих почвенных горизонтов, что на фоне раскидистой кроны приводило к сохранению почвенной влаги в метровом слое чернозема.

Наблюдения за режимом влажности летом 2005 г. позволили получить данные, которые свидетельствовали о некоторых отличиях по отношению к предыдущему году (рис. 2).

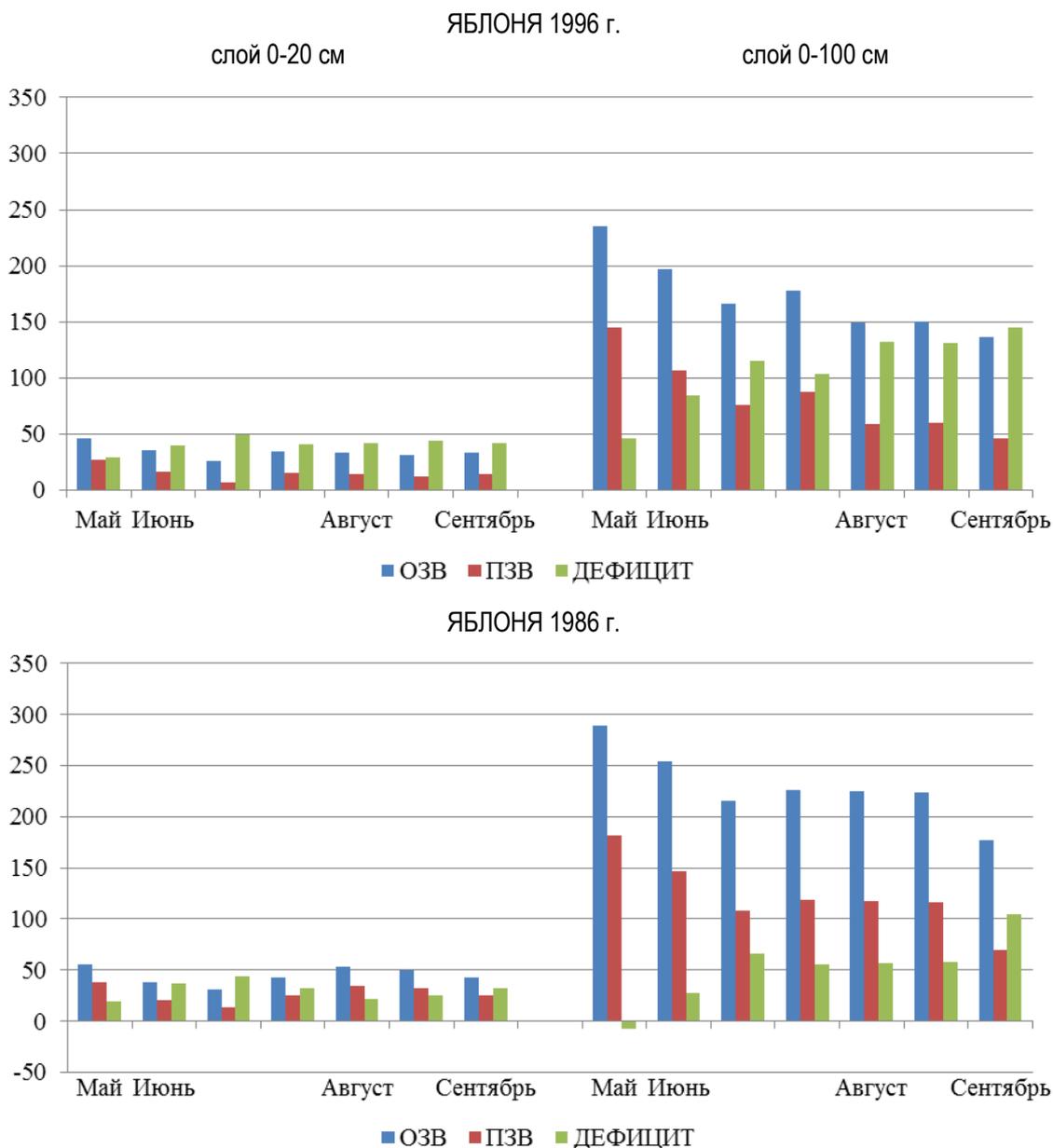


Рис. 2. Общие (числитель) и продуктивные (знаменатель) влагозапасы и дефицит влаги в черноземе под насаждениями яблонь за вегетационный период 2005 г.

Так, под насаждениями яблонь 1996 г. в 2005 г. в верхнем 20-сантиметровом слое значительный дефицит влаги был отмечен уже в начале июня и достигал 49 мм. В течение вегетации он изменялся в

малых пределах, составляющих 6-8 мм, оставаясь достаточно высоким при поливной норме 400-490 т/га.

В гумусовом горизонте мощностью 20 см продуктивные запасы влаги были недостаточны, и в почве сложился очень напряженный (катастрофический) водный режим, когда только в мае ПЗВ оказались удовлетворительными, а в остальные сроки характеризовались как очень плохие, снизившись в августе и сентябре до 10-12 мм. Поэтому возникал значительный дефицит почвенной влаги, который требовал использования орошения значительными поливными нормами, доходившими в конце лета – начале осени до 450 т/га. То же самое отмечалось и во всей метровой толще профиля чернозема, в которой норма полива возрастала с 1150 т/га в июне до 1450 т/га в сентябре, тогда как в 2004 г. такой полив требовался только осенью. В результате водный режим в таком саду в летний период 2005 г. был более напряженным во всем почвенном профиле.

В старовозрастном саду количество продуктивной влаги и, следовательно, ее дефицит за годы исследований отличались в меньшей степени как в гумусовом горизонте, так и по всему профилю чернозема. Это свидетельствовало о том, что с возрастом растений колебания гидротермического режима в течение вегетационного периода снижались, т. е. он становился более стабильным или консервативным.

Известно, что важной характеристикой процессов передачи энергии является тепловой поток, который определяется теплопроводностью генетических горизонтов почвы. В то же время максимальное влияние на величину теплопотока оказывает степень почвенного увлажнения. Чем она выше, тем больше коэффициент теплопроводности и, следовательно, тепловой поток. В этой связи оросительные мелиорации позволяют регулировать поступление и аккумуляцию тепла в почвенном профиле. В качестве примера в таблице 2 показано влияние влагосодержания и возраста яблоневых насаждений на величину теплопотока летом 2004 г.

Анализ данных таблицы 2 позволяет сделать вывод, что в междурядьях теплопотоки выше вследствие большей увлажненности, поскольку яблони в ряду интенсивно расходуют почвенную воду на транспирацию. Кроме того, в течение июня-июля интенсивность распространения тепла под яблонями 1996 г. посадки превалирует по отношению к более взрослым растениям в силу менее слабой затененности почвенного покрова. В августе ситуация претерпевает изменения вследствие больших запасов влаги в профиле чернозема под старовозрастными насаждениями яблонь.

Таблица 2

Среднесуточные тепловые потоки (P, Вт/м²) в черноземе выщелоченном (2004 г.)

	17-18 июня		14-15 июля		18-19 августа	
	ряд	междурядье	ряд	междурядье	ряд	междурядье
Яблоня 1996 г.	72	77	81	89	71	92
Яблоня 1986 г.	58	69	46	61	87	98

Результаты исследований, представленные выше, остаются актуальными и сегодня, поскольку использование гидромелиораций до сих пор мало востребовано, что ограничивает урожайность плодовых культур.

Выводы

1. В яблоневых рядах температура поверхности чернозема ниже, чем в междурядьях, что вполне естественно, поскольку последние открыты для солнечной инсоляции. В рядах более старых яблонь (1986 г.) суточная сумма температур за вегетацию ниже, чем под молодыми на 4-11°С.

2. Влагозапасы под старовозрастными яблонями были выше, чем в более молодом саду, поскольку яблони в возрасте около 20 лет создавали более благоприятный водный режим, причина которого обусловлена снижением не только физического испарения под действием затенения, но и транспирации в силу ее замедления и частичного усыхания кроны.

3. Во всем почвенном профиле чернозема летом 2004 г. в садах разного возраста сохранялся дефицит продуктивной влаги. Поэтому в более молодом

саду возникала необходимость использования поливных норм до 1400 т/га, а в пахотном слое – соответственно, 450 т/га. В старовозрастном саду ПЗВ соответствовали рангу «хороших» до середины августа и только в сентябре снизились до «плохих», что не требовало орошения.

4. Под насаждениями яблонь 1996 г. в 2005 г. в верхнем 20-сантиметровом слое значительный дефицит влаги был отмечен уже в начале июня и достигал 49 мм, и продолжался до конца вегетации. Поэтому требовалось орошение значительными поливными нормами. В результате водный режим в таком саду в летний период 2005 г. был более напряженным во всем почвенном профиле.

5. В старовозрастном саду количество продуктивной влаги и, следовательно, ее дефицит за годы исследований изменялись в меньшей степени. Это свидетельствовало о том, что с возрастом растений колебания гидротермического режима в течение вегетационного периода снижались, поэтому он становился более консервативным.

6. Максимальное влияние на величину теплопотока оказывает степень почвенного увлажнения. Чем

она выше, тем больше коэффициент теплопроводности и, следовательно, тепловой поток. В этой связи оросительные мелиорации позволяют регулировать поступление и аккумуляцию тепла в почвенном профиле.

Библиографический список

1. Гончарова, Л. А. Сибирские яблони / Л. А. Гончарова. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2002. – 158 с. – Текст: непосредственный.
2. Рыжков, А. П. Корневая система плодовых и ягодных культур в Западной Сибири. – Омск: ОмСХИ, 1981. – 163 с. – Текст: непосредственный.
3. Макарычев, С. В. Теплофизические основы мелиорации почв / С. В. Макарычев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 279 с. – Текст: непосредственный.
4. Болотов, А. Г. Определение теплофизических свойств почв с использованием систем измерения ZETLAB / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12. – С. 48-50.
5. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.
6. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 24-28.
7. Справочник по климату СССР. – Ленинград: Гидрометиздат, 1970. – Вып. 20. – 322 с. – Текст: непосредственный.
8. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Высшая школа, 1984. – 399 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. Goncharova L. A. Sibirskie iablони. – Novosibirsk: Izd-vo NGAU, 2002. – 158 s.
2. Ryzhkov A. P. Kornevaia sistema plodovykh i iagodnykh kultur v Zapadnoi Sibiri. – Omsk: OmSKhI, 1981. – 163 s.
3. Makarychev S. V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 279 s.
4. Bolotov A. G. Opredelenie teplofizicheskikh svoistv pochv s ispolzovaniem sistem izmereniia ZETLAB // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 12. – S. 48-50.
5. Shein E. V. Opredelenie profilnogo raspredeleniia temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee pov-erkhnosti / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov. // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.
6. Shein, E. V. Modelirovanie teplovogo rezhima pochvy po amplitude temperatury prizemnogo vozdukha / E. V. Shein, A. G. Bolotov, M. A. Mazirov, A. I. Martynov. // Zemledelie. – 2017. – No. 7. – S. 24-28.
7. Spravochnik po klimatu SSSR. – Leningrad: Gidrometizdat, 1970. – Vyp. 20. – 322 s.
8. Vadiunina, A. F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov / A. F. Vadiunina, Z. A. Korchagina. – Moskva: Vysshiaia shkola, 1984. – 399 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.



УДК 635.21.:631.82

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-228-10-35-43

Л.А. Ступина, И.А. Косачев, О.И. Антонова,
Е.М. Комякова, В.С. Курсакова, М.Н. Третьякова
L.A. Stupina, I.A. Kosachev, O.I. Antonova,
E.M. Komyakova, V.S. Kursakova, M.N. Tretyakova

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ECOGROW ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

EFFECTIVENESS OF ORGANO-MINERAL FERTILIZER ECOGROW APPLICATION IN POTATO GROWING

Ключевые слова: органоминеральное удобрение EcoGrow, картофель, питательный режим, биологическая активность почв, урожайность, фракционный состав, качество клубней картофеля.

Keywords: organo-mineral fertilizer EcoGrow, potatoes, nutritional regime, soil biological activity, yielding capacity, size distribution, potato tuber quality.