

восмеси: эспарцет + овсяница + кострец, эспарцет + овсяница + люцерна, козлятник + кострец + люцерна + клевер. Травосмеси характеризуются высокой урожайностью сена на пятый год пользования (3,34-3,89 т/га), повышенным сбором переваримого протеина (2,10-2,45 ц/га), обеспеченностью 1 кормовой единицы переваримым протеином до 100-128 г и со снижением себестоимости 1 ц сена с 167,6 до 110,3-103,3 руб.

Библиографический список

1. Работнов Т.А. Луговедение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. – 384 с.
2. Тереножкин И.И. Как улучшить пастбища и сенокосы на Юго-Востоке. – Саратовское кн. изд-во, 1955. – 69 с.
3. Николаев Е.В., Гачков И.М., Дударев Д.П. Многолетние травы на Крымском полуострове. – Симферополь, 2005. – 165 с.
4. Кашеваров Н.И., Резников В.Ф. Кормопроизводство как жизнеобразующая отрасль в сельском хозяйстве Сибири: состояние и проблемы // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: матер. Междунар. науч.-практ. конф / Россельхозакадемия; Сиб. отд-ние; СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – С. 3-13.
5. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. – Новосибирск, 1997. – 102 с.

6. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. ВНИИК им. В.Р. Вильямса. – М.: Агропромиздат, 1971. – 232 с.

7. Григорьев Н.Г. и др. Биологическая полноценность кормов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 288 с.

References

1. Rabotnov T.A. Lugovedenie. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1974. – 384 s.
2. Terenozhkin I.I. Kak uluchshit pastbishcha i senokosy na Yugo-Vostoke. – Saratovskoe knizhn. izd-vo, 1955. – 69 s.
3. Nikolaev Ye.V., Gachkov I.M., Dudarev D.P. Mnogoletnie travy na Krymskom poluostrove. – Simferopol, 2005. – 165 s.
4. Kashevarov N.I., Reznikov V.F. Kormoproizvodstvo kak zhizneobrazuyushchaya otrasl v selskom khozyaystve Sibiri: sostoyanie i problemy // Sovremennoe sostoyanie i strategiya razvitiya kormoproizvodstva v XXI veke. Mat-ly mezhdunar. Nauch.-prakt. konferentsii. Rosselkhozakademiya. Sib. otd-nie. SibNII kormov. – Novosibirsk, 2013. – S. 3-13.
5. Modina T.D. Klimaty Respubliki Altay. – Novosibirsk, 1997. – 102 s.
6. Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh. VNIİK im. V.R. Vilyamsa. – M.: Agropromizdat, 1971. – 232 s.
7. Grigorev N.G. i dr. Biologicheskaya polnotsen-nost kormov. – M.: Agropromizdat, 1989. – 288 s.



УДК 631.445.635.2(571.15)

С.В. Макарычев
S.V. Makarychev

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОЭФФИЦИЕНТА ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

SEASONAL DYNAMICS OF MOISTURE CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF LEACHED CHERNOZEM AT BERRY CROP CULTIVATION

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, влажность, коэффициент влагопроводности, жимолость, облепиха, пар.

Keywords: leached chernozem, moisture content, moisture conductivity coefficient, honeysuckle, seabuckthorn, fallow.

Для получения устойчивых урожаев плодово-ягодных культур в условиях Алтайского края необходимы оросительные мелиорации, основанные на знании гидрофизических свойств почвенного покрова. Значительную роль играют условия на верхней границе почвенного профиля: снежный, растительный покров, а также производственная деятельность. В итоге изменения гидрофизических свойств почв могут оказаться негативными для растений и снижать их продуктивность. Знание закономерностей проявления водного режима в почвах садов Алтая важно в связи с разработкой приемов и технологий, связанных с направленным управлением гидротермическим режимом генетических горизонтов почвенного профиля. Также изучение динамики влагопроводности в почвенной толще под ягодными культурами требуется для оценки влияния ценозов на интенсивность влагопереноса в почве. В условиях Алтайского Приобья в первой половине вегетации зачастую величины коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами составляют 0,1-1 см/сут. Такие значения влагопроводности не способны обеспечить оптимальный влагопоток от корней растений к листьям, что влечет определенное обезвоживание клеток листа, в том числе и устьичных. Это обуславливает снижение транспирации, при которой капиллярный переток влаги полностью отсутствует, вода находится в состоянии пленочной. Анализ проведенных исследований позволил отметить, что динамика влагопроводности генетических горизонтов профиля чернозема в значительной степени зависит от сезонной динамики их увлажнения. При этом выявляются различия в зависимости от возделываемой культуры. Таким образом, динамика влагопроводности за годы исследований нашла отражение на процессах перераспределения влаги в почвенном профиле, что, в конечном счете, определило рост и продуктивность ягодных культур. Знание закономерностей проявления водного режима в почве важно в связи с разработкой приемов и технологий, связанных с направленным регулированием гидротермическим режимом почвенного профиля при возделывании ягодных культур.

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

To obtain stable yields of fruit and berry crops under the conditions of the Altai Region, the growers require irrigation melioration based on the knowledge of the hydrophysical properties of soil cover. A significant role is played by the factors on the upper boundary of the soil profile: snow and vegetation covers and the production activities. As a result, the changes in the soil hydrophysical properties may be negative for plants and reduce their productivity. The knowledge of the patterns of the water regime in the soils of the Altai gardens is important due to the development of techniques and technologies related to the directional management of the hydrothermal regime of the genetic horizons of the soil profile. Also, the study of moisture conductivity dynamics in the soil depth under berry crops is required to assess the impact of cenoses on the intensity of moisture transfer in the soil. Under the conditions of the Altai Region's Ob River area, in the first half of the growing season, the values of moisture transfer of chernozem under berry crops are often around 0.1-1 cm per day. Such values of moisture conductivity are not able to provide optimal moisture flow from plant roots to leaves which results in certain dehydration of leaf cells, including stomatic cells. This leads to a decrease of transpiration when the capillary flow of moisture is completely absent, and water is in the form of film moisture. The conducted studies have revealed that the dynamics of the moisture conductivity of the genetic horizons of chernozem profiles largely depends on the seasonal dynamics of their moisture content. The studies reveal the differences depending on the cultivated crop. Thus, the dynamics of moisture conductivity over the years of research was reflected in the processes of moisture redistribution in the soil profile; that ultimately determined the growth and productivity of berry crops. The knowledge of the patterns of the water regime in soil is important due to the development of techniques and technologies related to the directional regulation of the hydrothermal regime of the soil profile at berry crop cultivation.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Для получения устойчивых урожаев плодово-ягодных культур в условиях Алтайского края необходимы оросительные мелиорации, основанные на знании гидрофизических свойств почвенного покрова. Известно, что гранулометрический состав, влажность, плотность сложения почвы и ряд других почвенно-физических факторов

обуславливают характер изменения гидрофизических свойств генетических горизонтов почвенного профиля и их динамику. Они в свою очередь, оказывает определяющее воздействие на процессы влагопереноса и влагоаккумуляции в почве [1-3].

Кроме того, значительную роль играют условия на верхней границе почвенного профиля:

снежный, растительный покров, а также производственная деятельность. В итоге изменения гидрофизических свойств почв могут оказаться негативными для растений, снижая их продуктивность.

Знание закономерностей проявления водного режима в почвах садов Алтая важно в связи с разработкой приемов и технологий, связанных с направленным управлением гидротермическим режимом генетических горизонтов почвенного профиля [4, 5]. Также изучение динамики влагопроводности в почвенной толще под ягодными культурами требуется для оценки влияния ценозов на интенсивность влагопереноса в почве [6].

Объекты и методы

Объектами исследований явились выщелоченные черноземы НИИ садоводства Сибири под разными плодово-ягодными культурами.

При этом для определения функции влагопроводности почвы использовался метод центрифугирования [7]. Из этих функций был получен коэффициент влагопроводности при заданной влажности почвы.

Результаты исследований

Исследования по выявлению особенностей сезонной динамики коэффициента влагопроводности генетических горизонтов выщелоченного чер-

нозема в НИИС им. М.А. Лисавенко под плодово-ягодными культурами проводились с 2012 г. Коэффициент влагопроводности рассчитывался из графиков функции влагопроводности для определенной влажности почвы.

Так, в течение вегетации 2012 г. величины коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами лежали в пределах 0,1-1 см/сут. (рис. 1). Такие значения влагопроводности не способны обеспечить оптимальный влагопоток от корней растений к листьям, что влечет определенное обезвоживание клеток листа, в том числе и устьичных, что может обусловить снижение транспирации. В то же время растение способно определенным образом регулировать поток влаги, чтобы обеспечить свой водный статус [3].

В начале вегетации подсыхание почвы, не занятой растительностью, приводит к снижению коэффициента влагопроводности до 10^{-5} см/сут. При этом капиллярный переток влаги полностью отсутствует, вода находится в состоянии пленочной.

В горизонтах АВ, В и С_к величины влагопроводности в течение первой половины вегетации укладывались в диапазон 1-10 см/сут. (рис. 3), что давало возможность обеспечения растений легкодоступной влагой.

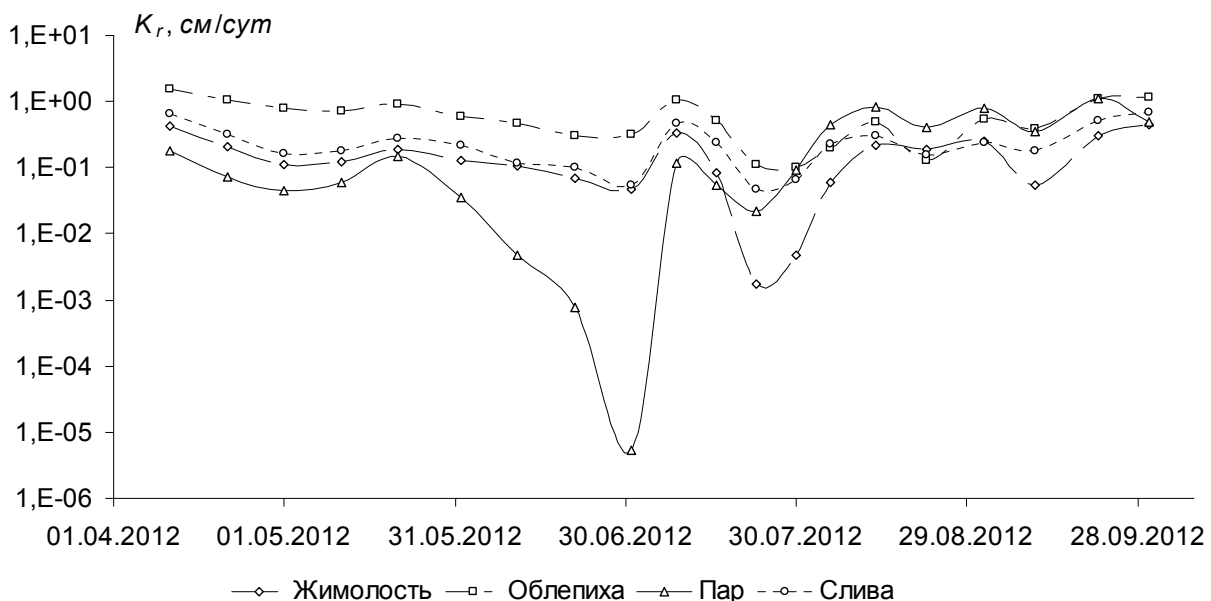


Рис. 1. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2012 г. в горизонте Ап

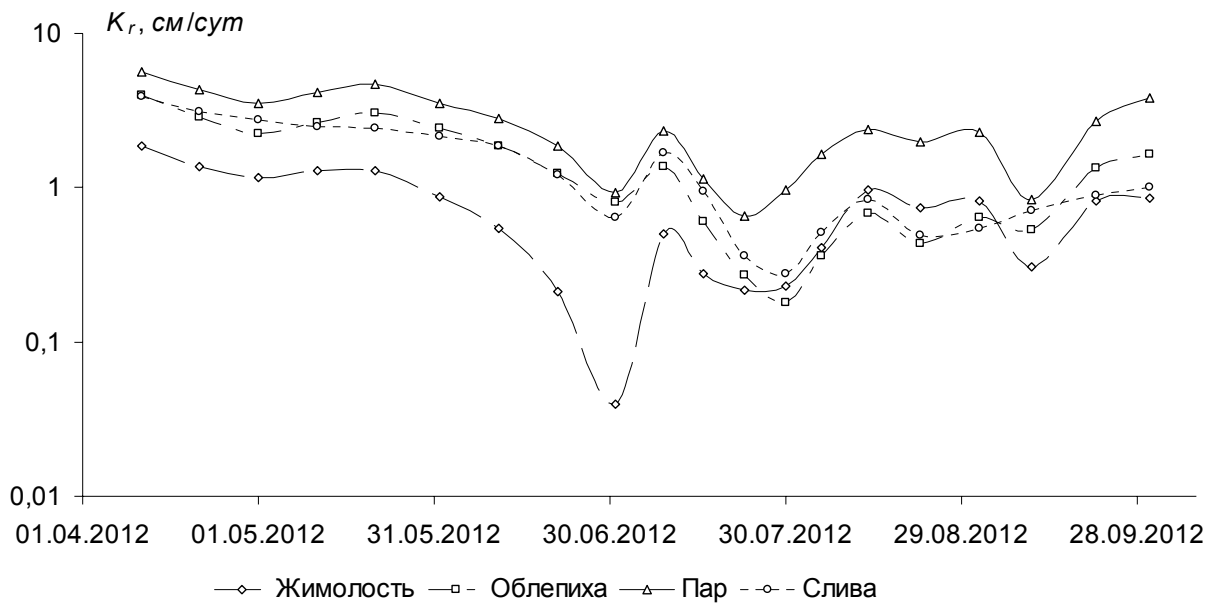


Рис. 2. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2012 г. в горизонте АВ

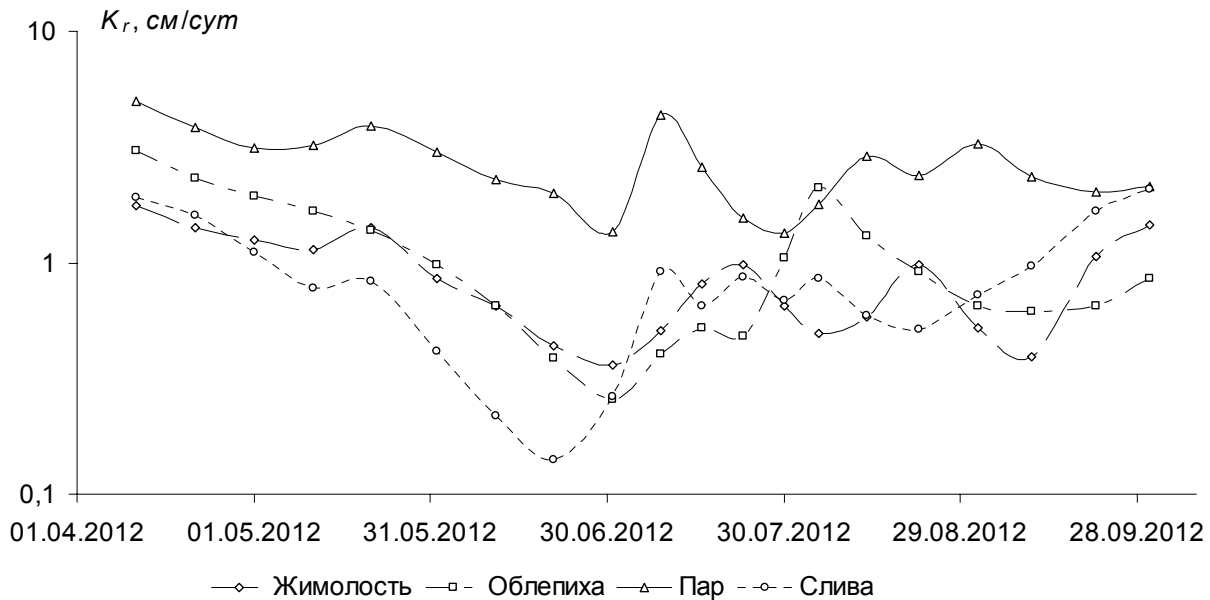


Рис. 3. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2012 г. в горизонте В

Снижение коэффициента влагопроводности к середине вегетационного периода свидетельствует о том, что даже при возможных поливах или атмосферных осадках иссушенная почва хуже проводит воду, чем влажная.

В 2013 г. в горизонтах Ап, АВ и В на начало вегетации коэффициент влагопроводности превышал 10 см/сут. на всех вариантах и на протяжении всего лета оставался в диапазоне от 1 до 10 см/сут. Исключение составил пахотный горизонт, где влагопроводность опускалась ниже

1 см/сут. Особенно сильным было его падение под жимолостью и сливой (до 0,05 см/сут.) в середине июля (рис. 5-8).

В почвообразующей породе во втором периоде вегетации наиболее низкие значения коэффициента влагопроводности отмечены также под жимолостью и сливой, из чего можно сделать вывод о более высоком потреблении влаги этими культурами, чем облепихой. Поэтому при разработке систем орошения следует учитывать этот факт.

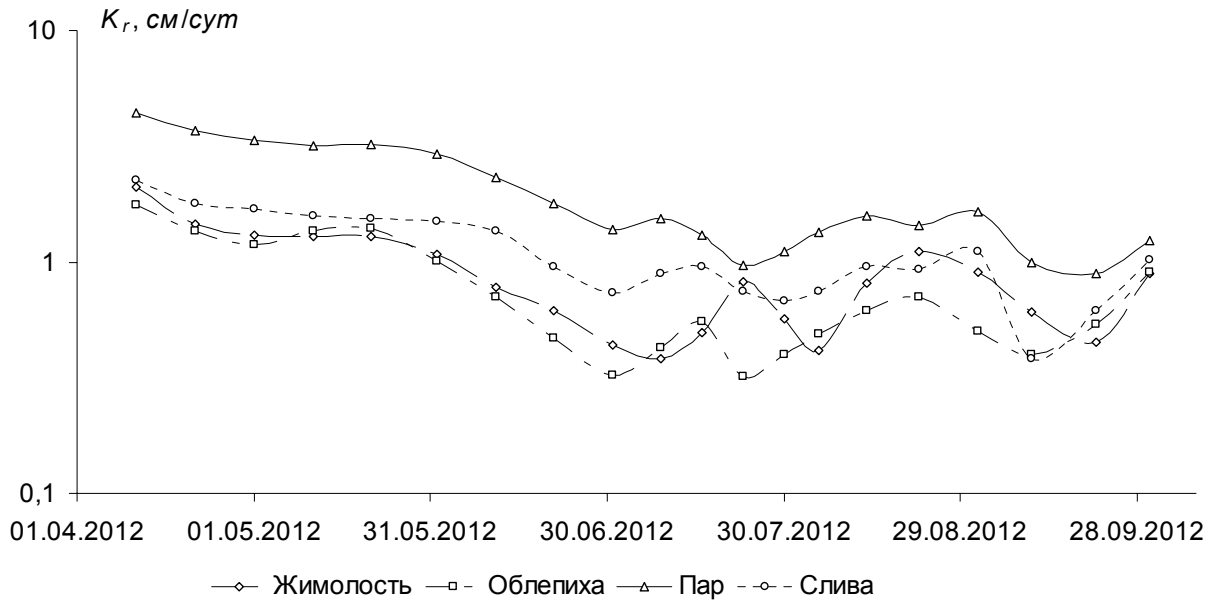


Рис. 4. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2012 г. в горизонте Ск

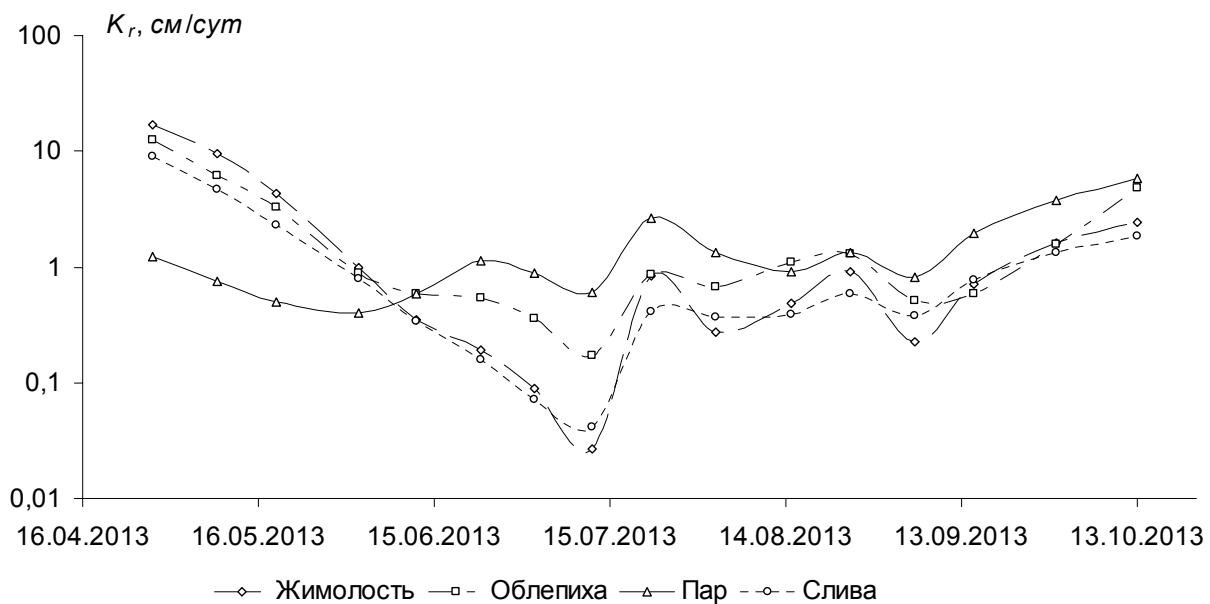


Рис. 5. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2013 г. в горизонте Ап

К концу июня 2014 г. в пахотном горизонте чернозема уменьшение влагосодержания почвы с 60%НВ до 20%НВ обусловило резкое снижение коэффициента влагопроводности под жимолостью и облепихой (до 10^{-2} - 10^{-4} см/сут.), а под паром – до 10^{-5} см/сут. При таком падении влагопроводности капиллярный поток воды полностью

отсутствует и снабжение растения влагой в этом горизонте практически исчезает (рис. 9-11).

В июле в горизонте АВ коэффициент влагопроводности опускался ниже 0,1 см/сут. под облепихой (рис. 10), что связано с обезвоживанием почвы.

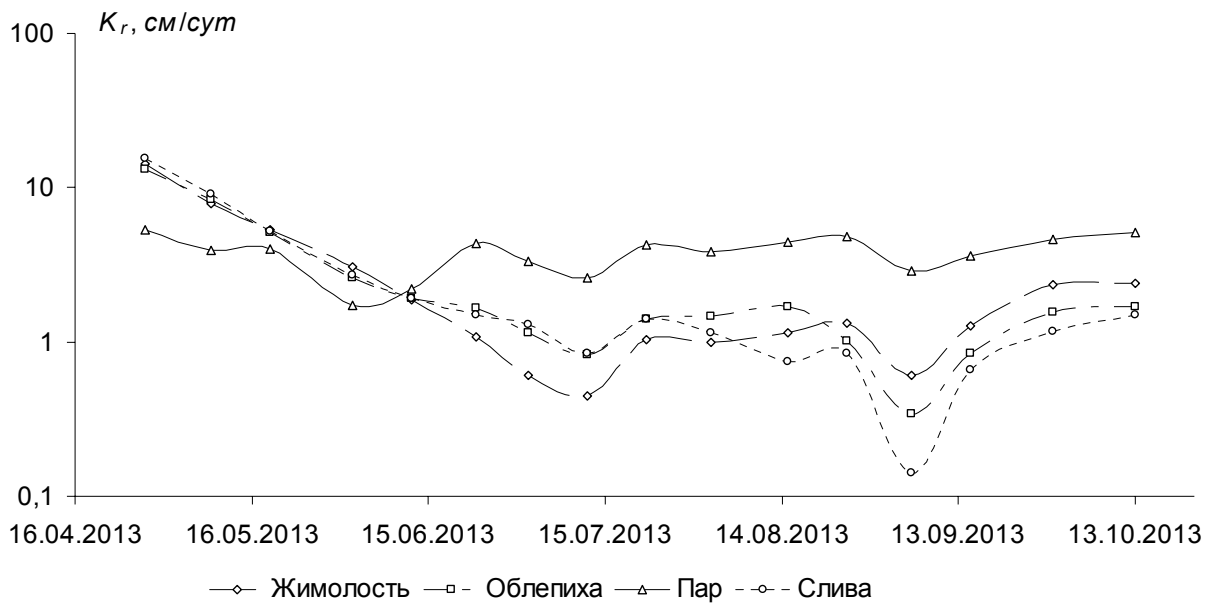


Рис. 6. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2013 г. в горизонте АВ

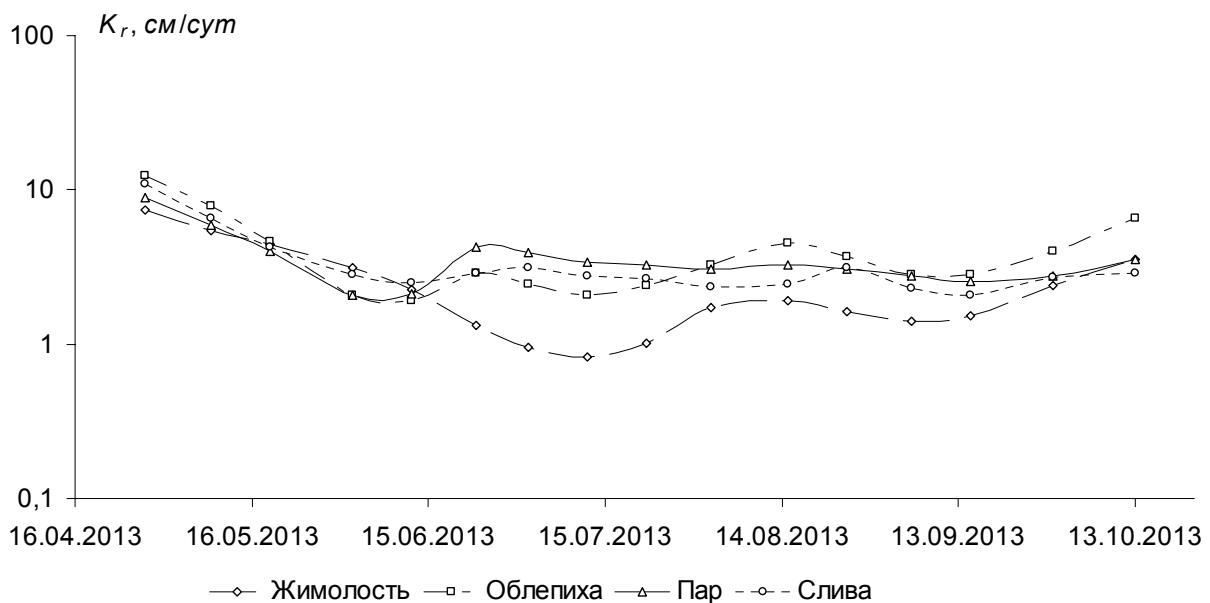


Рис. 7. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2013 г. в горизонте В

В иллювиальном горизонте В и подстилающей породе Ск (рис. 12) динамика коэффициентов влагопроводности в 2014 г. была аналогичной. В начале вегетационного периода влагопровод-

ность обеспечивалась оптимальным режимом увлажнения на всех вариантах, а во второй – только на пару.

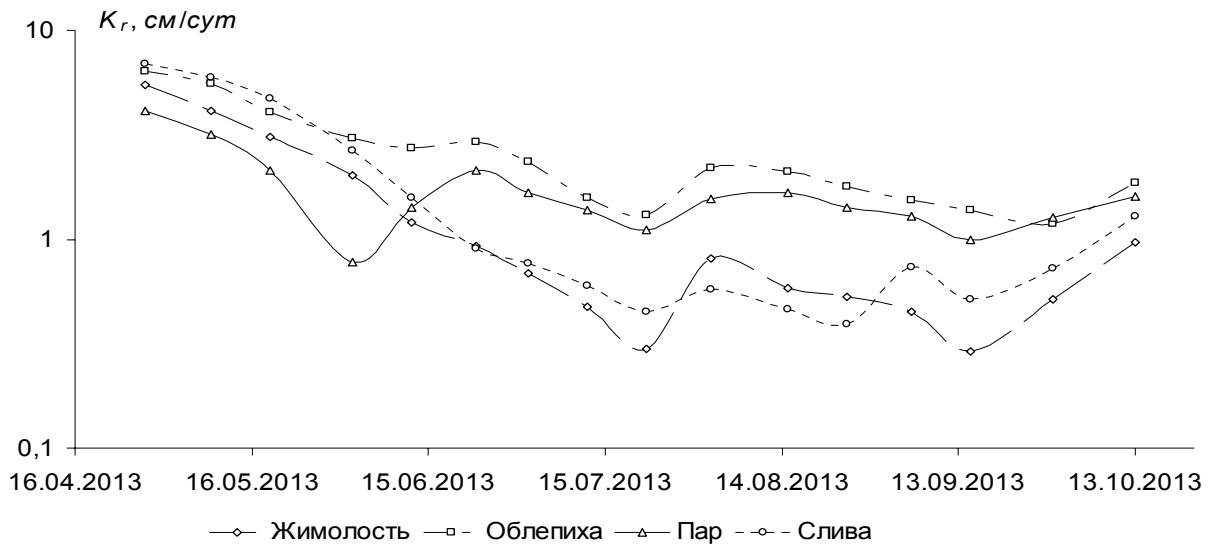


Рис. 8. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2013 г. в горизонте Ск

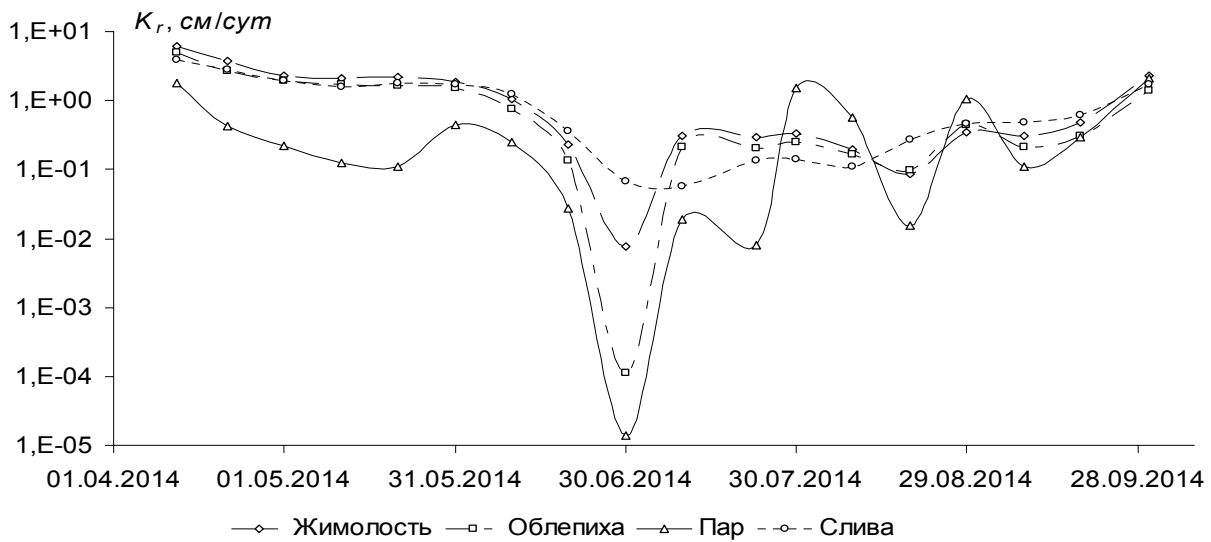


Рис. 9. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2014 г. в горизонте Ап

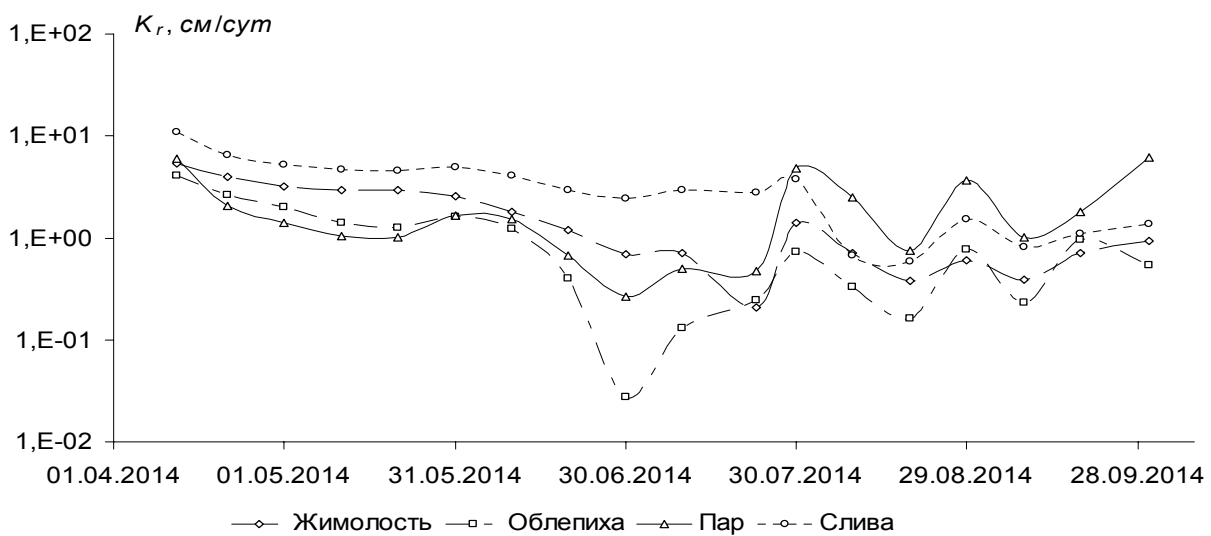


Рис. 10. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2014 г. в горизонте АВ

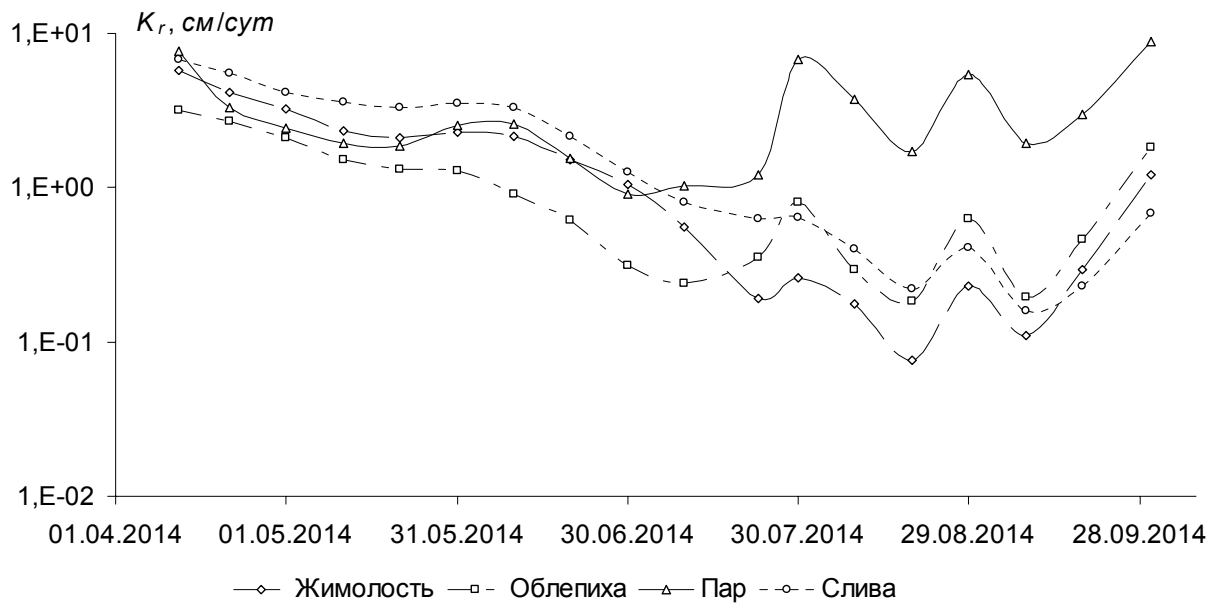


Рис. 11. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2014 г. в горизонте В

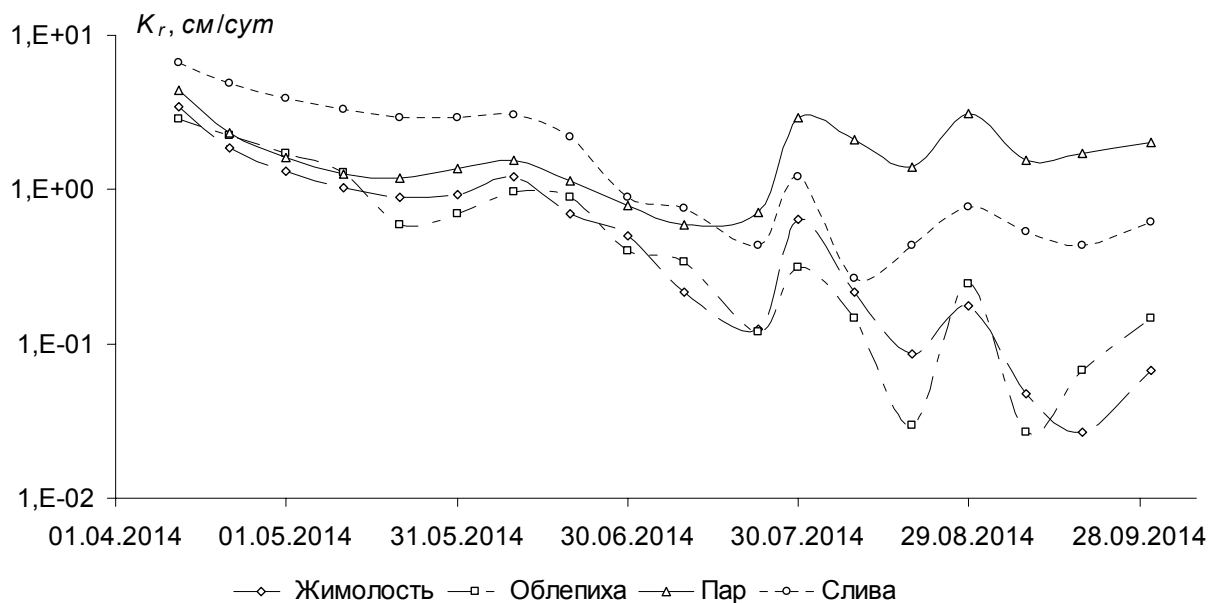


Рис. 12. Динамика коэффициента влагопроводности чернозема под ягодными культурами в течение вегетации 2014 г. в горизонте Ск

Анализ проведенных исследований позволил отметить, что динамика влагопроводности генетических горизонтов профиля чернозема в значительной степени зависит от сезонной динамики их увлажнения. При этом выявляются различия в зависимости от возделываемой культуры. Таким образом, динамика влагопроводности за годы исследований нашла отражение на процессах пере-

распределения влаги в почвенном профиле, что, в конечном счете, определило рост и продуктивность ягодных культур.

Выводы

1. В условиях высокого Алтайского Приобья в первой половине вегетации зачастую величины коэффициента влагопроводности чернозема под

ягодными культурами составляют 0,1-1 см/сут. Такие значения влагопроводности не способны обеспечить оптимальный влагопоток от корней растений к листьям, что влечет определенное обезвоживание клеток листа, в том числе и устьичных, что обуславливает снижение транспирации. При этом капиллярный переток влаги полностью отсутствует, вода находится в состоянии пленочной.

2. Анализ проведенных исследований показал, что динамика влагопроводности генетических горизонтов профиля чернозема в значительной степени зависит от сезонной динамики их увлажнения. В результате выявляются различия в зависимости от возделываемой культуры, а изменение влагопроводности в течение вегетации отражается на процессах перераспределения влаги в почвенном профиле, что определяет рост и продуктивность ягодных культур.

Библиографический список

1. Ilinich V.V. Assessment of surface moisture in the catchment area on the base of modelling the hydrological properties of soils / V.V. Ilinich, A.G. Bolotov, E.V. Shein, S.V. Makarychev // G. La Loggia, G. Freni, V. Puleo and M. De Marchis (eds.), HIC 2018, 13th International Conference on Hydroinformatics, Palermo, 1-6 July 2018, (EPiC Series in Engineering, vol. 3), pp. 931-935.

2. Bolotov A.G. Water retention capacity of soils in the Altai Region / A. G. Bolotov, E. V. Shein, S. V. Makarychev // Eurasian Soil Science. – 2019. – Vol. 52. - No. 2. - pp. 187–192.

3. Шеин Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

4. Шеин Е.В., Болотов А.Г., Мазиров М.А., Мартынов А.И. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 26-28.

5. Макарычев С.В. Теплофизические основы мелиорации почв. – Барнаул, 2005. – 280 с.

6. Болотов А.Г. Расчет энергии водоудерживающей способности почвы через почвенно-гидрологические константы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 11. – С. 34-36.

7. Шеин Е.В., Архангельская Т.А., Гончаров В.М. и др. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.

References

1. Ilinich V.V. Assessment of surface moisture in the catchment area on the base of modelling the hydrological properties of soils / V.V. Ilinich, A.G. Bolotov, E.V. Shein, S.V. Makarychev // G. La Loggia, G. Freni, V. Puleo and M. De Marchis (eds.), HIC 2018, 13th International Conference on Hydroinformatics, Palermo, 1-6 July 2018, (EPiC Series in Engineering, vol. 3), pp. 931-935.

2. Bolotov A.G. Water retention capacity of soils in the Altai Region / A.G. Bolotov, E.V. Shein, S.V. Makarychev // Eurasian Soil Science. – 2019. – Vol. 52. – No. 2. – pp. 187-192.

3. Shein Ye.V. Kurs fiziki pochv. – M.: Izd-vo MGU, 2005. – 432 s.

4. Shein Ye.V., Bolotov A.G., Mazirov M.A., Martynov A.I. Modelirovanie teplovogo rezhima pochvy po amplitude temperatury prizemnogo vozdukhа // Zemledelie. – 2017. – No. 7. – S. 26-28.

5. Makarychev S.V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv. – Barnaul, 2005. – 280 s.

6. Bolotov A.G. Raschet energii vodouderzhivayushchey sposobnosti pochvy cherez pochvenno-gidrologicheskie konstanty // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 11. – S. 34-36.

7. Shein Ye.V. Polevye i laboratornye metody issledovaniya fizicheskikh svoystv i rezhimov pochv / Ye.V. Shein, T.A. Arkhangelskaya, V.M. Goncharov i dr. – M.: Izd-vo MGU, 2001. – 200 s.

