

**Апушев А.К.¹, Вдовина Т.А.², Сулейменов А.Н.³,
Винокуров А.А.⁴**

¹доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: altai_bs@mail.ru

²кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: altai_bs@mail.ru

³старший научный сотрудник, e-mail: altai_bs@mail.ru

⁴старший научный сотрудник, e-mail: altai_bs@mail.ru

РГП на ПХВ «Алтайский ботанический сад» КН МОН РК, Казахстан, г. Риддер

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ И
КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ
ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ВЛАГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

В данной статье рассмотрен водный режим 11 видов древесно-кустарниковых растений в предгорной зоне юго-востока Казахстана. В результате исследований выявлены виды: *Malus domestica* cv. 'Салтанат', *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', *Thuja occidentalis* L., *Tilia cordata* Mill., *Berberis iliensis* M. Pop., *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., *Crataegus oxyacantha* L., имеющие высокую водоудерживающую способность и общую оводненность. Применяемые технологии влагообеспечения специфично влияют на каждую из испытываемых культур и позволяют говорить о хорошей адаптивности декоративно-кустарниковых растений. Гидрогель «Аквасорбс» является эффективным средством регулирования водоудерживающей способности почв. Сравнительный анализ физиологических процессов водного режима растений между разными водосберегающими технологиями показал, что применение влагопоглощающего полимера «Аквасорбс» наиболее эффективно в дозе 1,0 кг/м³. Также хорошие результаты получены в варианте – полив по бороздам, который является контролем.

Цель исследований заключалась в научном обосновании и разработке приемов использования полимерного гидрогеля «Аквасорбс» для улучшения водно-физических свойств почвы, что будет способствовать развитию потребительского и декоративного садоводства в аридных районах юго-востока Казахстана.

Ключевые слова: гидрогель, «Аквасорбс», древесно-кустарниковые растения, вариант, климат, водоудерживающая способность, общая оводненность.

Apushev A.K.¹, Vdovina T.A.², Suleimenov A.N.³, Vinokurov A.A.⁴

¹doctor of agricultural sciences, e-mail: altai_bs@mail.ru

²candidate of biological sciences, leading researcher, e-mail: altai_bs@mail.ru

³senior researcher, e-mail: altai_bs@mail.ru

⁴senior researcher, e-mail: altai_bs@mail.ru

Altai Botanical Garden, Kazakhstan, Ridder

**Physiological condition of trees and shrubs under arid
conditions of the foothill zone in the south-east
of Kazakhstan depending on the applied technologies moisture protection**

This article describes the water regime of 11 trees and shrubs species in the foothill zone of the south-east of Kazakhstan. In the research results identified some species: *Malus domestica* cv. 'Saltanat', *Ribes nigrum* L. cv. 'Minai Shmyrev', *Thuja occidentalis* L., *Tilia cordata* Mill., *Berberis iliensis* M. Pop., *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., *Crataegus oxyacantha* L., that have high moisture supported ability and general water content. The applied technologies of moisture supply specifically affect each of the test crops and suggest a good adaptability of the ornamental-shrub plants. Hydrogel «Aquasorbs» is an effective means of regulating the water-holding capacity of the soil. A comparative analysis of the physiological processes of the water regime of plants between different water-saving technologies showed that the use of the moisture-absorbing polymer «Aquasorbs» is most effective at a dose of 1.0 kg/m³. Also, good results were obtained in the variant – furrow irrigation, which is a control.

The purpose of the research was the scientific substantiation and development of methods for the use of polymer hydrogel «Aquasorbs» to improve the water-physical properties of the soil, which will contribute to the development of consumer and ornamental horticulture in the arid regions of South-East Kazakhstan.

Key words: hydrogel, Aquasorbs, trees and shrubs, variant, climate, water holding capacity, total water content.

Апушев А.К.¹, Вдовина Т.А.², Сүлейменов А.Н.³, Винокуров А.А.⁴

¹ауылшаруашылық ғылымдарының докторы, e-mail: altai_bs@mail.ru

²биология ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкері, e-mail: aaltai_bs@mail.ru

³аға ғылыми қызметкері, e-mail: altai_bs@mail.ru

⁴аға ғылыми қызметкері, e-mail: altai_bs@mail.ru

ҚР БҒМ ҒМ «Алтай ботаникалық бағы» ШЖҚ РМК, Қазақстан, Риддер қ.

Қолданылатын сумен қамтамасыз ету технологияларын қолдануға байланысты оңтүстік-шығыс Қазақстанның тау етегі аймағының құрғақшылық жағдайындағы ағашты және бұталы өсімдіктердің физиологиялық көрсеткіштері

Бұл мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы тау бөктеріндегі ағаш-бұта өсімдіктерінің 11 түрінің су режимі қарастырылған. Зерттеу нәтижесінде жоғары су ұстағыш қабілеті бар және жалпы сулануы бар түрлер анықталды, олар: *Malus domestica* cv. 'Салтанат', *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', *Thuja occidentalis* L., *Tilia cordata* Mill., *Berberis iliensis* M. Pop., *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., *Crataegus oxyacantha* L. Қолданылатын ылғалмен қамтамасыз ету технологиялары сыналатын дақылдардың әрқайсысына ерекше әсер етеді және сәндік-бұта өсімдіктерінің бейімделуі жақсы екендігі туралы айтуға мүмкіндік береді. «Аквасорб» гидрогелі топырақтың су ұстағыш қабілетін реттеудің тиімді құралы болып табылады. Өртүрлі су үнемдеуші технологиялар арасындағы өсімдіктердің су режимінің физиологиялық үдерістерін салыстырмалы талдау, ылғалмен қоректендіретін полимер «Аквасорбс»-ты 1,0 кг/м³ дозада қолдану тиімді болатынын көрсетті. Сондай-ақ жақсы нәтижелер – бақылау болып табылатын бороздар бойынша суару нұсқасында болды.

Зерттеудің мақсаты Топырақтың су-физикалық қасиеттерін жақсарту үшін «Аквасорбс» полимерлі гидрогельді пайдалану тәсілдерін ғылыми негіздеу және әзірлеу болып табылады, бұл Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы аридті аудандарда тұтыну және сәндік бағбандықты дамытуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: гидрогель, «Аквасорбс», ағаш-бұта өсімдіктері, нұсқа, климат, су ұстау қабілеті, жалпы сулану.

Введение

Обеспеченность растений водой – важнейшее условие их нормального функционирования. Водный режим растений представляет собой совокупность ряда процессов: поглощение воды растением; проведение воды по растению; потеря воды в процессе транспирации (испарения), усвоение воды клетками. Длительное ухудшение водообеспеченности растений даже при относительно небольшом уменьшении водного потенциала приводит к нарушению оптимального соотношения между фотосинтезом и дыханием, вследствие чего снижаются уровень синтетических процессов и продуктивность растений. Особенно опасен длительный водный дефицит при закладке репродуктивных органов. Не случайно этот период называют критическим в отношении влагообеспечения. Если в почве достаточно доступной воды, все эти изменения остаются обратимыми и дефицит воды в расте-

нии ликвидируется. Сравнение прихода воды и ее расхода носит название водного баланса растения. Если расход воды превышает ее приход, то в растении возникает водный дефицит [1, 2, 3, 4].

Актуальность данной работы связана с ростом водопотребления в сельском хозяйстве с интенсивным развитием орошения, на которые приходится более 2/3 выпускаемой растениеводческой продукции. Значительный забор воды в бассейнах Амударьи и Сырдарьи привел к экологической проблеме с Аральским морем и оз. Балхаш. С нарастанием дефицита водных ресурсов в этом регионе остро встает вопрос внедрения современных водосберегающих технологий [5].

К числу перспективных мелиоративных средств, расширяющих возможности управления водным режимом почв, относятся влагонабухающие полимерные гидрогели. Сильнонабухающие полимерные гидрогели (СПГ)

представляют собой класс материалов, которые используются в растениеводстве для улучшения водно-физических свойств почвы. При поливе они накапливают большое количество воды и постепенно отдают ее растениям [6, 7, 8, 9]. Их применение позволяет растению преодолеть стрессовые ситуации, связанные с нехваткой воды, а также значительно снизить вымывание удобрений в нижние слои почвы [10, 11, 12, 13]. В трудах зарубежных ученых приводятся данные о положительном влиянии различных гидрогелей на сохранность растений их адаптацию [14, 15, 16, 17, 18].

Цель наших исследований заключалась в научном обосновании и разработке приемов использования полимерного гидрогеля «Аквасорбс» для улучшения водно-физических свойств почвы, что будет способствовать развитию потребительского и декоративного садоводства в аридных районах юго-востока Казахстана.

Опытный участок на котором произрастают растения находится в Енбекшиказахском районе Алматинской области. Климат района резко континентальный. Зима мягкая, лето жаркое. Средние температуры января – 6-10°C, июля + 20-24°C. Среднегодовая температура воздуха +6,2- 8,0 °C. Абсолютный максимум воздуха +37-41°C, абсолютный минимум -33-35°C. Сумма положительных температур воздуха за теплый период 3250-3400°C, за период активной вегетации – 2500-3050°C. Безморозный период длится 160-170 дней. Весенние заморозки заканчиваются в конце апреля, осенью наступают в первой декаде октября. Сумма осадков за год в районе опытного участка 420-500 мм, 70-75% выпадает в теплое время года. Зима умеренно теплая, обычно растения зимуют без повреждений [19]. Однако в зимы, характеризующие частой оттепелью и сухостью воздуха, происходит зимнее иссушение почек и побегов у отдельных видов и сортов.

Почва, где располагается основная масса корней (5-35 см) опытных растений – темно-серая с коричневым оттенком во влажном состоянии, пылевато-комковатой структуры. Механический состав по генетическим горизонтам достаточно однороден. Количество усвояемого фосфора в почве составляет 3,18 мг на 100 грамм почвы (горизонт А), 1,33 мг на 100 грамм почвы (горизонт В), калия, соответственно, 77,24-24,00 мг на 100 грамм почвы, т.е. обеспеченность усвояемыми формами фосфора слабая, калием – высокая, что связано с богатством почвообразующей породы первичными калий содержащими

минералами. Содержание гумуса в горизонте А составляет от 1,7% до 2,4% [20]. Вышеприведенное позволяет считать, что почвенные условия опытного участка благоприятны для выращивания древесных и кустарниковых интродуцентов.

Материалы и методики исследования

В эксперимент были включены следующие виды: ель сибирская – *Piceae obovata* Ledb., туя западная – *Thuja occidentalis* L., черемуха обыкновенная – *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., береза бородавчатая – *Betula pendula* Roth., липа мелколистная – *Tilia cordata* Mill., клен остролистный – *Acer platanoides* L., боярышник обыкновенный – *Crataegus oxyacantha* L., яблоня домашняя – *Malus domestica* cv. 'Салтанат', смородина черная – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', барбарис илийский – *Berberis iliensis* M. Pop.

Опыт поставлен в пяти вариантах: I – применение водопоглощающего полимера «Аквасорбс», норма внесения 1,0 кг/м³ (125 г для деревьев и 90 г для кустарников), с поливом в максимально засушливый период; II – применение водопоглощающего полимера «Аквасорбс», норма внесения 1,5 кг/м³ (188 г для деревьев и 135 г для кустарников), с поливом в максимально засушливый период; III – применение водопоглощающего полимера «Аквасорбс», норма внесения 2,0 кг/м³ (250 г для деревьев и 180 г для кустарников), с поливом в максимально засушливый период; IV – использование оросительной системы капельного типа; V – полив по бороздам служит контролем [21].

Параметры водного режима (общая оводненность, водоудерживающая способность, содержание «подвижной» влаги) определяли по общепринятым методикам [22]. Исследования проводились с периодичностью в 30 дней (июнь, июль, август) Для отслеживания динамики потери воды листья взвешиваются через 0,5 часа, в течение 3 часов, что составляет 9 измерений, включая взвешивание первоначальной сырой массы листьев одного образца и определение сухого веса при температуре 105-110°C до постоянной массы.

Общая оводненность листьев рассчитывается по формуле :

$$W=100 \times (M-M_2)/M$$

Водоудерживающая способность листьев:

$$R=100 \times (M_1-M_2)/M$$

Содержание «подвижной» влаги в листьях:

$$L=W-R$$

где: М – масса свежей пробы; М1 – масса пробы спустя 3 часа; М2 – масса пробы после высушки.

Водоудерживающая способность, общая оводненность листьев, содержание «подвижной» влаги в листьях определены как в динамике по месяцам, так и в целом за вегетацию.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценить уровень водообмена растений позволяет ряд показателей, среди которых водо-

удерживающая способность листьев. Водоудерживающая способность листьев (ВСЛ) показывает, насколько способны ткани растения удерживать определенное количество воды. ВСЛ, определяемая в разные фазы развития живого организма, косвенно характеризует его адаптационные возможности в процессе онтогенеза. Чем больше водоудерживающая способность, тем больше вероятность противостоять обезвоживанию тканей в экстремальных условиях среды [23, 24, 25, 26].

По данным диаграммы, приведенной ниже можно судить о влиянии вариантов опыта на водоудерживающую способность листьев за вегетацию (рисунок 1).

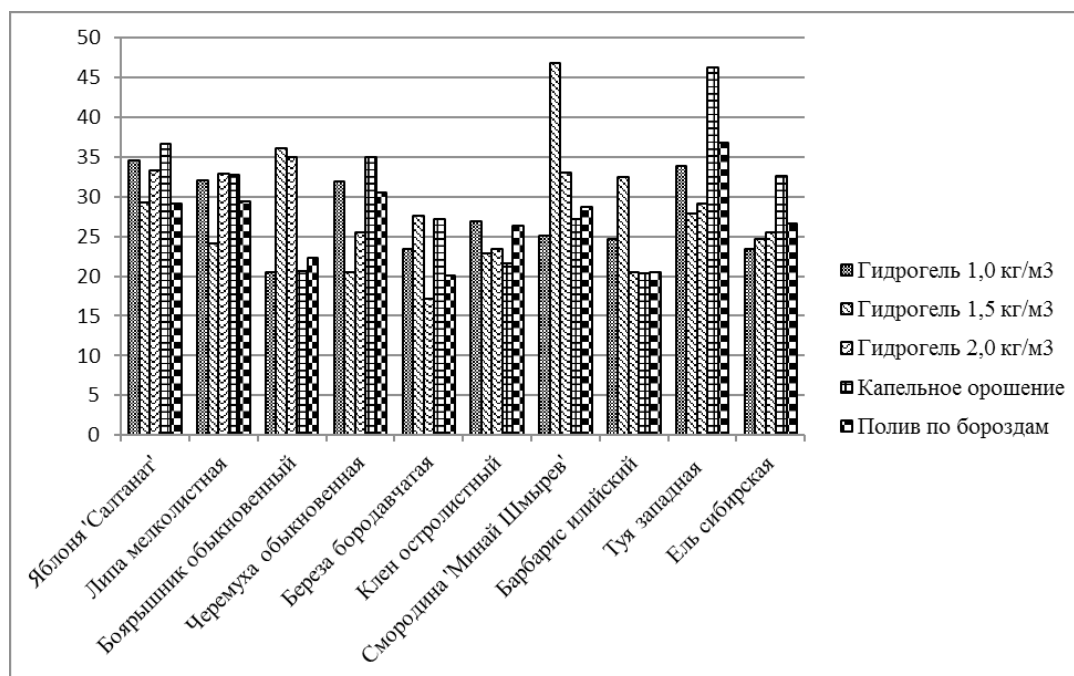


Рисунок 1 – Водоудерживающая способность листьев древесных и кустарниковых растений за вегетационный период

Так, наибольшей водоудерживающей способностью обладают листья смородины черной – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев' и туи западной – *Thuja occidentalis* L., более 45%. Вместе с тем каждая культура специфично реагирует на применяемые технологии влагообеспечения. Так, для смородины черной – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', лучшим оказался вариант применения гидрогеля с нормой 1,5 кг/м³, а для туи западной – *Thuja occidentalis* L., капельное орошение. Все испытываемые культуры показывают высокую адап-

тивность к засушливым условиям предгорной зоны Юго-востока Казахстана, их водоудерживающая способность в течении вегетации не снижалась ниже 20%, лишь в случае с березой бородавчатой – *Betula pendula* Roth. она оказалась ниже.

Одним из важнейших показателей жизнеспособности растений является степень оводненности их тканей. Проведенные исследования показали, что общая оводненность в зависимости от культуры и видов колеблется в пределах 45-80% (рисунок 2).

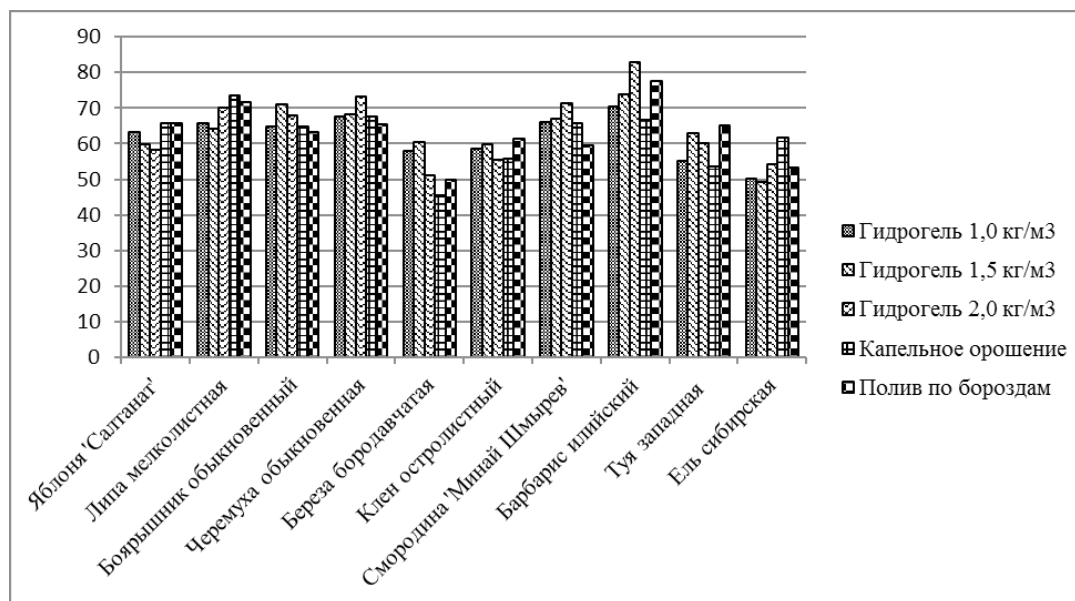


Рисунок 2 – Общая оводненность листьев древесных и кустарниковых растений за вегетационный период

По этому показателю опытные растения можно подразделить на три группы: растения с низкой (меньше 60%), средней (61-70%) и высокой степенью оводненности (больше 71%). К первой группе можно отнести: березу бородавчатую – *Betula pendula* Roth., клен остролистный – *Acer platanoides* L., ель сибирскую – *Piceae obovata* Ledb., ко второй группе: липу мелколистную – *Tilia cordata* Mill., боярышник обыкновенный – *Crataegus oxyacantha* L., черемуху обыкновенную – *Padus racemosa* (Lam.) Gilib. и смородину черную – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', к третьей группе барбарис илийский – *Berberis iliensis* M. Pop.

Применяемые технологии влагообеспечения специфично влияют на каждую из испытываемых культур. На барбарис илийский – *Berberis iliensis* M. Pop., обладающий высокой общей оводненностью благоприятно влияют гидрогель с нормой 2 кг/м³ и полив по бороздам. Оводненность листьев липы мелколистной – *Tilia cordata* Mill., и ели сибирской – *Piceae obovata* Ledb. повышаются при капельном орошении. Для боярышника обыкновенного – *Crataegus oxyacantha* L. и березы бородавчатой – *Betula pendula* Roth., благоприятно влияет применение гидрогеля с нормой 1,5 кг/м³, а для яблони домашней – *Malus domestica* cv. 'Салтанат' эффективен гидрогель с нормой 1,0 кг/м³. Общая оводненность листьев декоративно-кустарниковых растений варьировала от 45% у березы бородавчатой –

Betula pendula Roth., при капельном орошении, до 80% у барбариса илийского – *Berberis iliensis* M. Pop., с внесением препарата «Аквасорбс» в дозе 2,0 кг/м³.

Одним из важных показателей адаптивности растений к конкретным почвенно-климатическим условиям является содержание «подвижной» влаги в листьях. Наибольшее содержание «подвижной» влаги было в листьях барбариса илийского – *Berberis iliensis* M. Pop. (рисунок 3).

Следующие по этому показателю черемуха обыкновенная – *Padus racemosa* (Lam.) Gilib. и боярышник обыкновенный – *Crataegus oxyacantha* L.. Применение гидрогеля с нормой 2 кг/м³ способствует повышению содержания «подвижной» влаги в листьях барбариса илийского – *Berberis iliensis* M. Pop., черемухи обыкновенной – *Padus racemosa* (Lam.) и ели сибирской – *Piceae obovata* Ledb. Внесение гидрогеля в норме 1,5 кг/м³ способствует повышению содержания «подвижной» влаги в листьях яблони домашней – *Malus domestica* cv. 'Салтанат', черемухи обыкновенной – *Padus racemosa* (Lam.), клена остролистного – *Acer platanoides* L. и туи западной – *Thuja occidentalis* L. Капельное орошение и гидрогель «Аквасорбс» с нормой 1,0 кг/м³ благоприятно влияют на содержание «подвижной» влаги в листьях ели сибирской – *Piceae obovata* Ledb., боярышника обыкновенного *Crataegus oxyacantha* L., смородины черной – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев'.

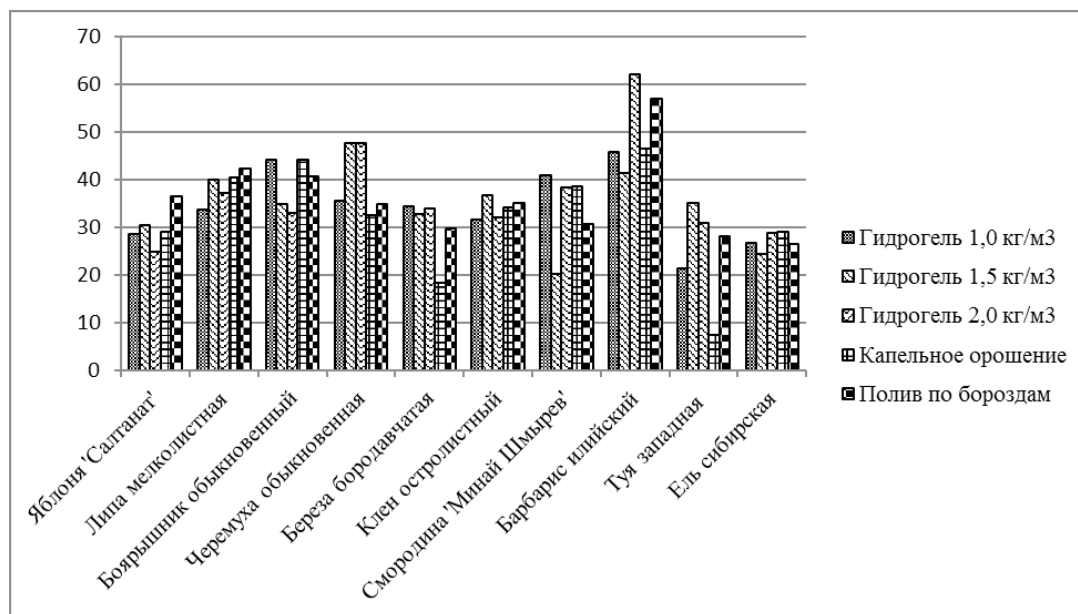


Рисунок 3 – Содержание «подвижной» влаги в листьях древесных и кустарниковых растений за вегетационный период

Заключение

Проведенные исследования позволяют говорить о хорошей адаптивности декоративно-кустарниковых растений при применении влагосберегающих технологий в регионах с выраженной аридностью климата, в условиях повышенных летних температур. Вместе с тем, эти виды испытывают недостаток влаги в период от цветения до созревания плодов. И все же действие засухи сказывается на основных фазах развития растений. Сравнительный анализ физиологических процессов водного режима растений между разными водосберегающими технологиями показал, что применение влагопоглощающего полимера «Аквасорбс» наиболее эффективно в дозе 1,0 кг/м³. Также хорошие результаты получены в варианте, – полив по бороздам, который является контролем. При изучении адаптации (жаростойкость, водоудерживающая способность) экспериментальных растений в аридных условиях юго-востока Казахстана выявлены виды по физиологическим свойствам,

водному режиму с хорошими приспособительными качествами к условиям окружающей среды. Это яблоня домашняя – *Malus domestica* cv. 'Салтанат', смородина черная – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев', туя западная – *Thuja occidentalis* L., липа мелколистная – *Tilia cordata* Mill. Для этих видов характерна высокая водоудерживающая способность. По общей оводненности выделены: барбарис илийский – *Berberis iliensis* M. Pop., яблоня домашняя – *Malus domestica* cv. 'Салтанат', липа мелколистная – *Tilia cordata* Mill, черемуха обыкновенная – *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., боярышник обыкновенный – *Crataegus oxyacantha* L., смородина черная – *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев'. В тоже время высокая температура воздуха и суховеи не могли не сказаться на состоянии опытных растений, которое характеризовалось как хорошее и удовлетворительное.

Работа выполнена по научно-технической программе (BR05236444) «Испытание инновационных технологий при развитии садоводства в аридных условиях Казахстана».

Литература

- 1 Крамер П.Д. Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: «Лесная промышленность», 1983. 464 с.
- 2 Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1986. 503 с.
- 3 Малиновский В.И. Физиология растений. Владивосток. Из-во ДВГУ., 2004. 105 с.
- 4 Яковец. О.Г. Фитофизиология стресса. Минск. Из-во БГУ., 2009. 101 с.

- 5 Бельгибаев М.Е. Белый А.В. Аридизация почв и ландшафтов семиаридной зоны Казахстана. // «География и природные ресурсы», №3, 2002. С. 134-139.
- 6 Данилова Т.Н. Регулирование водного режима дерново-подзолистых почв и влагообеспеченность растений при помощи водопоглощающих полимеров. // «Агрофизика» №1. 2016. С 8-16.
- 7 Наумов П.В., Щербакова Л.Ф., Околелова А.А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей. // «Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса» № 4, 2011. С. 1-5.
- 8 Годунова Е.И., Гудырин В.Н., Шкабарда С.Н. Перспективы использования гидрогеля в земледелии центрального предкавказья. // «Достижения науки и техники АПК», №1, 2014. С. 24-27.
- 9 Тибирьков А.П., Филин В.И. Влияние полиакриламидного гидрогеля на структурно-агрегатный состав пахотного слоя светло-каштановой почвы Волго-Донского междуречья. // «Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса» № 4, 2013. С. 1-5.
- 10 Смагин А.В. Садовников Н.Б. Биодеструкция сильно набухающих гидрогелей и ее влияние на водоудерживающую способность почв. // «Почвоведение» №6, 2014. С. 716-723.
- 11 Цепляев А.Н. Тимошенко В.В. Сохранение плодородия почвы при использовании различных способов механизированного внесения туконасыщенного гидрогеля. // «Известие нижеволжского агроуниверситетского комплекса» №1, 2016. С. 195-201.
- 12 Tu Z.; Armitage A.; Vines H. Influence of an antitranspirant and a hydrogel in net photosynthesis and water loss of cineraria during water stress (США), HortScience, 1985; T. 20. N 3.
- 13 Sloup J.; Salas P. Affecting the quality of nursery produce by soil conditioners (Чехия) Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendeliana Brunensis, 2009; Vol.57, N 4
- 14 Wallace A. Effect of polymers in solution culture on growth and mineral composition of tomatoes (США), Soil Sc, 1986; T. 141. N 5.
- 15 Deren D.; Szewczuk A.; Gudarowska E. Agrogel usage in cultivation of trees planted in ridges (Польша) J. Fruit ornamental Plant Res., 2010; Vol. 18, N 2.
- 16 DeBell, D.S., D.D. Hook and W.H. McKee, Jr. Growth and physiology of loblolly pine roots under various water table level and phosphorous treatments. For. Sci. 30: – 1984. pp 705-714.
- 17 Johnson M.S.; Weltkamp C.J. Structure and function of water-storing agricultural polyacrylamides. (Великобритания), J. Sc. Food Agr, 1985; T. 36. N 9
- 18 Makowska M.; Borowski E.; Ziemia A. Vegetative development, blooming and fruiting of strawberry plants cultivated in soils with the addition of Ekosorb. (Польша) Folia Univ. agriculturae steninsis / Akad. rol. – Szczecin, 2004 (вып. дан., 2005); N 242
- 19 Кудрин Р.Д. Агроклиматический справочник по Алма-Атинской области. Ленинград.: «Гидрометеиздат». 1961. 220 с.
- 20 Исаева Р.М., Бреева К.М., Зарембо Э.С. и др. Агроклиматические ресурсы Алма-Атинской области Казахской ССР. Ленинград.: «Гидрометеиздат». 1978. 200 с.
- 21 Vdovina T.A., Vinokurov A.A., O.A. Lagus O.A., E.A. Isakova E.A. Introduction of moisture-holding polymer «Aquasorb» during landing wood-shrubby and fruit plants in the arid conditions of Kazakhstan // Вестник Карагандинского университета № 4(92)/2018, Караганда, 2018. С. 33-37.
- 22 Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1983. 38 с.
- 23 Беляева Ю.В. Результаты водоудерживающей способности листовых пластинок березы произрастающей в условиях антропогенного воздействия (на примере г. Тальяти). // «Известие Самарского научного центра РАН», №4. 2014., С. 29-32.
- 24 Жолкевич В.Н. Водный обмен растений. М.: Наука., 1989. 256 с.
- 25 Кушниренко М.Д. Водный режим и засухоустойчивость растений плодовых растений. Кишинев.: «Штиинца». 1967. 331 с.
- 26 Leciejewski P. The effect of hydrogel additives on the water retention curve of sandy soil from forest nursery in Julinek. (Польша) J. Water Land Developm., 2009; N 13a.

References

- 1 Bel'gibaev M.E. Belyj A.V. (2002). Aridizacija pochv i landshaftov semiaridnoj zony Kazahstana [Aridization of soils and landscapes of a semi-arid zone of Kazakhstan] . «Geografija i prirodnye resursy», №3, S. 134-139.
- 2 Beljaeva Ju.V. (2014). Rezul'taty vodouderzhivajushhej sposobnosti listovyh plastinok berezy proizrastajushhij v uslovijah antropogennogo vozdeystvija (na primere g. Tal'jati).[The results of the water-holding capacity of birch leaflets growing under the conditions of anthropogenic impact (on the example of the city of Talyati)] . «Izvestie Samarskogo nauchnogo centra RAN., №4. S. 29-32.
- 3 Cepljaev A.N. Timoshenko V.V. (2016). Sohranenie plodorodija pochvy pri ispol'zovanii razlichnyh sposobov mehanizirovannogo vnesenija tukonasyshhennogo gidrogelja [Preservation of soil fertility when using various methods of mechanized introduction] . «Izvestie nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa» №1., S. 195-201.
- 4 Danilova T.N. (2016). Regulirovanie vodnogo rezhima dernovo-podzolistyh pochv i vlagoobespechennost' rastenij pri pomoshhi vodopogloshhajushhij polimerov.[Regulation of the water regime of sod-podzolic soils and moisture supply of plants using water-absorbing polymers.] . «Агрофизика» №1. S 8-16.

- 5 Deren D.; Szewczuk A.; Gudarowska E. (2010). Agrogel usage in cultivation of trees planted in ridges J. Fruit ornamental Plant Res.; Vol. 18, N 2.
- 6 DeBell, D.S., D.D. (1984). Hook and W.H. McKee, Jr. Growth and physiology of loblolly pine roots under various water table level and phosphorous treatments. For. Sci. 30: -, pp 705-714.
- 7 Godunova E.I., Gudyryn V.N., SHkabarda S.N. (2014). Perspektivy ispol'zovaniya gidrogelya v zemledelii Central'nogo Predkavkaz'ya. [Prospects for the use of hydrogel in agriculture of the Central Caucasus.] . «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», №1 – S. 24-27.
- 8 Isaeva R.M., Breeva K.M., Zarembo E.S. i dr. (1978). Agroklimaticheskie resyrsy Alma-Atinskoi oblasti Kazahskoi SSR. [Agro-climatic resources of Alma-Ata region of the Kazakh SSR] Leningrad., 200 s.
- 9 Jakovec. O.G. (2009). Fitofiziologija stressa [Phytophysiology of stress]. Minsk. Iz-vo BGU., 101 s.
- 10 Johnson M.S.; Weltkamp C.J. (1985). Structure and function of water-storing agricultural polyacrylamides, J. Sc. Food Agr.; T. 36. N 9
- 11 Kramer P.D. Kozlovskij T.T. (1983). Fiziologija drevesnyh rastenij [Physiology of woody plants.]. M.: «Lesnaja promyshlennost'». 464 s.
- 12 Kretovich V.L. (1986). Biohimija rastenij [Plant biochemistry]. M.: Vysshaja shkola., 503 s
- 13 Kudrin R.D. (1961). Agroklimaticheskij spravochnik po Alma-Atinskoi oblasti [Agroclimatic guide to the Almaty region]. Leningrad.: «Gidrometeoizdat». 220 s.
- 14 Kushnirenko M.D. (1967). Vodnyj rezhim i zasuhoustojchivost' rastenij plodovyh rastenij. [Water regime and drought resistance of fruit plants.] Kishinev., 331 s.
- 15 Leciejewski P. (2009). The effect of hydrogel additives on the water retention curve of sandy 0soil from forest nursery in Julinek J. Water Land Developm.; N 13a.
- 16 Makowska M.; Borowski E.; Ziemia A. (2004). Vegetative development, blooming and fruiting of strawberry plants cultivated in soils with the addition of Ekosorb. Folia Univ. agriculturae steninsis . Akad. rol.. – Szczecin; N 242
- 17 Malinovskij V.I. (2004). Fiziologija rastenij [Plant physiology]. Vladivostok. Iz-vo DVGU., 105 s.
- 18 Naumov P.V., (2011). SHCHerbakova L.F., Okolelova A.A. Optimizaciya vlagoobespechennosti pochv s pomoshch'yu polimernyh gidrogelej. [Optimization of soil moisture supply by means of polymer hydrogels.] . «Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa» № 4, S. 1-5.
- 19 Sloup J.; Salas P. (2009). Affecting the quality of nursery produce by soil conditioners. Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendeliana Brunensis; Vol.57, N 4
- 20 Smagin A.V. Sadovnikov N.B. (2014). Biodestrukcija sil'no nabuhajushhih gidrogelej i ee vlijanie na vodouderzhivajushuju sposobnost' pochv [Biodegradation of highly swelling hydrogels and its effect on the water holding capacity of soils.] . «Pochvovedenie» №6, S. 716-723.
- 21 Tibir'kov A.P., Filin V.I. (2013). Vliyanie poliakrilamidnogo gidrogelya na strukturno-agregatnyj sostav pahotnogo sloja svetlo-kashtanovoj pochvy Volgo-Donskogo mezhdurech'ya. [Influence of polyacrylamide hydrogel on the structural and aggregate composition of the arable layer of light chestnut soil of the Volga-don interfluv.] . «Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa» № 4, S. 1-5.
- 22 Tu Z.; Armitage A.; Vines H. (1985). Influence of an antitranspirant and a hydrogel in net photosynthesis and water loss of cineraria during water stress, HortScience,; T. 20. N 3.
- 23 Vdovina T.A., Vinokurov A.A., O.A. Lagus O.A.. E.A. Isakova E.A. (2018). Introduction of moisture-holding polymer «Aquasorb» during landing wood-shrubby and fruit plants in the arid conditions of Kazakhstan . Vestnik karagandinskogo universiteta № 4(92), Karaganda, C. 33-37.
- 24 Viktorov D.P. (1983). Malyj praktikum po fiziologii rastenij. [Small workshop on plant physiology. M.: Vysshaya shkola, 38 s.
- 25 Wallace A. (1986). Effect of polymers in solution culture jn growth and mineral composition of tomatoes, Soil Sc, T. 141. N 5.
- 26 Zholkevich V.N. (1989). Vodnyj obmen rastenij. [Water exchange of plants] M.: Nauka. 256 s.