

Vestnik RUDN. Ser. Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti. – 2004. – № 1. – S. 99-104.

4. **Zverev V.P.** Podzemnaya gidrosfera. – M.: Nauch. mir, 2011. – 260 s.

5. **Kvachantiradze E.P.** Teoreticheskij raschet zapasa vody v pochve // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina. – 2011. – No2 (47). – S. 34-37.

6. **Kvachantiradze E.P.** Thermodynamic model of soil moisture supply forecast / Sb. International Conference "Applied Ecology: Problems, Innovations" PROCEEDINGS ICAE-2015. – Tbilisi: ICAE, 2015. – S. 128-130.

7. Ediny gosudarstvennyy reestr pochvennyh resursov Rossii. Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva / pod red. A.L. Ivanov,

S.A. Shoba. – M.: Rossel'hoz'akademiya, 2014. – 768 s.

8. **Ivanov N.N.** Landshaftno-klimaticheskie zony Zemnogo shara. (Zapiski Geogr. o-va, Novaya seriya; T. 1.). – M.–L.: 1948. – 117 s.

9. Gruppyrovka statisticheskikh dannyh [elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://lektsii.org/10-18949>.

The material was received at the editorial office  
07.04.2020

#### Information about the author

**Kvachantiradze Eteri Pavlovna**, k.b.n., senior researcher, associate professor of the department of labor protection FSBEI HE RSAU-MSHA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49; e-mail: [eteri.kv@yandex.ru](mailto:eteri.kv@yandex.ru)

УДК 502/504:631.6(075.8)

DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-20-28

**Д.Е. КУЧЕР<sup>1</sup>, Е.А. ПИВЕНЬ<sup>1</sup>, Е.Г. ЧЕРНОВА<sup>1</sup>, Н.В. СУРИКОВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,

Институт Мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

## ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИИ

*Зерновое сорго является перспективной культурой кормового, технического и продовольственного назначения в условиях резко континентального климата юго-востока Европейской части России. В статье анализируются результаты исследований суммарного и среднесуточного водопотребления и его структура в годы разной влаго- и теплообеспеченности пяти сортов зернового сорго (ранне- и среднеспелых) при трех способах основной обработки почвы, влияющих на сохранение и расходование почвенной влаги. Полевые эксперименты проведены в 2016-2018 гг. в Сарпинском районе Республики Калмыкия с целью обоснования выбора засухоустойчивых сортов этой культуры и оптимальных способов основной обработки почвы, способных обеспечить наилучшее сбережение и рациональное использование естественных осадков и почвенной влаги для формирования урожая в богарных условиях при глубоких грунтовых водах. Величины суммарного водопотребления зернового сорго за годы исследований по вариантам опыта составили для раннеспелых сортов 2110...1136 м<sup>3</sup>/га, для среднеспелых сортов 2253...1160 м<sup>3</sup>/га в зависимости от метеорологических условий года и способов основной обработки почвы. В структуре суммарного водопотребления доля атмосферных осадков изменялась от 55,0% во влажный год до 27,1% в сухой, остальное водопотребление обеспечивалось за счет использования почвенных запасов влаги. Суточное водопотребление растениями зернового сорго в среднем за вегетационный период варьировало по вариантам опыта от 10,4 до 23,8 м<sup>3</sup>/га в зависимости от влажности года, сорта сорго и способа обработки почвы, наибольшие его величины наблюдались в период "посев-кущение". Результаты полевых исследований водопотребления зернового сорго показали, что в годы разной тепло- и влагообеспеченности эта важная сельскохозяйственная культура получает удовлетворительное количество влаги для обеспечения*

*необходимого суммарного водопотребления, формирующего экономически приемлемую урожайность в богарных условиях земледелия. Благодаря высокой засухоустойчивости и хозяйственной универсальности зерновое сорго позволяет повысить стабильность производства зерна и кормов в хозяйствах северной и восточной зоны Калмыкии, где сосредоточено основное поголовье сельскохозяйственных животных.*

*Республика Калмыкия, полупустынная зона, светло-каштановые почвы, полевые опыты, зерновое сорго, богарные условия, водопотребление.*

**Введение.** В целях создания устойчивой кормовой базы для животноводства в полупустынной зоне Калмыкии решаются задачи подбора засухоустойчивых кормовых культур, способных давать стабильные урожаи зерна в богарных условиях, и совершенствования агротехнологических приемов их возделывания. Перспективной культурой кормового, технического и продовольственного назначения в условиях резко континентального климата юго-востока Европейской части России является зерновое сорго [1, 2, 3]. По сравнению с другими зернофуражными культурами, зерновое сорго отличается засухо- и жароустойчивостью, неприхотливо к почвенным условиям, солевыносливо, обладает хорошими кормовыми качествами, хозяйственной универсальностью и продуктивностью. Эти качества зернового сорго могут снизить колебания в производстве зерна и кормов в хозяйствах северной и восточной зоны Калмыкии, где сосредоточено основное поголовье сельскохозяйственных животных [4, 5, 6].

Опыт возделывания зернового сорго показывает недостаточную изученность сортов разной спелости и вопросов их сортовой агротехники в богарных условиях полупустынной зоны. Для решения поставленных задач в 2016-2018 гг. на полях крестьянско-фермерского хозяйства в Сарпинском районе Республики Калмыкия были проведены полевые эксперименты по обоснованию выбора засухоустойчивых сортов этой культуры и оптимальных способов основной обработки почвы, способных обеспечить наилучшее сбережение и рациональное использование естественных осадков и почвенной влаги для формирования урожая в богарных условиях [7, 8, 9].

В данной статье анализируются результаты исследований суммарного и среднесуточного водопотребления в годы разной влаго- и теплообеспеченности пяти сортов зернового сорго (ранне- и среднеспелых) при трех способах основной обработки почвы, влияющих на сохранение и расходование почвенной влаги.

#### **Материалы и методы исследования.**

Величина и ход суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур зависят от агроклиматических и почвенно-мелиоративных условий, агротехнологических приемов выращивания и генетических особенностей сорта культуры.

По сравнению с другими зернофуражными культурами зерновое сорго экономнее расходует влагу и легче переносит высокие температуры воздуха. Так, например, на единицу сухого вещества растения зернового сорго расходуют до 300 частей воды (кукуруза – 388, пшеница – 576, ячмень – 543, горох – 730, подсолнечник – 895, клецвина – 1200), для набухания семян сорго требуется воды 35% от собственного веса (у кукурузы – 40%, у пшеницы – 60%, у гороха – 95%) [3, 4, 5].

Благодаря хорошо развитой корневой системе зерновое сорго может использовать влагу и питательные вещества с расстояния до 1,3 м из слоя глубиной до 2,5 м, что недоступно многим растениям. Большая площадь питания влагой объясняет то, что на величину водопотребления зернового сорго влияет густота посевов: в средние по влажности годы междурядья могут быть 15...20 см, а в засушливые годы – не менее 45 см [4, 5, 10].

В период посева для обеспечения дружных всходов и начала роста растений важно наличие влаги в пахотном слое почвы не менее 70% НВ. Наиболее интенсивно влага расходуется растениями зернового сорго в фенологические фазы «кущение» и «цветение» – 45...50% от общего водопотребления. Благоприятными условиями для развития растений зернового сорго в течение вегетации считаются 70-80-70-60% НВ, которые поддерживаются при орошении [9, 10, 11].

Среднемноголетние характеристики климатических условий в Сарпинском районе Республики Калмыкия по данным метеостанции поселка Малые Дербеты показывают низкую влагообеспеченность (осадки 243...278 мм/год), высокую испаряемость (1100...1180 мм/год),

большую сумму активных температур ( $\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}} = 3300...3500^{\circ}\text{C}$ ), низкий коэффициент увлажнения (0,22...0,28).

Почвы на опытном участке светло-каштановые среднесуглинистые автоморфные, солонцового комплекса. Пахотный горизонт 0-18 см сложен средним крупнопылеватым суглинком с преобладанием фракций 0,05...0,01 мм, иллювиальный горизонт 18-35 см – из пылеватых суглинков с преобладанием частиц менее 0,01 мм. Плотность сложения почвы – 1,18...1,60 т/м<sup>3</sup> с увеличением по глубине, пористость 51...48% снижается по глубине. Наименьшая влагоемкость почвы в метровом слое составляет 23,89% от массы почвы, максимальная гигроскопичность от 6,36% в слое 0-0,20 м до 8,19% в слое 0-100 см. Реакция почвенного раствора щелочная, рН = 7,9...8,2. Грунтовые воды залегают глубоко и не оказывают влияния на влажность корнеобитаемого слоя почвы.

Опытный участок входил в состав полевого севооборота “чистый пар – озимая пшеница – сорго зерновое”. Проведено испытание 5 сортов сорго зернового. Это раннеспелые сорта Орловское и Состав, среднеспелые – Зерноградское 53, Зерста 99, Аюшка. Применены 3 способа основной обработки почвы: зяблевая вспашка на глубину 0,18...0,20 м (контроль), плоскорезная обработка почвы на глубину 0,20...0,22 м, дискование почвы на глубину 0,16...0,18 м. Ширина междурядий принята 30 см. Размеры опытной делянки 7,2 × 15 м, повторность вариантов четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное. Посевы сорго проводились при прогревании почвы на глубине заделки семян до 12...15°C.

Плотность сложения почвы определяли методом режущего кольца, влажность почвы – термостатно-весовым методом (ГОСТ 20915-75), наименьшую влагоемкость – методом залива площадок, запасы продуктивной влаги в почве и показатели структуры суммарного водопотребления зернового сорго рассчитывали по А.Н. Костякову.

Определялись также сроки наступления фенологических фаз роста и развития растений, полевая всхожесть, густота стояния и высота растений, формирование листовой поверхности, вес сырой и сухой массы по фенологическим фазам, урожаи зерна. Математическая обработка данных проводилась методами корреляционного, регрессионного, дисперсионного анализов [12].

**Анализ результатов экспериментов.** Водопотребление посевов зернового сорго формировалось под влиянием температурного режима, выпадающих осадков, влажности почвы, вида и сорта растений, способов основной обработки почвы.

Теплообеспеченность вегетационных периодов зернового сорго в годы исследований характеризуется суммой активных температур воздуха 2005...2227°C у раннеспелых и 2434...2750°C у среднеспелых сортов. Для раннеспелых сортов в 2016 году она была на уровне среднемноголетних значений, для среднеспелых сортов была выше среднемноголетней величины на 172...265°C. За вегетационные периоды 2017 и 2018 гг. превышение суммы активных температур воздуха над среднемноголетними значениями составило 200...272°C. Наибольшее отклонение среднесуточной температуры воздуха за декаду от среднемноголетней отмечено в III декаде июня 2016 г. и 2018 г. соответственно на 5,4°C и 7,2°C.

Наибольшее количество атмосферных осадков за период вегетации сорго наблюдалось в 2016 году – 128,1 мм, что на 13,3% выше среднемноголетней величины. Неблагоприятным по влагообеспеченности характеризовался 2018 год, когда количество атмосферных осадков составило 33,3 мм, что почти вчетверо меньше среднемноголетних значений.

Распределение атмосферных осадков в течение вегетационного периода во все годы исследований было неравномерным. Так, например, в 2016 году в период “посев-всходы” выпало 42,5...56,3 мм атмосферных осадков, что обеспечило дружные всходы семян на 12-13 день, а в 2018 г. в период “посев-всходы” осадков не наблюдалось и всходы были получены на 15-19 день. В период “всходы-кущение” количество осадков в 2016 году по вариантам опыта варьировало от 28,0 мм до 41,8 мм, в результате чего активно нарастали площадь листовой поверхности и высота растений, была максимальной величина водопотребления.

Количество осадков и температурный режим в автоморфных условиях определили динамику влажности почвы, которая вместе с интенсивностью прохождения фенологических фаз развития растений и их продолжительностью сильно влияла на величину водопотребления зернового сорго.

В период посева зернового сорго влажность почвы в пахотном слое составляла 70-80% НВ во все годы (в том числе в сухом 2018 г.), что удовлетворительно для получения дружных всходов и начала роста растений. В среднем за годы исследований полевая всхожесть семян была сравнительно высокой: по раннеспелым сортам 83,1...87,4%, по среднеспелым – 80,7...85,6%. В этот период величина водопотребления, в основном, определялась физическим испарением.

В периоды кущения и цветения в 2016 году влажность почвы в слое 0-100 см была близкой к 70% НВ при всех вариантах опытов, что вполне удовлетворительно. В 2017 году эти величины были ниже 65% НВ, а в 2018 году ниже 60% НВ, что существенно повлияло на величину водопотребления и формирование урожая. В период уборки влажность почвы была очень низкой (менее 55-60% НВ), но уже не влияла на урожай.

В течение вегетации под воздействием различных факторов происходили существенные колебания величины водопотребления, произошла изреженность посевов, но благодаря высокой засухоустойчивости зернового сорго, сохранность растений в среднем за три года составила 58,7...71,9%, что обеспечило получение урожая, близкого к ожидаемому: по всем вариантам опыта получено в 2016 году – 1,75...3,23 т/га, в 2018 году – 1,42...2,67 т/га, т.е. в сухом году по сравнению с влажным урожай снизился в среднем на 17...19%, что выгодно отличало зерновое сорго от других зернофуражных культур.

Величины суммарного и среднесуточного водопотребления, его структура приведены в таблице 1 и 2. В пределах групп спелости показатели водопотребления исследованных сортов отличались немного, поэтому в статье они осреднены.

Результаты исследований показали, что наибольшая величина суммарного водопотребления получена в 2016 году – 2253,0...2064,6 м³/га по всем вариантам опыта. В 2017 и 2018 годах суммарное водопотребление было ниже соответственно на 360...448 м³/га и 928...1022 м³/га, что связано с меньшим количеством осадков и пониженной влажностью почвы, причем величины суммарного водопотребления четко отражали водообеспеченность года (влажный, средний, сухой).

Разница в величинах суммарного водопотребления по группам спелости

сортов согласуется с продолжительностью вегетационных периодов от посева до достижения полной уборочной спелости, которая по годам исследований изменялась у растений раннеспелой группы зернового сорго от 83 до 94 дней, у среднеспелых от 105 до 115 дней, соответственно водопотребление составило от 1105 до 2110 и от 1160 до 2253 м³/га.

Связь между суммарным водопотреблением и средневзвешенными значениями влажности почвы за вегетацию (с учетом продолжительности фаз) в слое 0-100 см иллюстрирует рисунок, и описывают уравнения:

для раннеспелых сортов сорго

$$E_{РСП} = 1,56 \cdot (W_{срвег})^2 - 87,2 \cdot W_{срвег} + 508,$$

для среднеспелых сортов сорго

$$E_{СРСП} = 1,56 \cdot (W_{срвег})^2 - 74,7 \cdot W_{срвег} - 165,$$

где  $E_{РСП}$  и  $E_{СРСП}$  – суммарное водопотребление зернового сорго ранне- и среднеспелых сортов, м³/га;  $W_{срвег}$  – средняя за вегетацию влажность в метровом слое почвы, % НВ.

Для полученных зависимостей коэффициенты детерминации составили соответственно 0,76 и 0,78.

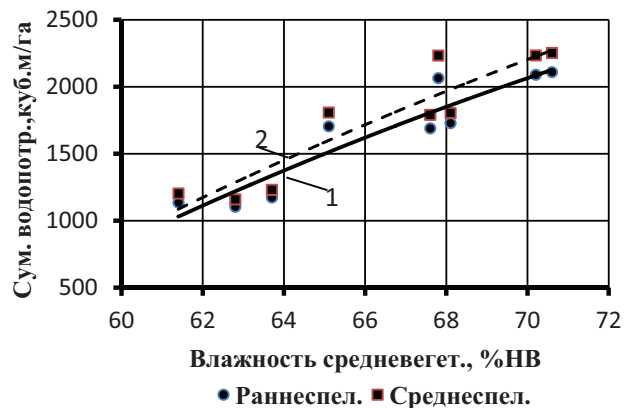


Рис. Зависимость суммарного водопотребления зернового сорго от средневегетационной влажности почвы в слое 0-100 см для групп раннеспелых и среднеспелых сортов с их линиями тренда 1 и 2

В процессе проведения опытов исследована структура суммарного водопотребления различных групп спелости сортов зернового сорго по межфазным периодам развития в зависимости от способов обработки почвы.



**Суммарное и среднесуточное водопотребление раннеспелых сортов  
зернового сорго (в среднем) и его структура по межфазным периодам развития  
в зависимости от способов основной обработки почвы**

Спо- соб обра- ботки почвы	Межфазн. периоды развития растений	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га			Водопотребление за счет						Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га		
					атмосферных осадков, % от суммарного водо- потребления			использования почвенной влаги, % от сумм. водопотр.					
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Вспапка	посев – кущение	1281,5	857,1	385,0	65,8	49,1	1,3	34,2	50,9	98,7	44,4	33,0	12,2
	кущение – цветение	342,3	497,5	197,5	46,7	57,1	0,0	53,3	42,9	100,0	10,4	12,6	7,2
	цветение – уборка	466,0	335,8	522,7	30,5	25,3	62,8	69,5	74,7	37,2	16,0	12,0	18,0
	посев – уборка	2089,8	1690,4	1105,2	54,8	46,7	30,1	45,2	53,3	69,9	23,0	18,1	12,6
Плоскорез.	посев – кущение	1298,7	864,7	428,2	64,9	48,7	1,2	35,1	51,3	98,8	46,4	32,0	13,4
	кущение – цветение	254,0	503,9	211,8	33,5	56,4	0,0	66,5	43,6	100,0	8,5	14,0	8,0
	цветение – уборка	557,5	360,1	534,3	35,3	23,6	61,4	64,7	76,4	38,6	18,4	12,9	20,1
	посев – уборка	2110,2	1728,7	1174,3	53,3	45,7	28,4	46,7	54,3	71,6	23,8	19,0	13,9
Дискование	посев – кущение	1292,4	855,7	414,4	65,2	50,5	1,2	34,8	49,5	98,8	44,6	28,0	12,4
	кущение – цветение	183,2	500,4	206,4	8,2	54,6	4,4	91,8	45,4	95,6	6,4	15,0	7,0
	цветение – уборка	569,0	349,1	515,7	40,9	24,3	61,9	59,1	75,7	38,1	19,4	14,0	21,5
	посев – уборка	2064,6	1705,2	1136,5	53,8	46,3	29,3	46,2	53,7	70,7	23,8	19,2	13,6
НСР <sub>05</sub>		86,9	42,1	68,2									

В структуре суммарного водопотребления посевами зернового сорго в 2016 году на долю атмосферных осадков приходилось 55,3...55,0%, а объем почвенной влаги, использованной растениями на формирование продукционного процесса и урожая, составляло 45,0...46,7% от общего водопотребления. В сухом 2018 году водопотребление зернового сорго по всем вариантам опыта преимущественно обеспечивалось за счет использования почвенных запасов влаги, доступных для растений, – 69,9...72,9%, в 2017 году на долю почвенной влаги приходилось 53,1...55,0% от суммарного водопотребления. Эти результаты соответствуют температурному режиму и динамике влажности почвы в годы исследований.

Наибольшее суточное водопотребление зернового сорго наблюдалось в межфазный период “посев-кущение” по всем вариантам опыта – 12,2...48,7 м<sup>3</sup>/га. Это

связано с высокой испаряемостью с поверхности почвы в периоды посев-всходы и всходы-кущение из-за низкого проективного покрытия.

В среднем за вегетационный период суточное водопотребление растениями зернового сорго варьирует по вариантам опыта от 10,4 до 23,8 м<sup>3</sup>/га, при этом наибольшие его значения наблюдались в 2016 году по всем вариантам опытов, а наименьшие отмечены в 2018 году у среднеспелых сортов зернового сорго в варианте “зяблевая вспашка”, что согласуется с условиями обеспеченности растений влагой.

Таким образом, результаты полевых исследований показали, что водопотребление зернового сорго обеспечивается естественными водными ресурсами и дает возможность получения приемлемого урожая в богарных условиях полупустынной зоны Калмыкии.

**Суммарное и среднесуточное водопотребление среднеспелых сортов зернового сорго (в среднем) и его структура по межфазным периодам развития в зависимости от способов основной обработки почвы**

Способ обработки почвы	Межфазн. периоды развития растений	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га			Водопотребление за счет						Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га		
					атмосферных осадков, % от суммарного водопотребления			использования почвенной влаги, % от сумм. водопотр.					
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Вспашка	посев – кущение	1395,0	1023,0	448,0	60,4	48,1	1,1	39,6	51,9	98,9	48,13	32,0	12,3
	кущение – цветение	253,0	364,0	316,0	63,2	59,1	49,4	36,8	40,9	50,6	6,83	9,9	9,3
	цветение – уборка	587,0	404,0	396,0	38,3	32,9	43,4	61,7	67,1	56,6	12,7	8,9	9,7
	посев – уборка	2235,0	1791,0	1160,0	54,9	46,9	28,7	45,1	53,1	71,3	19,9	15,7	10,4
Плоскорез	посев – кущение	1412,0	965,0	486,0	59,7	44,8	1,0	40,3	55,2	99,0	48,7	30,2	13,4
	кущение – цветение	256,0	428,0	321,0	62,5	64,5	43,6	37,5	35,5	56,4	7,4	11,5	10,3
	цветение – уборка	584,0	411,0	424,0	33,9	25,5	44,3	66,1	74,5	55,7	12,8	9,7	10,3
	посев – уборка	2253,0	1805,0	1231,0	53,3	45,0	27,1	46,7	55,0	72,9	20,6	16,2	11,3
Дискование	посев – кущение	1407,0	1139,0	471,0	59,9	54,0	1,1	40,1	46,0	98,9	46,9	31,2	12,4
	кущение – цветение	285,0	267,0	307,0	56,1	33,7	45,6	43,9	66,3	54,4	8,6	8,0	10,5
	цветение – уборка	542,0	402,0	426,0	36,5	26,9	44,1	63,5	73,1	55,9	12,6	9,8	11,0
	посев – уборка	2234,0	1808,0	1204,0	53,8	45,0	27,7	46,2	55,0	72,3	21,1	16,6	11,4
НСР <sub>05</sub>		38,3	26,1	63,7									

**Заключение**

Величины суммарного водопотребления зернового сорго за годы исследований по вариантам опыта составили для раннеспелых сортов 2110...1136 м<sup>3</sup>/га, для среднеспелых сортов – 2253...1160 м<sup>3</sup>/га в зависимости от метеорологических условий года и способов основной обработки почвы.

В структуре суммарного водопотребления доля атмосферных осадков изменялась от 55,0% во влажный год до 27,1% в сухой, остальное водопотребление обеспечивалось за счет использования почвенных запасов влаги.

Суточное водопотребление растениями зернового сорго в среднем за вегетационный период варьировало по вариантам опыта от 10,4 до 23,8 м<sup>3</sup>/га в зависимости от влажности года, сорта сорго и способа обработки почвы, наибольшие его величины

наблюдались в период “посев-кущение” по всем вариантам опыта – 12,2...48,7 м<sup>3</sup>/га.

Результаты полевых исследований водопотребления зернового сорго в процессе его развития на светло-каштановых почвах полупустынной зоны Калмыкии показали, что в годы разной тепло- и влагообеспеченности эта важная сельскохозяйственная культура получает удовлетворительное количество влаги для обеспечения необходимого суммарного водопотребления, формирующего экономически приемлемую урожайность в богарных условиях земледелия.

Благодаря высокой засухоустойчивости и хозяйственной универсальности зерновое сорго позволяет повысить стабильность производства зерна и кормов в хозяйствах северной и восточной зоны Калмыкии, где сосредоточено основное поголовье сельскохозяйственных животных.

**Библиографический список**

1. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Эффективность использования однолетних яровых кормовых культур в засушливых условиях центрального Предкавказья // Таврический вестник аграрной науки. – 2017. – № 3(11). – С. 72-78.

2. Румянцев А.В. Культура сорго в решении проблемы засухи и экономической стабильности сельского хозяйства в условиях Поволжского региона и Урала // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 46-49.

3. Сорго – культура для засушливых территорий / С.И. Горпиниченко, Н.А. Ковтунова, В.В. Ковтунов и др. // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – № 3(31). – С. 5-9

4. Шепель Н.А. Сорго. – Волгоград: Комитет по печати, 1994. – 448 с.

5. Пигорев И.Я., Ишков И.В. Выживаемость и сохранность растений сорго в условиях лесостепи // Вестник Курской ГСХА. – 2017. – № 4. – С. 23-25.

6. Проблемы, перспективы и особенности возделывания сорго на семена / В.С. Ескова В.В. Гусев, М.М. Халикова и др. / Сб. Современные технологии в сельскохоз. науке и производстве. Мат-лы межд. науч-практ. конф. молодых учёных и специалистов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 24-25 марта 2016 г. – Саратов: Научная книга, 2016. – С. 30-32.

7. Чернова Е.Г., Дедов А.А. Состояние и перспективы возделывания сорго зернового в Республике Калмыкия / Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. – Солёное Займище: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2019. – С. 370-374. (DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-075).

8. Опыт возделывания сорго зернового на светло-каштановых почвах Республики Калмыкия / А.А. Дедов Э.Б. Дедова, Е.Г. Чернова и др. // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14, вып. № 4. – С. 430-437.

5. Ресурсосберегающая технология производства зернового сорго. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 40 с.

9. Свиридов А.Н., Свиридов А.А. Влияние сроков посева и ширины междурядий на некоторые биометрические показатели растений сорго на зерно // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – № 3. – С. 48-49.

10. Иванов В.М., Данильченко Ю.П. Зерновое сорго и кукуруза при орошении в Нижнем Поволжье. – Волгоград: ИПК «Нива», 2010. – 240 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

Материал поступил в редакцию 18.04.2020 г.

**Сведения об авторах**

**Кучер Дмитрий Евгеньевич**, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана экологического факультета ФГАОУ ВО РУДН; 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8/2; e-mail: kucher-de@rudn.ru

**Пивень Елена Анатольевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены медицинского ин-та ФГАОУ ВО РУДН; 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8; e-mail: pivenel@mail.ru

**Чернова Елизавета Геннадьевна**, аспирант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического ин-та ФГАОУ ВО РУДН; 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8/2.

**Сурикова Наталья Вячеславовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, 19; e-mail: gushin1963@bk.ru

**D.E. KUCHER<sup>1</sup>, E.A. PIVEN<sup>1</sup>, E.G. CHERNOVA, N.V. SURIKOVA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal state autonomous educational institution of higher education «Russian university of peoples' friendship», Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after С.А. Timiryazev»,

Institute of land reclamation, water management and construction named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

**WATER CONSUMPTION OF GRAIN SORGHUM UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA**

*Grain sorghum is a promising crop of fodder, technical and food purpose in the highly continental climate of the south-eastern European part of Russia. The article analyzes the results of studies of the total and average daily water consumption*

and its structure in the years of different moisture and heat supply of five varieties of grain sorghum (early and medium-ripe) in three ways of basic soil tillage affecting the conservation and consumption of soil moisture. Field experiments were conducted in 2016-2018 in the Sarpin district of the Republic of Kalmykia to justify the selection of drought-resistant varieties of this crop and optimal ways of the basic soil tillage that can ensure the best possible conservation and rational usage of natural precipitation and soil moisture for cropping under dry farming conditions with deep groundwater. The total water consumption of grain sorghum over the investigation years according to the experiment variants were for early-ripened varieties 2110... 1136 m<sup>3</sup>/ha, for medium-ripened varieties 2253... 1160 m<sup>3</sup>/ha depending on the weather conditions of the year and methods of basic soil tillage. In the structure of the total water consumption the share of precipitation varied from 55.0% in the wet year to 27.1% in the dry year, the remaining water consumption was provided by the use of soil moisture reserves. Daily water consumption by plants of grain sorghum at an average during the growing season varied from 10.4 to 23.8 m<sup>3</sup>/ha depending on the year humidity, sorghum variety and way of the soil tillage, its highest values were observed during the period of «sowing-tillering». The results of field investigations of grain sorghum consumption showed that in the years of different heat and moisture supply this important agricultural crop receives a satisfactory amount of moisture to ensure the necessary total water consumption generating economically acceptable yields under dry farming conditions. Due to high drought resistance and economic versatility, grain sorghum allows increasing the stability of grain and fodder production in the farms of the northern and eastern Kalmykia region where the main number of livestock is concentrated.

*Republic of Kalmykia, semi-desert zone, light-chestnut soils, field experiments, grain sorghum, dry farming conditions, water consumption.*

#### References

1. **Kapustin S.I., Volodin A.B.** Kapustin, A.S. Effektivnost ispolzovaniya odnoletnih yarovykh kormovykh kultur v zasushlivykh usloviyakh tsentralnogo Predkavkazya // Tavrichesky vestnik agrarnoy nauki. – 2017. – No. 3 (11). – S. 72-78.
2. **Rumyantsev A.V.** Kultura sorgo v reshenii problemy zasuhi i ekonomicheskoy stabilnosti selskogo hozyajstva v usloviyakh Povolzhskogo regiona i Urala // Izvestia Orenburgskogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 2. – S. 46-49.
3. Sorgo – cultura dlya zasushlivykh territorij / S.I. Gorpichenko, N.A. Kovtunova, V.V. Kovtunov i dr. // Problemy razvitiya APK regiona. – 2017. – No 3(31). – S. 5-9.
4. **Shepel N.A.** Sorgo. – Volgograd: Komitet popechati, 1994. – 448 s.
5. **Pigorev I.Y., Ishkov I.V.** Vyzhivaemost i sohrannost rastenij sorgo v usloviyakh lesostepi // Vestnik Kurskoj GSHA. – 2017. – No. 4. – S. 23-25.
6. Problemy, perspektivy i osobennosti vozdeleyvaniya sorgo na semena / V.S. Eskova, V.V. Gusev, M.M. Khalikova i dr. / Sb. Sovremennye tehnologii v selskohozyajstvennoy nauke i proizvodstve. Mat-ly mezhd. nauch-prakt. konf. molodyh uchenykh i spetsialistov, FGBNU «NIISH Yugo-Vostoka», 24-25 marta 2016 g. – Saratov: Nauchnaya kniga, 2016. – S. 30-32.
7. **Chernova E.G., Dedov A.A.** Sostoyanie i perspektivy vozdeleyvaniya sorgo zernovogo v Respublike Kalmykia / Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-practicheskie aspekty ratsionalnogo prirodopolzovaniya. – FGBNU «PAFNC RAN». – 2019. – S. 370-374. (DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-075).
8. Opyt vozdeleyvaniya sorgo zernovogo na svetlo-kashtanovykh pochvah Respubliki Kalmykia / A.A. Dedov, E.B. Dedova, E.G. Chernova i dr. // Nauchnaya zhizn. – 2019. – T. 14, vyp. No 4. – S. 430-437.
9. Resurcosberegayushchaya tehnologiya proizvodstva zernovogo sorgo. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2012. – 40 s.
10. **Sviridov A.N., Sviridov A.A.** Vliyaniye srokov poseva i shiriny mezhduryadiy na nekotorye biometricheskie pokazateli rastenij sorgo na zerno // Vestnik Kurskoj GSHA. – 2015. – No. 3. – S. 48-49.
11. **Ivanov V.M., Danilenko Y.P.** Zernovoe sorgo i kukuruza pri oroshenii v Nizhnem Povolzhje. – Volgograd: IPK «Niva», 2010. – 240 s.
12. **Dosphehov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.

The material was received at the editorial office  
18.04.2020



**Information about the authors**

**Kucher Dmitry Evgenyevich**, candidate of technical sciences, Ph.D., Deputy dean of the faculty of ecology "Peoples' friendship of Russia" (FGAOU VO RUDN); 117198, Russia, Moscow, St. Mikluho-Maklaya, 8/2; e-mail: dmitr004@gmail.com

**Piven Elena Anatolyevna**, candidate of medical sciences, associate professor of the department of public health and hygiene at the Russian University of Peoples' Friendship; 117198, Russia, Moscow, St. Mikluho-Maklaya, 8. e-mail: PivenEl@mail.ru

**Chernova Elizaveta Gennadyevna**, post-graduate student of the agro

biotechnology department of the Agricultural and Technological Institute of the Russian University of Peoples' Friendship. 117198, Russia, Moscow, St. Mikluho-Maklaya, 8/2. Bodies.

**Surikova Natalia Vyacheslavovna**, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agricultural construction and real estate expertize of the Institute of reclamation, water management and construction named after A.N. Kostyakov, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev. 127550, Russia, Moscow, Pryanishnikova street, 19. e-mail: gushin1963@bk.ru

УДК 502/504:626.87:631.6:631.459

DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-28-35

**М.С. ЗВЕРЬКОВ<sup>1,2</sup>, С.С. СМЕЛОВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга», г. Коломна, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», г. Коломна, Российская Федерация

## **РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛИОРАТИВНОГО ОБУСТРОЙСТВА СКЛОНА ПОСЛЕ ОБРУШЕНИЯ ПО СХЕМЕ АСЕКВЕНТНОГО МАЛОГО ОПОЛЗНЯ**

*Отмечается, что основной проблемой береговых склонов является постепенное их разрушение под действием поверхностного стока, формируемого осадками в твердой и жидкой фазе, весенними паводками, а также антропогенными причинами. Рассматривается отсыпанный грунтовый склон, ранее подвергшийся разрушению по схеме асеквентного малого оползня. На склоне устроены террасы и проведено фитомелиоративное обустройство, организован поверхностный сток. В статье проводится ретроспективная оценка эффективности защиты склона за период 2015-2020 гг. Приведен краткий обзор методов оценки устойчивости грунтовых склонов. Коэффициент устойчивости  $k_{st}$  вычислен по методу Г.М. Шахуняца при отсутствии фильтрационного потока и составляет 3,64. Центр поверхности скольжения определен графоаналитически, радиус поверхности скольжения  $R = 45,1$  м. Общий перепад высот составляет от 1,5 до 4,5 м. В локализации насыпной грунтовой призмы  $-2...2,5$  м. При профилировании склона исходили из того, что подошва была уже сложена грунтовыми массами, образовавшимися в результате малого оползня 2012-2013 гг. На террасах произведена рядовая посадка древесно-кустарниковой растительности из ивы пятитычинковой (*Salix pentandra*) и сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) в декоративных целях. Ретроспективный анализ показал, что проведенные мероприятия по мелиоративному обустройству склона в условиях антропогенно возникшего очага разрушения грунтовой насыпи по схеме асеквентного малого оползня эффективно выполняют защитную функцию. Однако требуется реконструкция террас в связи с нарушением их геометрии и регулярный уход за зелеными насаждениями.*