

УДК 631.67

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОПТИМИЗАЦИЯВ.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,В.С. МОРОЗОВА, асп. МГУЛ⁽¹⁾,Е.Д. САБО, проф. МГУЛ, д-р техн. наук⁽¹⁾,О.В. МАРТЫНЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,С.Б. ВАСИЛЬЕВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ;

Большинство отечественных и зарубежных исследователей подчеркивают важность научного подхода в вопросах орошения, поскольку как дефицит, так и переизбыток влажности почвы являются негативным фактором при агротехнике выращивания растений. Начиная с 2011 г. авторами статьи проводятся комплексные исследования, целью которых является выход на оптимальный режим орошения однолетних цветочных культур, который будет увязан с комплексом гидрометеорологических условий и водно-физических почвенных факторов. Исследования проводились в 15 км восточнее Твери, в избыточно влажной зоне естественного увлажнения. Посадочные места были поделены на несколько площадок для соблюдения заданных параметров влажности, а также заложены скважины глубиной 2 м для наблюдения за уровнем грунтовых вод. В лабораторных условиях проведен детальный анализ используемого почвогрунта, результаты которого были подвергнуты статистической обработке. Выбор используемых в экспериментальных исследованиях растений (Тагетес отклоненный (*Tagetes patula* L.)) был обусловлен высокими декоративными качествами и большой популярностью в городском цветочном оформлении. Полив производился водой температурой 6° С, 16° С и 26° С, заданная влажность составляла 60, 80 и 100 % от наименьшей влагоемкости. В результате сложилось 9 вариантов опыта и контроль, где орошение производилось по нормам коммунального хозяйства. На протяжении вегетационного периода измерялись такие биометрические показатели, как высота растения, диаметр стебля, количество цветков и бутонов, диаметр основного цветка. По окончании вегетации был произведен замер сухого веса и максимальной длины корневой системы. Все показатели дали положительный отклик на увеличение оросительных норм и повышение температуры воды по сравнению с нормативами, принятыми в городском озеленении на 10...30 %, при этом решающее влияние на рост и развитие растений оказывала температура поливной воды 26° С. Для количественной оценки влияния данных показателей на рост растений был применен линейный регрессионный анализ и получены уравнения связи с высоким коэффициентом детерминации.

Ключевые слова: орошение, режимы орошения, Тагетес отклоненный, однолетние растения, городское озеленение.

На протяжении не одной сотни лет человека волновал вопрос о грамотном и рациональном использовании поливной воды. На ранних этапах развития сельского хозяйства люди полностью зависели от объема выращенной продукции и были жизненно заинтересованы в высоком и стабильном урожае. Полностью полагаясь на милость природы, они понимали, что только хороший запас влаги в почве и достаточное количество своевременно выпавших осадков обеспечит существование и рост высаженных культур. Засушливый год нес массовую гибель посевов, голод, а череда таких лет ставила под угрозу вымирания не одну тысячу человек.

Дальнейшее совершенствование орудий труда, а также способов ведения хозяйства значительно сократили колоссальные трудозатраты при выращивании сельскохо-

зяйственной продукции. Однако наряду с введением новых агрономических приемов, освоением большого разнообразия выращиваемых культур и применяемых технологий оставалась и остается задача огромной важности – обеспечение посевов культурных насаждений достаточным количеством поливной воды, поскольку дефицит доступной влаги ограничивает доступность растворенных в почве питательных веществ, сокращает сроки полноценной вегетации (вплоть до преждевременной гибели), а также снижает декоративность и эстетическую привлекательность.

Значительно позже, миновав переход от натурального ведения хозяйства к товарному, человек постепенно переставал в полной мере зависеть от природных процессов при выращивании сельскохозяйственной продук-

ции (однако они по-прежнему играли решающую роль). Большие площади севооборота, а также нарастающий товарообмен с другими странами диктовали свои условия – началась эра орошаемого земледелия.

Люди стремились не только обеспечить выживаемость посевов и насаждений, но и максимально повысить эффективность искусственного орошения. Естественное орошение отдельных участков, орошение диким напуском, лиманное орошение, орошение по полосам и бороздам – все эти способы стояли у истоков более совершенных технологий, появившихся в эпоху развития технического прогресса и научной мысли. Дождевание, капельное и внутрипочвенное орошение в наше время широко применяются не только на сельскохозяйственных полях, но и в небольших хозяйствах, питомниках и садах личного пользования.

В современном мире вопрос о максимальной эффективности искусственного орошения стоит как никогда остро, поскольку масштаб проблемы дефицита пресной воды вышел за границы отдельных государств и охватил человечество в целом.

«В значительной степени водный вызов стал «платой за развитие» ... страны, наделенные водой, используют ее как свое конкурентное преимущество и также участвуют в глобальной конкуренции за нее. Ценность воды как ресурса усиливает и то, что она – один из двух ключевых элементов для производства продовольствия, которое также превратилось из обычного товара в новый экономический и политический ресурс. И данная тенденция будет только усиливаться» – справедливо отмечает в своей работе А.Б. Лихачева (2015) [1].

Вместе с возрастающим дефицитом водных ресурсов возрастает и острота экологической обстановки крупных городов и мегаполисов, где комфортная среда проживания складывается из нескольких факторов – здоровый микроклимат (чистый воздушный и водный бассейны), соблюдение норм инсоляции, благоприятное расположение построек относительно розы ветров и качество зеленых насаждений. Большое внимание

уделяется нормативам благоустройства и озеленения городов, и одной из важнейших составляющих правильного ухода за зелеными насаждениями является полив (орошение).

Оптимизация режима орошения сельскохозяйственных или декоративных культур решает сразу несколько принципиальных задач – это значительная экономия водных ресурсов и трудозатрат, повышение урожайности, а в декоративном растениеводстве – достижение максимальных показателей декоративности растения.

В настоящее время, по мнению А.В. Колганова (2001) и И.П. Кружилина (1994), на орошаемых землях необходимо расширять внедрение водосберегающих технологий, направленных на экономное расходование водных ресурсов и получение экологически чистой продукции [2–4].

Перерасход воды при орошении, слишком низкие температуры поливной воды или недостаточное число поливов за сезон являются основными причинами неполноценной вегетации или недостаточной декоративности высаженных культур.

О значительном перерасходе поливной воды при орошении отмечается в работах К. Pahlke (1985), который отмечал, что промышленный стандарт ФРГ рекомендует при однократном поливе газона расходовать 25 л/м² воды [5].

Критический анализ этого показателя с учетом физических свойств почв разного гранулометрического состава дает основание считать его завышенным практически для всех типов почв страны. Расчеты показали, что на среднюю спортплощадку размером 70×109 м при каждом поливе расходуется лишних 90 м³ воды. В результате систематического перерасхода воды наблюдается слабое развитие корневой системы растений, выщелачивание элементов питания [6, 7].

Большое внимание изменению биометрических показаний исследуемых растений (*Tagetes* отмеченный (*Tagetes signata* Bartl.) и Эльсгольция Стаунтона (*Elsholzia Stauntonii* L.)) уделены в своей работе Т.И. Орел и В.Д. Работягов (2002). При поддержании постоянной оптимальной влажности почвы отмечается

превышение биометрических показателей опытных растений над теми же показателями в группе контроля (по высоте растения на 40–70 %, по диаметру куста на 50–70 %, по количеству соцветий в 1,5–1,8 раза) [8].

Американские ученые отмечают необходимость создания четко спланированных оросительных систем (Meuer J.L.; Gibeault V.A., 1986) на основании исследований, проведенных в Калифорнийском университете. При постановке полевого опыта они сравнивали 2 способа орошения – дождевание и подпочвенное капельно-струйчатое, и 3 режима орошения – при 100, 80 и 60 % от расчетной величины эвапотранспирации на газонах из райграсса, мятлика, овсяницы, свиного, зойсии и паспалума [9].

В задачу опытов, проведенных в Калифорнийском университете, входили:

1. Изучение влияния ограниченных поливных норм, рассчитанных на основе данных эвапотранспирации газонных трав холодного и теплого сезонов.

2. Оценка возможности замены дождевания системой подпочвенного орошения газонов.

3. Разработка коэффициентов водопотребления для газонных трав холодного и теплого сезонов.

Дождевание обеспечивало удовлетворительное качество травостоя у большинства видов даже в тех случаях, когда влагообеспеченность растений была ниже оптимальной. Подпочвенное орошение было неэффективным из-за неглубокого заложения корневой системы у большинства видов, за исключением свиного – растения с глубоко проникающими корнями. При дождевании различия между вариантами 100 и 80 % от величины эвапотранспирации на газонах из трав холодного сезона были незначительными. Режим 60 % от величины эвапотранспирации резко снижал качество дернины трав холодного сезона.

Таким образом, большинство отечественных и зарубежных исследователей подчеркивают важность научного подхода в вопросах орошения.

Начиная с 2011 г. авторами статьи проводятся комплексные исследования, це-

лю которых является выход на оптимальный режим орошения однолетних цветочных культур, который будет увязан с комплексом гидрометеорологических условий и водно-физических почвенных факторов.

Для этого на частном участке в Тверской области организована экспериментальная площадка площадью 10 м², на которой были высажены растения. По ее периметру заложены 4 скважины глубиной 2 м для измерения уровня грунтовых вод [10].

Для выращивания однолетних культур был использован почвогрунт на основе торфа производства ЗАО «Селигер-Холдинг» «Экзо» (грунт универсального назначения, готовый к использованию для выращивания рассады. Состав: натуральный верховой торф, нейтрализованный известью, с добавками комплексного минерального удобрения. Питательная ценность (мг/л): N – 100...180, P₂O₅ – 135...255, K₂O – 115...215, pH – 5...6). Основные параметры используемого почвогрунта приведены в таблице.

В качестве объекта исследования был выбран Тагетес отклоненный (*Tagetes patula* L.) как очень распространенное, высокодекоративное, неприхотливое растение в системе городского цветочного оформления.

В процессе наблюдения проводились регулярные измерения по следующим биометрическим показателям:

- высота растения, мм;
- диаметр стебля, мм;
- количество цветков, шт.;
- диаметр основного цветка, мм;
- количество бутонов, шт.

После окончания вегетации были произведены однократные замеры еще двух показателей:

- максимальная длина корневой системы, мм;
- сухой вес корневой системы, г.

Согласно предварительно проведенному планированию эксперимента для достижения точности опыта в пределах 5 % необходимое количество растений составило 15 штук.

Схема проведения эксперимента предполагала поддержание влажности почвы на уровне 81–100 %, 61–80 % и ниже 60 % от на-

Основные показатели используемого почвогрунта (средние значения и доверительный интервал при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и точности выполнения опыта $p \leq 5 \%$)
The main indicators of the used soil (average values and confidence interval at the significance level of $\alpha = 0.05$ and accuracy of the experiment performance of $p \leq 5 \%$)

| Показатель | Среднее значение и доверительный интервал | Среднеквадратическое отклонение | Коэффициент вариации, % | Показатель точности опыта, % |
|---|---|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Плотность, г/см ³ | 0,51±0,03 | 0,03 | 6,39 | 2,86 |
| Полная влагоемкость (ПВ) | 368,00±8,34 | 9,51 | 2,59 | 1,16 |
| Наименьшая влагоемкость (НВ) | 326,00±8,41 | 9,59 | 2,94 | 1,32 |
| Влажность устойчивого завядания (ВУЗ) | 68,87±2,39 | 2,73 | 3,97 | 1,77 |
| Полная влагоемкость (ПВ) | 187,68±4,25 | 4,85 | 2,59 | 1,16 |
| Наименьшая влагоемкость (НВ) | 166,26±4,29 | 4,89 | 2,94 | 1,32 |
| Влажность устойчивого завядания (ВУЗ) | 35,12±1,22 | 1,39 | 3,96 | 1,77 |
| Обменная кислотность (рН _{Н2О}) | 5,41±0,26 | 0,29 | 5,40 | 2,42 |
| Актуальная кислотность (рН _{КС1}) | 6,60±0,35 | 0,40 | 2,69 | 4,01 |
| Содержание N | 100...180* | – | – | – |
| Содержание P ₂ O ₅ | 135...255* | – | – | – |
| Содержание K ₂ O | 115...215* | – | – | – |

Примечание – Показатели, отмеченные «*» приведены по данным производителя.

именшей влагоемкости при использовании трех вариантов температур поливной воды:

- 26° С (естественный нагрев в емкости для полива);
- 6° С (температура воды из скважины);
- 16° С (смешанная температура).

В результате были заложены 9 вариантов опыта (рис. 1). В качестве контроля был использован полив, который производился по нормативам городского озеленения (поливная норма 15–20 л/м², 4–6 раз за сезон). Контроль влажности осуществлялся объемно-весовым способом. На основании этих измерений назначался полив, который производился вручную.

Площадка № 10 являлась контрольной, полив на которой осуществлялся по нормативам ухода за зелеными насаждениями (цветниками) в городских условиях [11].

Все контролируемые биометрические показатели проявили положительный отклик на увеличение оросительных норм и повышение температуры воды по сравнению с нормативами, принятыми в городском озеленении. Наиболее тесная связь с поливом была установлена для показателя средней высоты растений.

С точки зрения предварительных выводов на основе натуральных показателей хорошие результаты наблюдались при поливе водой температурой 26 С° при поддержании влажности почвы в районе 61–80 % от наименьшей влагоемкости. По сравнению с нормативным режимом орошения было достигнуто увеличение биометрических показателей на 10–30 %. Указанные зависимости хорошо видны на графике (рис. 2), где показано, как влияет режим орошения и температура поливной воды на рост изучаемых растений. Еще более ярко это влияние прослеживается на такой важный показатель декоративности, как количество цветков (рис. 3).

При поддержании влажности в пределах от 60 до 100 % от наименьшей влагоемкости решающее влияние на рост и развитие растений оказывает температура поливной воды. Полив холодной водой, даже при поддержании оптимальной влажности почвы, приводил к заметному снижению биометрических показателей.

Для количественной оценки влияния таких показателей, как температура поливной воды и влажность почвы, поддерживаемая с

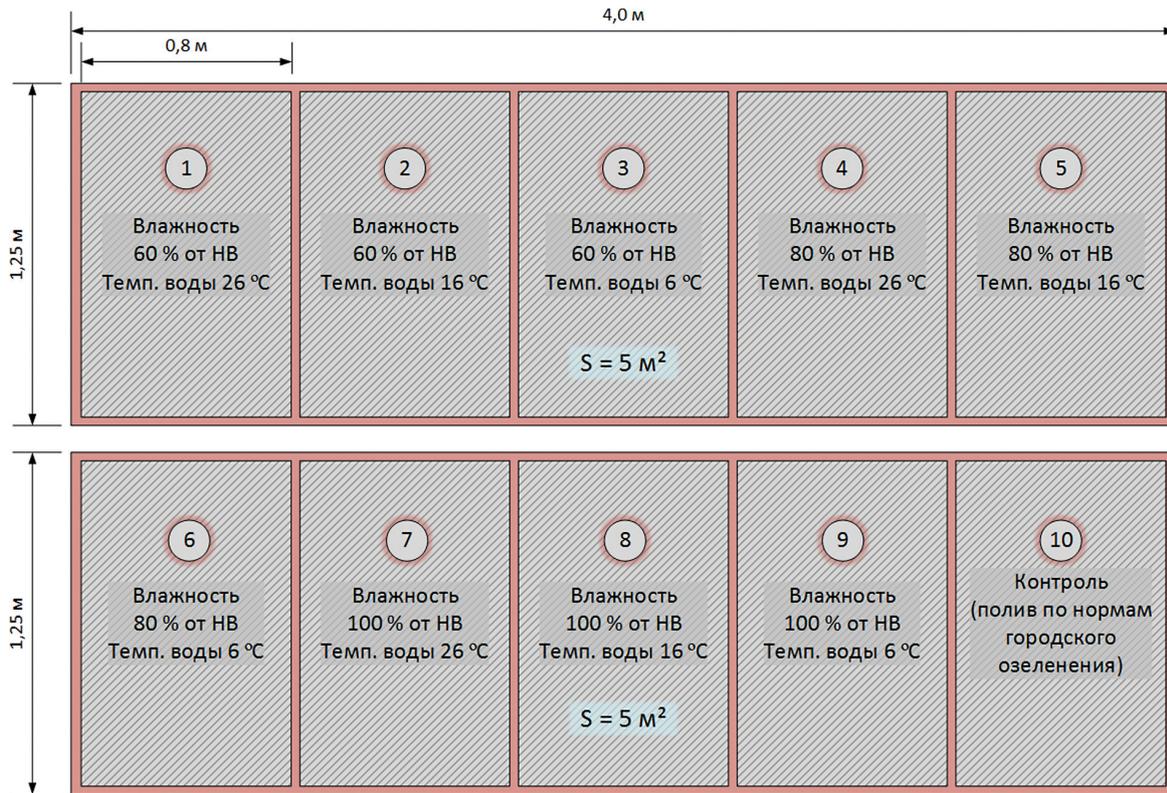


Рис. 1. Схема расположения опытных площадок с различными типами поливов
Fig. 1. The scheme of location of experimental sites with different types of irrigation

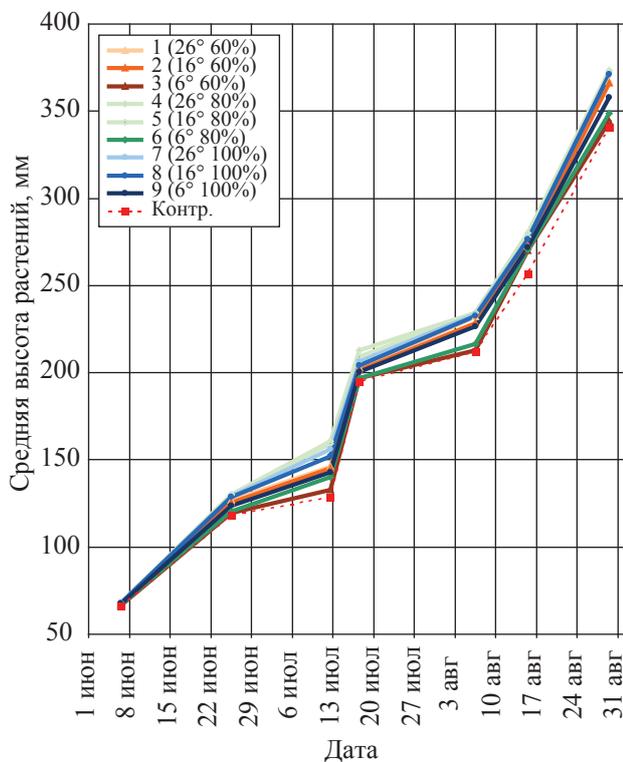


Рис. 2. Изменение средней высоты растений на площадках за период вегетации
Fig. 2. The change in the average height of plants at the sites during the growth season

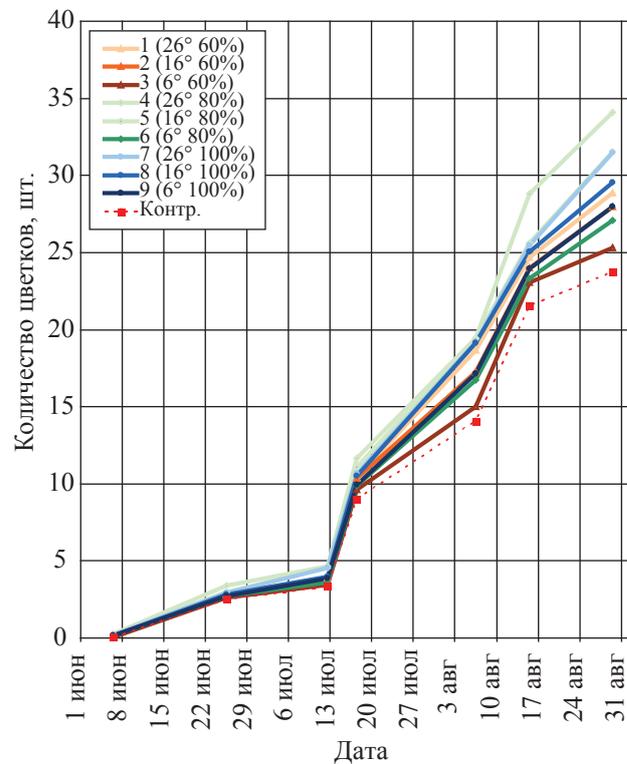


Рис. 3. Изменение количества цветков у растений на площадках за период вегетации
Fig. 3. The change in the number of flowers in plants at the sites during the growth season

помощью орошения, был применен линейный регрессионный анализ.

Используя линейный регрессионный анализ, удалось получить следующее уравнение связи (1), имеющее множественный $R = 0,86$, $R^2 = 0,74$

$$y = 332,62 + 1,01 x_1 + 0,19 x_2, \quad (1)$$

где y – средняя высота растений в конце вегетации, мм;

x_1 – температура поливной воды, $^{\circ}\text{C}$ ($\beta = 81\%$);

x_2 – влажность почвы, % от НВ, % ($\beta = 19\%$).

В скобках приведены коэффициенты частной детерминации (β -коэффициенты), выраженные в % от общего коэффициента детерминации. Указанные β -коэффициенты являются коэффициентами, которые были бы получены, если бы мы заранее стандартизовали все переменные, т. е. сделали их среднее равным 0, а стандартное отклонение равным 1. Одно из преимуществ β -коэффициентов (по сравнению с B -коэффициентами) заключается в том, что β -коэффициенты позволяют сравнить относительные вклады каждой независимой переменной в предсказание зависимой переменной.

Как мы можем видеть, коэффициенты частной детерминации указывают на то, что основное влияние на рост растений оказывает прежде всего температура поливной воды. Уровень влажности почвы (в тех пределах, что были исследованы в рамках эксперимента) влиял на рост растений в значительно меньшей степени.

Рассматривая воздействие орошения вкуче с климатическими факторами, получили еще одно линейное уравнение связи (2), имеющее множественный $R = 0,92$, $R^2 = 0,84$

$$y = 11,85 + 0,10 x_1 - 3,84 x_2 + 1,90 x_3 + 2,07 x_4, \quad (2)$$

где y – средняя высота растений в конце вегетации, мм;

x_1 – количество осадков, мм ($\beta = 9\%$);

x_2 – средняя температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ ($\beta = 11\%$);

x_3 – дефицит насыщения воздуха водяным паром, гПа ($\beta = 7\%$);

x_4 – полив, мм ($\beta = 73\%$).

Анализируя представленное уравнение, следует заметить, что по полученным

коэффициентам частной детерминации мы можем судить, что полив оказывает решающее влияние на рост растений. В условиях регулярного полива роль осадков значительно снизилась. Аналогичным образом, благодаря орошению, снизилось влияние дефицита насыщения. Также, благодаря тому, что за период вегетации не наблюдалось экстремальных отклонений температуры от многолетней нормы, этот фактор не оказал заметного влияния.

Библиографический список

1. Лихачева, А.Б. Дефицит воды как фактор современных международных отношений: дисс. ... канд. политических наук: 23.00.04 / А.Б. Лихачева. – М., 2015. – 219 с.
2. Колганов, А.В. Оценка эффективности орошаемых земель и внесения минеральных удобрений методом энергетического анализа / А.В. Колганов, Т.Н. Антипова, В.В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 4–8.
3. Кружилин, И.П. Проблемы выживания и развития орошаемого земледелия в условиях перехода к рынку / И.П. Кружилин // Тр. ин-та ВНИИОЗ. – Волгоград, 1994. – С. 1–11.
4. Кружилин, И.П. Управление водным режимом почвы для получения запланированных урожаев при орошении / И.П. Кружилин // Труды Волгоградского СХИ. – Волгоград, 1981. – Т. 76. – С. 17–35.
5. Pahlke K. Bodenphysikalische Bemessungsgrossen der Berechnung von Rasenflächen [Расчет норм расхода воды при орошении газонов в зависимости от физических свойств почвы] (ФРГ) // Rasen-Turf-Gazon, 1985. – Т. 16. – № 3. – с. 71–75.
6. Кормилицына, О.В. Современные методы оценки состояния почв и грунтов урбанизированных территорий / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, Д. Коолен // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2010. – № 7. – С. 98–99.
7. Кормилицына, О.В. Оценка свойств гранулометрических элементов как основа для создания почвенно-грунтовых смесей заданного качества / О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, И.М. Палий // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2007. – № 7. – С. 97–102.
8. Орел, Т.И. Качество сырья и эфирного масла эфиромасличных и лекарственных культур в условиях подпочвенного орошения в Крыму / Т.И. Орел, В.Д. Работягов, С.П. Кутько // Материалы XIV междунар. научн. конф. «Экологические основы онтогенеза природных сообществ Евразии». – Херсон: Айлант, 2002. – С. 75–79.
9. Meyer J.L. Turfgrass performance under reduced irrigation / J.L. Meyer, V.A. Gibeault [Развитие газонных трав в условиях ограниченного водоснабжения] (США) / Calif. Agr, 1986. – Т.40. – N 7. – С. 19–20.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. № 743-ПП об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы.
12. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко, отв. ред. Ю.И. Чирков. – Ленинград: Гидрометеозиздат, 1985. – 247 с.

THE IRRIGATION REGIMES. EFFICIENCY AND OPTIMIZATION

Karminov V.N., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Morozova V.S.**, gr. MSFU⁽¹⁾; **Sabo E.D.**, Prof. MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾; **Martynenko O.V.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)⁽¹⁾; **Vasilyev S.B.**, Assoc. Prof., Ph.D. (Agricultural)

caf-soil@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1,141005, Mytischki, Moskow reg., Russia

The majority of domestic and foreign researchers emphasize the importance of a scientific approach to irrigation as the deficit and the excess of soil moisture are negative factors in the farming techniques of growing plants. Starting from 2011, the authors conducted comprehensive studies whose aims were to reach an optimal irrigation regime of annual flower crops, which will be linked to the complex meteorological conditions and water-physical soil factors. The studies were conducted 15 kilometers east of Tver, in an excessively humid area natural moisture. Seats for plants are divided into several areas to meet the set parameters of humidity, and laid the well of 2 meters depth to monitor groundwater levels. In the laboratory, a detailed analysis was conducted of used soil-ground, the results of which were subjected to statistical analysis. *Tagetes patula* L. was selected due to the high popularity of urban gardening and good decorative qualities. Watering was carried out with water at 6 °C, 16 °C and 26 °C, the humidity was given 60, 80 and 100 % of the lower water capacity. As a result, there were 9 variants of the experiment and the control where irrigation was carried out according to the norms of municipal services. Throughout the growing season the measured biometric parameters included the plant height, stem diameter, number of flowers and buds, diameter of the main flower. At the end of the growing season the measurement of the dry weight, and the maximum length of the root system were produced. All indicators shown gave a positive response to an increase in the irrigation rates and higher water temperatures compared to the regulation of the public green spaces by 10–30 %, with a decisive influence on plant growth and development has provided irrigation water temperature is 26 °C. To quantify the impact of these indicators on the growth of the plants linear regression analysis was applied and the equation due to the high coefficient of determination was obtained.

Keywords: irrigation, irrigation regime, *Tagetes patula* L., annual plants, decorative, urban landscaping.

References

1. Likhacheva A.B. *Defitsit vody kak faktor sovremennykh mezhdunarodnykh otnosheniy* [Water scarcity as a factor in contemporary international relations]. Moscow, 2015. 219 p.
2. Kolganov A.V. Antipova T.N. Borodychev V.V. *Otsenka effektivnosti oroshaemykh zemel' i vneseniya mineral'nykh udobreniy metodom energeticheskogo analiza* [Evaluating the effectiveness of irrigated land and mineral fertilizers by energy analysis]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management]. 2001, no. 1, pp. 4–8.
3. Kruzhillin I.P. *Problemy vyzhivaniya i razvitiya oroshaemogo zemledeliya v usloviyakh perekhoda k rynku* [Problems of survival and development of irrigated agriculture in the transition to a market economy]. Proceedings of the Institute. Volgograd, 1994. pp. 1–11.
4. Kruzhillin I.P. *Upravlenie vodnym rezhimom pochvy dlya polucheniya zaplanirovannykh urozhayev pri oroshenii* [Management of soil water regime for the planned crops under irrigation]. Proceedings of the Volgograd Agricultural Institute. Volgograd, 1981. T. 76. pp. 17–35.
5. Pahlke K. *Bodenphysikalische Bemessungsgrossen der Berechnung von Rasenflächen* [Raschet norm raskhoda vody pri oroshenii gazonov v zavisimosti ot fizicheskikh svoystv pochvy] (FRG). *Rasen-Turf-Gazon*, 1985. T. 16, no. 3, pp. 71–75.
6. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V., Koolen D. *Sovremennye metody otsenki sostoyaniya pochv i gruntov urbanizirovannykh territoriy* [Modern methods of assessing the state of soils of urbanized territories]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*. 2010, no. 7, pp. 98–99.
7. Kormilitsyna O.V., Bondarenko V.V., Paliy I.M. *Otsenka svoystv granulometricheskikh elementov kak osnova dlya sozdaniya pochvenno-gruntovykh smesey zadannogo kachestva* [Evaluation of the properties of particle-size elements as the basis for the creation of soil-ground mixes the specified quality]. Moscow state forest university bulletin – *Lesnoy vestnik*. 2007, no. 7, pp. 97–102.
8. Orel T.I., Rabotyagov V.D., Kut'ko S.P. *Kachestvo syr'ya i efirnogo masla efiromaslichnykh i lekarstvennykh kul'tur v usloviyakh podpochvennogo orosheniya v Krymu* [The quality of raw materials and essential oils aromatic and medicinal plants in the conditions of subsoil irrigation in Crimea]. *Materialy XIV mezhdunar. nauchn. konf. «Ekologicheskie osnovy ontogeneza prirodnykh soobshchestv Evrazii»* [Proceedings of the XIV Int. Scien. Conf. «Ecological bases ontogeny of natural communities of Eurasia»]. Kherson: Aylant Publ., 2002, pp. 75–79.
9. Meyer J.L., Gibeault V.A. Turfgrass performance under reduced irrigation (USA), *Calif. Agr.*, 1986. T.40. no. 7. pp. 19–20.
10. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
11. *Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 10 sentyabrya 2002 g. № 743-PP ob utverzhdenii pravil sozdaniya, sodержaniya i okhrany zelenykh nasazhdeniy goroda Moskvy* [Resolution of the Government of Moscow on September 10, 2002 № 743-PP approving the rules of creation, maintenance and protection of green areas of Moscow].
12. Shashko D.I. *Agroklimaticheskie resursy SSSR* [Agroclimatic resources of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1985, 247 p.