

УДК 631.67

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРОШЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОДА *TAGETES*)

Е.Д. САБО, проф. МГУЛ, д-р техн. наук⁽¹⁾,
В.С. МОРОЗОВА, асп. МГУЛ⁽¹⁾,
В.Н. КАРМИНОВ, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,
О.В. МАРТЫНЕНКО, 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

Вода является одним из основных факторов развития и роста растений, поэтому изучению режимов орошения уделяется повышенное внимание. Без достаточного количества воды в клетках не могут происходить физиологические и биохимические процессы – это необходимо учитывать при выращивании любых видов растительной продукции. Однако избыток влаги так же губителен для растений, как и недостаток. С целью изучения влияния различных параметров орошения на рост и развитие растений была выбрана широко распространенная в городском цветочном озеленении культура – *Tagetes* (*Tagetes patula* L.). При постановке полевого опыта учитывались такие параметры режимов орошения, как температура поливной воды, поливные нормы и число поливов. Детальное изучение климатических условий района проведения полевого эксперимента позволило наиболее эффективно оценить влияние природных факторов на рост и развитие растений. Проанализированы данные местной гидрометеослужбы за последние 35 лет – дана зональная и микрозональная характеристика района по системе Д.И. Шашко для более объективной оценки показателя увлажнения, проведен анализ вероятности превышения выборочных гидрометеорологических факторов за период полевых работ. При планировании опыта использовалось 9 вариантов полива и контроль, на котором орошение производилось по нормативам коммунальной службы (15 мм / 2 раза в месяц). Приведенные графики хода роста позволяют объективно оценить развитие ряда биометрических показателей исследуемых растений за период вегетации. В результате натурного полевого эксперимента установлен оптимальный режим орошения для выбранных растений и условий проведения эксперимента. С помощью регрессионного анализа получены математические модели связи естественных и искусственных факторов с биометрическими показателями исследуемых растений. Полученные взаимосвязи характеризуются высокими значениями коэффициента детерминации.

Ключевые слова: режимы орошения, *Tagetes*, поливные нормы, климатические факторы, биометрические показатели, декоративные растения.

Изучение влияния параметров орошения для растений, выращиваемых в открытом грунте, нельзя производить в отрыве от природных климатических условий. Необходимо четко определить природные условия, в которых проводились экспериментальные исследования. Из региональных литературных источников известно, что центральная часть Тверской области относится к зоне избыточного увлажнения. Для уточнения этого положения мы произвели расчеты показателя естественного увлажнения (по Д.И. Шашко) непосредственно для объекта исследований для следующих периодов [1–3]:

- среднего многолетнего;
- годового для каждого года исследований (2011, 2012, 2013 и 2014);
- для всего вегетационного периода каждого года исследований (от даты перехо-

да средних суточных температур воздуха через 5° С до момента выкопки растений, т. е. 31 августа);

- среднего месячного показателя каждого месяца и каждого года фактического роста растений, т. е. за июнь, июль и август (табл. 1).

Показатель увлажнения (табл. 1) в значительной степени зависит от того периода, для которого он рассчитывается.

Так, например, весь 2011 г. можно отнести к влажной зоне. Но если взять отдельно лишь вегетационный период, то его уже можно отнести к полувлажной зоне. То же самое можно сказать и о более дробных периодах роста – месячных. В том же году июнь можно отнести к избыточно влажной зоне, июль – к засушливой, а август – к полувлажной.

Зональная и микрозональная характеристика района исследований**Zonal and microzonal characteristic of the study area**

Год исследований	Показатель увлажнения по периодам, гПа/зона				
	Год	Вегетационный период	Июнь	Июль	Август
2011	0,50 Влажная	0,30 Полузасушливая	0,66 Избыточно влажная	0,19 Засушливая	0,34 Полузасушливая
2012	0,86 Избыточно влажная	0,54 Влажная	0,75 Избыточно влажная	0,44 Полувлажная	0,60 Влажная
2013	0,48 Влажная	0,24 Засушливая	0,21 Засушливая	0,35 Полузасушливая	0,11 Сухая
2014	0,28 Полузасушливая	0,17 Засушливая	0,24 Засушливая	0,16 Засушливая	0,18 Засушливая

Из этого примера хорошо видна гибкость системы Д.И. Шашко, а также то, что в течение только летнего периода растения могут страдать как от избытка влаги (июнь), так и от недостатка ее (июль и август).

Для вычисления показателя увлажнения использовалась формула Д.И. Шашко (1)

$$M_d = p / \sum d, \quad (1)$$

где M_d – показатель увлажнения;

p – среднее годовое количество осадков, мм (682,7);

$\sum d$ – сумма показателей недостатка насыщения за тот же период, гПа (1099,6).

При этом средний многолетний (за 34 года) показатель увлажнения оказался равным 0,63.

Этот показатель говорит о том, что район исследования находится в зоне избыточного увлажнения, а именно, в той ее трети, которая лежит ближе всего к соседней влажной зоне.

Кроме того, не менее важно знать вероятность появления таких условий в многолетнем разрезе. Определение вероятности мы провели по формуле Н.Н. Чегодаева (2)

$$P_{\%} = (m - 0,3) / (N + 0,4) \cdot 100, \quad (2)$$

где $P_{\%}$ – вероятность превышения значений выбранного показателя за конкретный год, %;

m – порядковый номер члена ряда в сформулированном ряду;

N – общее число членов ряда.

Из сказанного видно, что прежде всего необходимо построить сформированные (или ранжированные) ряды интересующих

нас показателей. В качестве примера приведем сформированный ряд годовых показателей по осадкам за 35 лет наблюдений (с 1980 по 2014) с округлением до десятых (табл. 2).

Из приведенных материалов хорошо видна вероятность превышения годовых осадков за каждый год наблюдений. При этом для нас наиболее интересными являются годы проведения экспериментальных исследований и вероятность их наступления.

Так, например, такой дождливый год, как 2012, имеет вероятность превышения 2 % и, следовательно, вероятность появления 1 раз в 50 лет, т. е. достаточно редко. Другой, 2011 г., имеет вероятность превышения годовых осадков 57,3 %, т. е. близкий к среднему. Вероятность наступления такого года оценивается в 1,7 года, т. е. почти каждый второй год. Наконец, 2013 г. характеризуется вероятностью превышения 71,8 %, т. е. ожидать наступления такого события можно каждые 1,4 года. В этом отношении 2011 и 2013 гг. близки друг к другу [4].

Таким же образом, но только за период вегетации, были обработаны и другие показатели по природным факторам, а их совокупность дает однозначное представление о вероятности наступления аналогичных лет (табл. 3).

Из табл. 3 хорошо видно, что очень часто годовые показатели больше или меньше, но отличаются друг от друга. Поэтому исследователям, работающим с растениями и ориентирующимся на годовые гидрометеорологические материалы, это обстоятельство

необходимо учитывать, т. к. растения развиваются именно в течение вегетационного периода. Наиболее сильные различия в два и более раза по вероятности превышения наблюдались по сумме положительных температур в 2013 г., по сумме осадков (почти в пять раз) – в 2012 г., по сумме дефицита насыщения – в 2014 г., по общей облачности – в 2012 г.

Охарактеризовав таким образом комплекс природных условий, т. е. факторов окружающей среды, влиять на которые мы не

Т а б л и ц а 2

**Пример обработки данных
по несвязным рядам
Sample data on disconnected series**

№	Годовые осадки в убывающем порядке, мм	Вероятность превышения, P, %	Год наблюдений
1	925,1	2,0	2012
2	894,0	4,8	1990
3	889,3	7,6	1980
4	888,5	10,4	2004
5	857,5	13,3	2009
6	850,1	16,1	1981
7	776,6	18,9	2008
8	771,7	21,8	1985
9	748,7	24,6	1997
10	744,8	27,4	2003
11	740,2	30,2	1983
12	718,2	33,0	1989
13	710,7	35,9	2006
14	698,0	38,7	2010
15	682,7	41,5	2001
16	679,5	44,4	1982
17	673,4	47,2	2007
18	669,6	50,0	1986
19	667,2	52,8	1998
20	660,5	55,6	2011
21	659,6	58,5	1991
22	644,4	61,3	2005
23	634,1	64,1	1993
24	632,0	67,0	2000
25	621,1	69,8	2013
26	609,1	72,6	1984
27	566,0	75,4	1988
28	565,2	78,2	1987
29	545,7	81,1	1995
30	539,4	83,9	1994
31	524,6	86,7	1996
32	523,2	89,6	1992
33	480,5	92,4	2014
34	451,1	95,2	2002
35	450,6	98,0	1999

можем, следует переходить к определению влияния поливных норм и температуры оросительной воды на рост растений. Всего было запланировано 9 вариантов режимов орошения и один контроль, который поливался по нормам коммунального хозяйства, а именно, по 15 мм 2 раза в месяц.

Варианты режимов орошения были таковы:

- температура поливной воды в среднем 26 °С, 16 °С и 6 °С;
- норма полива, позволяющая поддерживать влажность почвы в корнеобитаемом слое на уровне около 100 %, 80 % и 60 % от наименьшей влагоемкости.

О результативности каждого варианта можно судить по данным статистической обработки элементов хода роста на момент выкопки растений (31 августа 2013 г.), а также графиков хода роста.

В качестве элементов хода роста рассматривались (рисунок):

- высота растений,
- диаметр стебля,
- диаметр основного цветка,
- количество цветков.

Даже беглый просмотр графиков позволил судить о том, что наибольшие различия наблюдаются по количеству цветков и диаметру стебля, меньше – по высоте растений и совсем мало – по диаметру основного цветка. Окончательно и объективно решить вопрос можно на основе определения коэффициента достоверности различия, используя для этого *t*-критерий Стьюдента.

Начнем с диаметра основного цветка, мм. Наиболее крупное среднее значение основного цветка (54,67 мм) было получено при поливе водой $t = 26$ °С при поддержании влажности почвы в ~ 80 % от наименьшей влагоемкости. Стандартная ошибка при этом составила 1,14 мм. В то же время на контроле (худший вариант) средний диаметр цветка достиг 52,67 мм при стандартной ошибке 0,83 мм. В результате расчета получаем $t = (54,67 - 52,67) / (1,14^2 + 0,83^2)^{0,5} = 1,42$, что соответствует (при стандартной ошибке) всего 0,2 уровня значимости, что гораздо ниже $t_{0,05} = 2,15$. Уже из этого расчета видно, что различия в диаметре цвет-

**Вероятность превышения выборочных гидрометеорологических факторов
в годы проведения полевых экспериментов**
The probability of the exceedence of sample meteorological factors in the years of field experiments

Гидрометеофактор	Вероятность превышения, % (числитель); вероятность появления 1 раз в n лет (знаменатель) при расчете по годам и вегетационным периодам							
	по годам, в годы				по вегетационным периодам, в годы			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Сумма положительных температур воздуха больше 5 °С, °С	<u>13,3</u> 7,5	<u>18,9</u> 5,3	<u>27,4</u> 3,6	<u>24,6</u> 4,1	<u>7,6</u> 13,2	<u>30,2</u> 3,3	<u>13,3</u> 7,5	<u>21,8</u> 4,6
Сумма осадков, мм	<u>55,6</u> 1,8	<u>2,0</u> 50,0	<u>69,8</u> 1,4	<u>92,4</u> 1,1	<u>61,3</u> 1,6	<u>10,4</u> 9,6	<u>81,1</u> 1,2	<u>89,6</u> 1,1
Сумма показателей дефицита насыщения, гПа	<u>16,1</u> 6,2	<u>47,2</u> 2,1	<u>18,9</u> 5,3	<u>2,0</u> 50,0	<u>13,3</u> 7,5	<u>38,7</u> 2,6	<u>18,9</u> 5,3	<u>4,8</u> 20,8
Суммарный показатель общей облачности, баллы	<u>69,8</u> 1,4	<u>30,2</u> 3,3	<u>78,2</u> 1,3	<u>33,0</u> 3,0	<u>47,2</u> 2,1	<u>61,3</u> 1,6	<u>55,6</u> 1,8	<u>24,6</u> 4,1

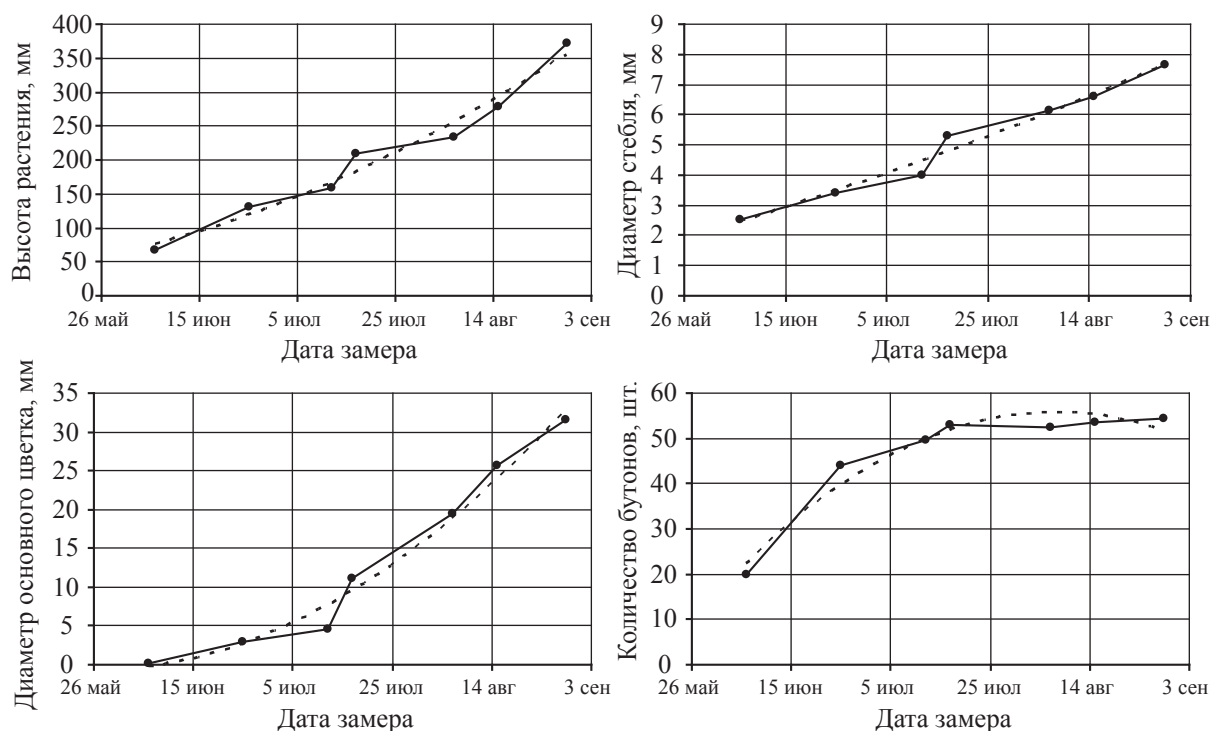


Рисунок. Динамика развития биометрических показателей растений рода *Tagetes* в 2013 г.

Fig. The dynamics of the biometric indicators plants of the genus *Tagetes* in 2013

ка во всех остальных случаях на уровне $t_{0,05}$ недостоверны.

Обратим внимание на количество цветков. Для лучшего понимания результатов расчетов приведем их в виде матрицы коэффициентов различия для уровня значимости при стандартной ошибке.

По аналогии с диаметром цветка определим коэффициент достоверности разли-

чия количества цветков между лучшим вариантом и контролем при уровне значимости ошибки 0,05

$$t = (34,07 - 23,73) / ((0,43 \cdot 2,15)^2 + (1,87 \cdot 2,15)^2)^{0,5} = 2,51,$$

т. е. в данном случае различие достоверно на уровне значимости 0,05, т. к. $2,51 > 2,15$.

На следующем этапе проведем аналогичные расчеты по диаметру стебля (табл. 5)

Т а б л и ц а 4

**Матрица коэффициентов достоверности различия количества цветков (числитель)
и вероятность различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the number of flowers (the numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>1,23</u>	<u>0,32</u>	<u>0,44</u>
Около 80	78,13	25,10	34,01
	<u>0,72</u>	<u>1,20</u>	<u>0,95</u>
Около 60	52,85	76,99	65,79
	<u>0,64</u>	<u>4,63</u>	<u>4,44</u>
Контроль	47,78	> 99,99	> 99,99

Т а б л и ц а 5

**Матрица коэффициентов достоверности различия диаметра стебля, мм (числитель)
и вероятности различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the stem diameter, mm (the numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>0,21</u>	<u>0,94</u>	<u>1,90</u>
Около 80	16,63	65,28	94,26
	<u>0,62</u>	<u>0,98</u>	<u>1,78</u>
Около 60	46,47	67,29	92,49
	<u>1,79</u>	<u>1,85</u>	<u>2,36</u>
Контроль	92,65	93,57	98,17

Т а б л и ц а 6

**Матрица коэффициентов достоверности различия высоты стебля (числитель) и вероят-
ность различия, % (знаменатель)**
**The matrix of the coefficients of significant differences in the stem height (numerator)
probability of differences, % (denominator)**

Влажность почвы относительно наименьшей влагоемкости, %	Показатели при температуре поливной воды, °С		
	6	16	26
Около 100	<u>1,23</u>	<u>0,32</u>	<u>0,44</u>
Около 80	78,13	25,10	34,01
	<u>0,72</u>	<u>1,20</u>	<u>0,95</u>
Около 60	52,85	76,99	65,79
	<u>0,64</u>	<u>4,63</u>	<u>4,44</u>
Контроль	47,78	> 99,99	> 99,99

Наиболее значительные различия в диаметре стеблей наблюдаются при высоких температурах поливной воды и контролем (табл. 5). Различия в зависимости от влажности почвы наблюдаются при температуре воды 26 °С. Для полноты картины проведем аналогичные расчеты для высоты растений (табл. 6).

Анализ табл. 5, 6 показывает, что наиболее информативной является таблица с коэффициентами достоверности различия количества цветков, особенно при повышенных температурах поливной воды. Поэтому, используя данные по количеству цветков, посмотрим, как реа-

гирует этот показатель на температуру поливной воды.

Проведенные дальнейшие расчеты показали, что влияние температуры поливной воды тесно связано с влажностью корнеобитаемого горизонта почвы. Так, при влажности около 60 % от наименьшей влагоемкости наибольшее различие (хотя и весьма скромное) показал переход температуры от 6 °С к 16 °С при коэффициенте достоверности различия всего 1,30 и вероятности 80,6 %.

Наилучшие результаты были отмечены при влажности почвы около 80 % от наименьшей влагоемкости. Так, переход от 6 °С к 16 °С охарактеризовался коэффициентом достоверности различия 4,22, или вероятностью более 99,99 %. Переход от 16 °С к 26 °С показал коэффициент достоверности различия 2,47, или вероятность 98,6 %.

При влажности почвы около 100 % от наименьшей влагоемкости переход от 16 °С к 26 °С охарактеризован коэффициентом достоверности различия 1,86, или вероятностью 93,7 %.

Продолжая рассмотрение результатов замеров 2013 г. можно сделать вывод, что наилучшие показатели роста и развития были достигнуты при влажности почвы около 80 % от наименьшей влагоемкости при температуре поливной воды 16 °С и 26 °С.

При искусственном орошении при одновременном влиянии естественных источников увлажнения большое значение приобретает тот показатель, который характеризуется наибольшей теснотой связи, выраженной через R^2 , поэтому были составлены и просчитаны 36 уравнений первого, второго и третьего порядков, охватывающие 3 вида аргументов:

- осадки за период роста, мм;
- полив в течение оросительного периода, мм;
- КПУ – комплексный показатель увлажнения, включающий сумму осадков, поливов и подпитки от грунтовых вод, мм.

Этот показатель очень удобен для перспективного планирования на основе прогнозов.

Варианты уравнений связи обозначены цифрами 1, 2 и 3, которые одновременно

говорят о порядке уравнения. Результаты расчетов сведены в табл. 7.

Из табл. 7 хорошо видно, что высокая теснота связи наблюдается уже при использовании уравнений 2-го порядка. При этом, как правило, наилучшие результаты наблюдаются при использовании в качестве аргумента КПУ ($R^2 = 0,893 \dots 0,957$).

Известно, что естественные осадки, вода при поливах и близко расположенные грунтовые воды самым непосредственным образом связаны с влажностью и воздухоемкостью почвы или субстрата вообще и корнеобитаемым слоем, в особенности [5]. Поэтому очень важно знать, как влажность почвы влияет на развитие основных показателей роста растений. Регулярный отбор образцов на влажность почвы из трех горизонтов мощностью 10 см позволяет оценить это влияние.

При анализе корневых систем после выкопки растений было замечено, что основная масса тонких сосущих корней расположена на глубине 12–17 см. Поэтому для нахождения корреляционных связей третий нижний горизонт не использовался, а из верхних двух горизонтов для анализа были выбраны следующие три варианта:

- влажность в % от наименьшей влагоемкости только из верхнего 10-сантиметрового горизонта;
- такая же влажность из условия, что 80 % влаги поступает из верхнего горизонта, а 20 % – из среднего;
- влага к корневым системам поступает одинаково (т. е. по 50 %) как из верхнего, так и из среднего горизонтов.

Влажность почвы очень важна для оперативного управления режимом орошения. В качестве предполагаемых видов зависимостей были выбраны линейные уравнения, а также уравнения второго и третьего порядков. В дальнейшем от последнего вида уравнений пришлось отказаться и остановиться только на первых двух (табл. 8).

Из данных табл. 8 достаточно четко и однозначно видно, что наиболее высокая теснота связи наблюдается, с одной стороны, при квадратичной зависимости, а с другой,

Т а б л и ц а 7

Показатели тесноты связи параметров роста растений рода *Tagetes* с факторами увлажнения, R^2

The indicators of the tightness of the connection of the parameters of growth of the genus *Tagetes* with moisturizing factors, R^2

Показатели роста	Показатели тесноты связи (R^2) при использовании уравнений 1-го, 2-го и 3-го порядков при наличии трех аргументов								
	Осадки			Полив			КПУ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Количество цветков, шт.	0,638	0,958	0,958	0,626	0,763	0,868	0,717	0,943	0,946
Диаметр главного цветка, мм	0,812	0,901	0,912	0,921	0,922	0,959	0,832	0,893	0,937
Диаметр стебля, мм	0,904	0,934	0,935	0,920	0,924	0,951	0,958	0,950	0,958
Высота стебля, мм	0,843	0,905	0,934	0,959	0,962	0,962	0,905	0,957	0,959

Т а б л и ц а 8

Показатели тесноты связи параметров роста растений рода *Tagetes* с влажностью различных горизонтов почвы, R^2

The indicators of the tightness of the connection of the parameters of growth of the genus *Tagetes* with a moisture content of different soil horizons, R^2

Показатели роста	Показатели тесноты связи (R^2) при использовании уравнений 1-го и 2-го порядков при наличии трех аргументов влажности, % от наименьшей влагоемкости					
	Влажность верхнего горизонта		Влажность верхнего горизонта 80 %, среднего 20 %		Средняя влажность двух горизонтов	
	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка	Уравнение 1-го порядка	Уравнение 2-го порядка
Количество цветков, шт.	0,53	0,54	0,57	0,64	0,59	0,79
Диаметр главного цветка, мм	0,60	0,65	0,62	0,79	0,63	0,92
Диаметр стебля, мм	0,45	0,55	0,49	0,00	0,52	0,72
Высота стебля, мм	0,42	0,47	0,46	0,46	0,50	0,57

когда влажность почвы берется как среднее значение из двух верхних 10-ти сантиметровых горизонтов ($R^2 = 0,57 \dots 0,92$).

На основании всего можно сделать следующие выводы.

1. При изучении влияния естественного увлажнения на развитие растений через показатель увлажнения наиболее точные и достоверные результаты имеет характеристика по более дробным периодам роста вплоть до месячных.

2. Для более точной, объективной и сравнительной характеристики отдельных лет (особенно лет исследования) хорошо подходит такой показатель, как вероятность превышения, выраженная в %, а также вероятность наступления аналогичного года или периода один раз в n лет. За все четыре года

исследований эти показатели по четырем природным факторам оказались достаточно дифференцированы (общий разброс от 2,0 % до 92,4 %).

3. При определении достоверности различия полученных результатов на момент выкопки растений было выявлено, что:

- различия в диаметре главного цветка недостоверны даже при стандартной ошибке среднего;

- различия в количестве цветков в зависимости от температуры поливной воды всегда достоверны по сравнению с контролем (кроме температуры 6°C), но не всегда между вариантами полива;

- различия в диаметре стебля наблюдаются при более высоких температурах поливной воды и при сравнении с контролем;

между вариантами полива различия менее вероятны;

- различия в высоте стебля так же наиболее достоверны по сравнению с контролем и при температуре поливной воды 16 °C и 26 °C.

4. Влияние температуры поливной воды наряду с влажностью корнеобитаемого слоя почвы наиболее значительно сказались при переходе температуры от 6 °C к 16 °C. Коэффициент достоверности различия достиг значения 4,22 при вероятности более 99,99 %. Следующий переход от температуры 16 °C к 26 °C характеризуется коэффициентом достоверности различия 2,47, или вероятностью различия 98,6 %. Наилучшие результаты роста были достигнуты при плановой влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости и температуре поливной воды 16 °C и 26 °C.

5. Для оценки влияния увлажнения на рост и развитие растений рода *Tagetes* были исследованы три показателя: осадки, нормы полива и КПУ (комплексный показатель увлажнения, включающий осадки, полив и

подпитку за счет грунтовых вод). Высокая теснота связи наблюдается уже при использовании уравнений 2-го порядка, а так же КПУ ($R^2 = 0,893 \dots 0,957$).

6. При анализе влияния влажности почвы на рост и развитие растений рода *Tagetes* наибольшая теснота связи была получена при средней влажности двух верхних 10-ти сантиметровых горизонтов и использовании уравнений 2-го порядка ($R^2 = 0,57 \dots 0,92$).

Библиографический список

1. Клибашев, К.П. Гидрологические расчеты / К.П. Клибашев, И.Ф. Горшков, А.И. Чеботарев (ред.). – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 461 с.
2. Лучшева, А.А. Практическая гидрология / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 440 с.
3. Лучшева, А.А. Практическая гидрометрия / А.А. Лучшева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 424 с.
4. Рождественский, А.В. Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественский, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 425 с.
5. Simulation of oxygen regime of tree substrates Balakina Y.N., Makarova O.V., Bondarenko V.V., Koudstaal L.Y., Ros E.Y., Koolen A.Y., Van Loon W.K.P. Urban Forestry & Urban Greening. 2005. T. 4. № 1. pp. 23-35.

THE INFLUENCE OF THE IRRIGATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ANNUAL FLOWER PLANTS (ON THE EXAMPLE OF THE GENUS TAGETES)

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

caf-soil@mgul.ac.ru

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

Water is one of the major factors in the development and growth of plants, so the study of irrigation regimes has received increased attention. Without enough water the cells may not perform physiological and biochemical processes, which is necessary to consider in growing all kinds of plant products. However, excess moisture is as disastrous for the plants as its lack. To study the effect of different parameters of irrigation on plant growth and development a flower gardening culture widespread in the city has been chosen (*Tagetes* (*Tagetes patula* L.)). When setting field experiments such irrigation parameters regimes were taken into account as the temperature of irrigation water, irrigation rates and the number of irrigations. A detailed study of the climatic conditions of the area of the field experiment will most effectively assess the impact of environmental factors on the growth and development of plants. The data of the local meteorological service in the last 35 years given micro zonal and zonal characteristics of the area (in the system by D.I. Shashko) for a more objective assessment of the moisture index, the analysis of the probability of exceeding sample meteorological factors during the period of field work was conducted. When planning the experiment 9 variants of irrigation and control in which irrigation was performed according to the standards of municipal services (15 mm / 2 times a month) were laid. The given schedule of growth allows to evaluate the development of a number of biometric indicators of the test plants during the growing season objectively. As a result, full-scale field experiment established the optimum irrigation regime for the selected plants and the experimental conditions. Regression analysis, mathematical models of communication of natural and artificial factors with biometric indicators were used on the test plants. These relationships are characterized by high values of the coefficient of determination.

Key words: irrigation regimes, *Tagetes*, irrigation norms, climatic factors, biometrics, annual plants.

References

1. Klibashev K.P., Gorshkov I.F., Chebotarev A.I. *Gidrologicheskie raschety* [Hydrological conditions]. Leningrad: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1970. 461 p.
2. Luchsheva A.A. *Prakticheskaya gidrologiya* [Practical hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 440 p.
3. Luchsheva A.A. *Prakticheskaya gidrometriya* [Practical hydrometrics]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 424 p.
4. Rozhdestvenskiy A.V., Chebotarev A.I. *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 425 p.
5. Simulation of oxygen regime of tree substrates Balakina Y.N., Makarova O.V., Bondarenko V.V., Koudstaal L.Y., Ros E.Y., Koolen A.Y., Van Loon W.K.P. Urban Forestry & Urban Greening. 2005. T. 4. № 1. pp. 23-35.