

УДК 581.1

*Я.В. Меньщикова, Т.А. Лушникова***ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «ЦИРКОН» И СУЛЬФАТА КАЛИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ *CAPSICUM ANNUUM* L. (SOLANACEAE) СОРТА КАЛИФОРНИЙСКОЕ ЧУДО**

Овощеводство является одним из важнейших направлений сельского хозяйства. Для повышения урожайности культурных растений широко применяются регуляторы роста и удобрения, которые способствуют интенсификации роста, развития и в результате повышению количества и качества урожая. Целью данной работы является изучение влияния внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия, и характер их взаимодействия на физиологические процессы *C. annuum* сорта Калифорнийское чудо. Объектами исследования были циркон, сульфат калия, *C. annuum* сорта Калифорнийское чудо. Циркон полностью безопасен и состоит из растительных компонентов, основным из которых является пурпурная эхинацея, а действующим веществом – гидроксикоричные кислоты. Он помогает усилить рост и развитие, оберегает растения от стресса и болезней [1]. Сульфат калия повышает содержание сахаров и витаминов, увеличивается сопротивляемость растений к различным заболеваниям и усиливает рост, так как содержит  $SO_4^{2-}$ , а сера входит в состав многих органических веществ, и прежде всего в белки [2; 3]. Исследование проводилось с использованием стандартных методик физиологии растений. В качестве показателей роста измерялись длина, ширина листовой пластины и высота растений. При учете урожайности взвешивались плоды и анализировалось содержание в них витамина С с помощью гексацианоферрита калия. В результате исследования было выявлено, что циркон и особенно сульфат калия способствует интенсификации физиологических процессов, но наибольший стимулирующий эффект оказывает совместная обработка цирконом и сульфатом калия. Циркон и сульфат калия при их раздельном и совместном применении способствуют стабилизации водного режима, интенсификации роста и повышают урожайность и содержание аскорбиновой кислоты в плодах *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо». Между изучаемыми регуляторами проявляется аддитивный характер взаимодействия, то есть действие изучаемых регуляторов суммируется.

*Ключевые слова:* *Capsicum annuum*, циркон, сульфат калия, водный обмен, фотосинтез, дыхание, рост, урожайность.

Выращиванием *C. annuum* занимаются многие страны мира, в которых климатические условия соответствуют его биологическим особенностям. Такое широкое распространение *C. annuum* получил благодаря своим ценным пищевым свойствам. Перец – лидер по содержанию витамина С среди овощных культур. Также перец богат каротином, рутином, витаминами группы В и А, сахарами (глюкозой, фруктозой, сахарозой), летучими эфирными маслами, минеральными солями, клетчаткой, белками, крахмалом, гемицеллюлозой, пектиновыми веществами [4]. Овощная промышленность стремится увеличить урожайность этого полезного овоща. Для решения этого вопроса применяются регуляторы роста и развития растений [5].

Цель исследования: изучить влияние внекорневой обработки растворами регуляторов роста циркона и сульфата калия, при раздельном и совместном применении, на водный обмен, фотосинтез, дыхание, показатели роста, урожайность и содержание аскорбиновой кислоты в плодах *C. annuum* сорта «Калифорнийское чудо».

**Методы исследования**

Исследования проводились на базе личного подсобного хозяйства (г. Курган) в условиях полевого опыта в 2016–2018 гг. Объектами исследования являлись *C. annuum* сорта Калифорнийское чудо, регуляторы роста и развития растений: циркон и сульфат калия. Растения выращивали в условиях открытого грунта через рассаду. На рассаду перцы были посеяны 13 февраля. Обработку растений раствором циркона в концентрации 0,001 мг/л и 1 % раствором сульфата калия проводили дважды: первый раз через 10 дней после пикировки – 25 марта, а второй раз через 10 дней после высадки рассады в грунт – 8 июня. Растения контрольного варианта опрыскивали водой.

Схема опыта включала четыре варианта: 1 вариант – обработка водой (контроль), 2 вариант – обработка цирконом (циркон), 3 вариант – обработка раствором сульфата калия ( $K_2SO_4$ ), 4 вариант – совместная обработка сульфатом калия и цирконом ( $K_2SO_4$ +циркон).

Перцы высаживали в открытый грунт 29 мая двурядным способом на делянки площадью 4 м<sup>2</sup> по схеме 60×30, то есть 6 растений/м<sup>2</sup>. Опыт закладывался в четырехкратной повторности. Размещение делянок проводили рендамизационным методом [6]. Перед закладкой опыта был взят на анализ

почвенный образец [7]. В ходе эксперимента, наряду с агротехническими мероприятиями, проводились наблюдения и измерение показателей физиологических процессов растений с использованием стандартных методик физиологии растений: определение водоудерживающей способности растений методом «завядания» (по Арланду), определение динамики поглощения воды листьями растений, определение интенсивности фотосинтеза и дыхания растений методом Бойсена-Йенсена, количественное определение аскорбиновой кислоты с помощью гексацианоферрита калия [8-10]. Полученные результаты исследования подвергали статистической обработке данных.

### Результаты исследования и их обсуждение

Влияние внекорневой обработки растворами регуляторов роста циркона и сульфата калия, при раздельном и совместном применении, на водный обмен, фотосинтез, дыхание растений *Capsicum annuum* проводили в фазу цветения через 20 дней после опрыскивания растений растворами изучаемых регуляторов.

Скорость роста и развития растений зависит от напряженности водного режима [11]. В качестве показателей водного обмена анализировались водоудерживающая способность, степень оводненности, водный дефицит и относительная тургесцентность в листьях перцев. Водоудерживающую способность листьев *C. annuum* характеризовали по величине водоотдачи. При этом большей водоотдаче соответствовала меньшая водоудерживающая способность и наоборот [10; 11]. Проведенные исследования показали (рис. 1), что, по сравнению с контрольным вариантом, обработка *C. annuum* препаратом цирконом и особенно сульфатом калия способствовала повышению водоудерживающей способности листьев в 1,35 раз и в 1,46 раз соответственно. При этом наибольшей водоудерживающей способностью обладают листья *C. annuum*, подвергнутые совместной обработке цирконом и сульфатом калия – 95,64 % (увеличение в 1,48 раза). Повышение водоудерживающей способности листьев под влиянием изучаемых регуляторов роста способствовало увеличению оводненности тканей (рис. 1) [12].

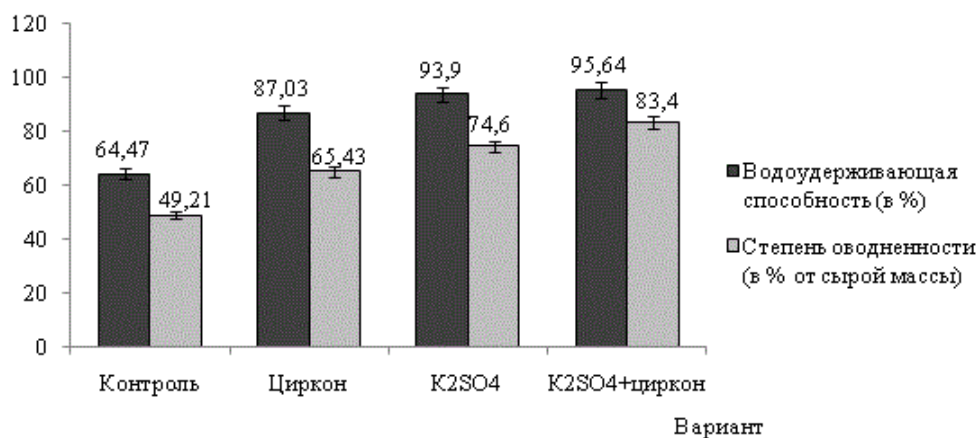


Рис. 1. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на водоудерживающую способность и оводненность тканей листьев *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

Для изучения напряженности водного режима растения используют такие показатели, как водный дефицит и относительная тургесцентность тканей. В обоих случаях сравнивают содержание воды в растительной ткани с количеством ее в той же ткани, находящейся в состоянии полного тургора [9; 11]. Проведенные исследования показали, что на фоне повышения водоудерживающей способности и оводненности листьев в опытных вариантах под влиянием изучаемых препаратов наблюдалось увеличение показателя относительной тургесцентности и снижение показателя водного дефицита (рис. 2). Это может говорить о том, что под влиянием изучаемых регуляторов стабилизируется водный режим *C. annuum*.

Фотосинтез и дыхание – важные составляющие энергетического обмена, которые влияют на рост и урожайность растений. Дыхание является центральным звеном в метаболизме клетки. В результате этого процесса происходит выделение энергии, необходимой для жизнедеятельности растительного организма [11]. Проведенные исследования показали (рис. 3), что внекорневая обработка цирконом и особенно сульфатом калия способствовала увеличению интенсивности дыхания в 1,37 и

в 2,35 раза соответственно, по сравнению с контрольным вариантом. Стоит отметить, что наибольшим показателем интенсивности дыхания отличился вариант, подвергнутый совместной обработке цирконом и сульфатом калия – в 3,04 раза больше, чем в контрольном варианте. Необходимо отметить, что между изучаемыми регуляторами проявляется аддитивный эффект, то есть действие циркона и сульфата калия суммируется.

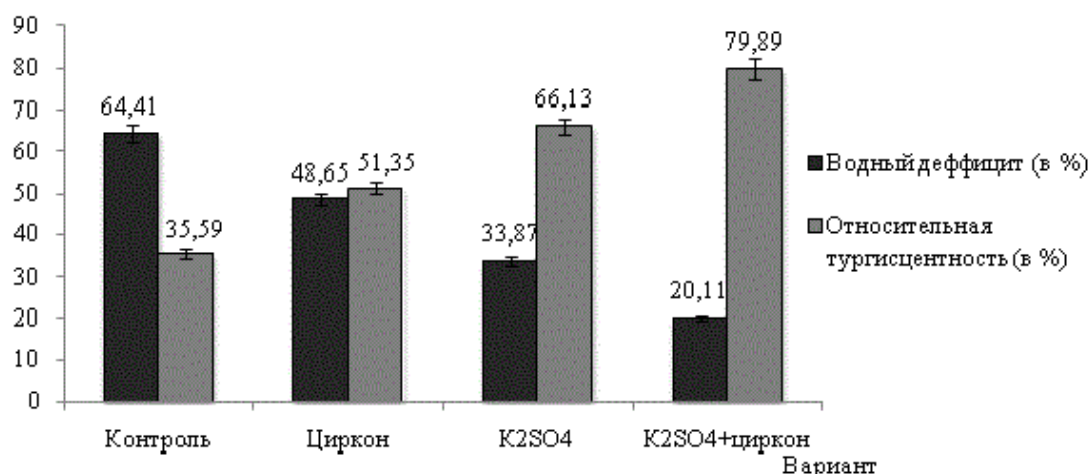


Рис. 2. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на показатели напряженности водного режима *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

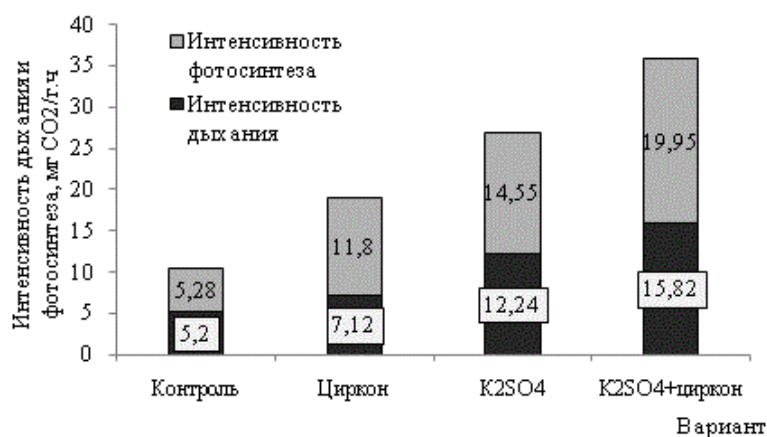


Рис. 3. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на интенсивность фотосинтеза и дыхания *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

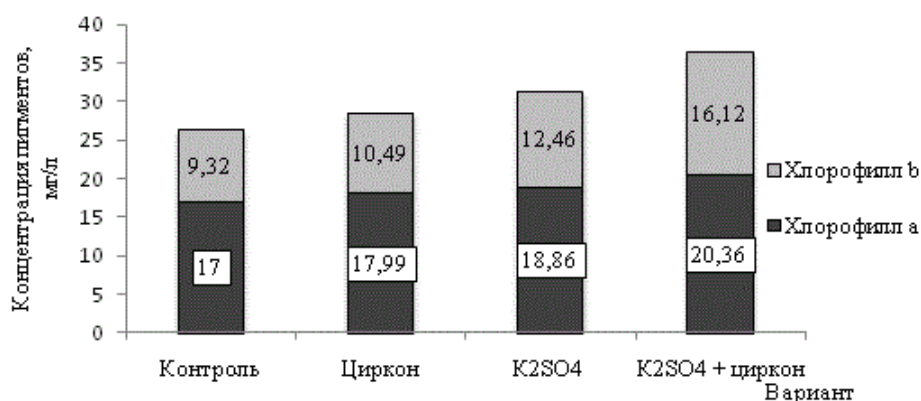


Рис. 4. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на содержание пигментов в листьях *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

Аналогично изучаемые препараты влияют на интенсивность фотосинтеза (рис. 3). Однако необходимо отметить, что повышение интенсивности фотосинтеза происходило на фоне увеличения содержания хлорофилла в листьях *C. annuum* (рис. 4).

На долю органических соединений, создаваемых в ходе фотосинтеза, приходится около 95 % общей биомассы растительного организма, поэтому изменение сухой массы может довольно объективно отражать ассимиляционную деятельность растений. Этот показатель называется чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧПФ). Он представляет собой прирост сухой массы растений в граммах за определенное время (сутки), отнесенный к единице листовой поверхности ( $m^2$ ) [10; 13]. Проведенные исследования показали, что чистая продуктивность фотосинтеза в растениях *C. annuum* сорта «Калифорнийское чудо» в фазе цветения была выше, чем в фазе плодоношения независимо от варианта опыта. Анализ полученных результатов (табл. 1) показал, что обработка препаратом «Циркон» увеличила чистую продуктивность фотосинтеза в фазе цветения в 2,8 раз, под влиянием сульфата калия – в 3,8 раза, а при их совместном использовании – в 6,8 раза по сравнению с контрольным вариантом *C. annuum* сорта «Калифорнийское чудо». Чистая продуктивность фотосинтеза в фазе плодообразования под действием циркона увеличилась в 2 раза, сульфата калия – в 2,9 раза и при совместной обработке – в 4,6 раз.

Таблица 1

**Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на чистую продуктивность фотосинтеза *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»**

Фаза онтогенеза	Вариант			
	Контроль	Циркон	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +циркон
Цветение	0,492 ± 0,013	1,365 ± 0,098	1,876 ± 0,230	3,321 ± 0,152
	100 %	277,44 %	381,3 %	675 %
Плодообразование	0,156 ± 0,012	0,316 ± 0,041	0,459 ± 0,094	0,724 ± 0,160
	100 %	202,6 %	294,2 %	464 %

Известно, что рост растения является универсальным показателем всех происходящих в растении процессов, поэтому необходимо выяснить действие обработки цирконом и сульфатом калия на рост побегов и листьев перцев сорта «Калифорнийское чудо» при их отдельном и совместном применении. Проведенные измерения высоты побегов *C. annuum* сорта «Калифорнийское чудо» показали (рис. 5), что обработка перцев растворами циркона и особенно сульфата калия способствовала усилению роста побегов растений. Наиболее интенсивным ростом побегов отличились *C. annuum*, подвергнутые совместной обработке растворами циркона и сульфата калия, действие которых суммировалось, то есть проявился аддитивный эффект.

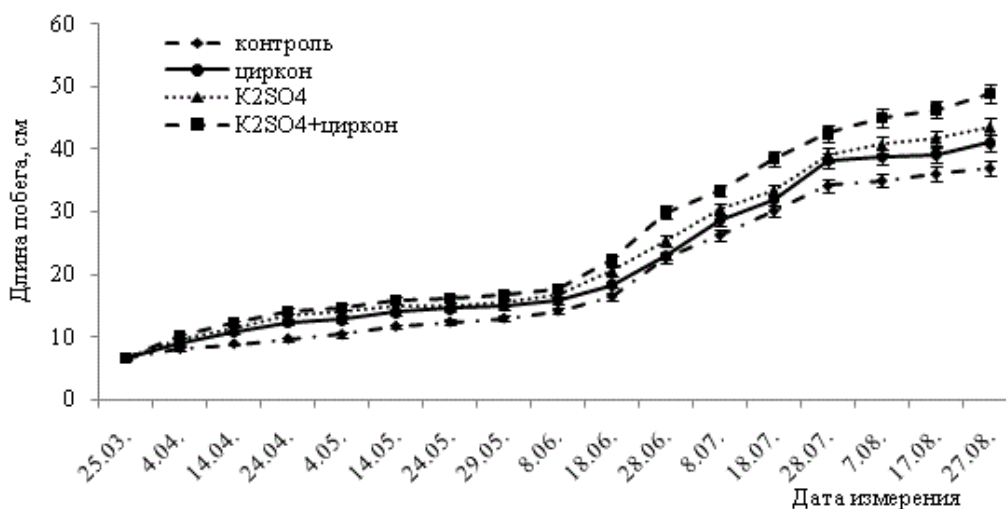


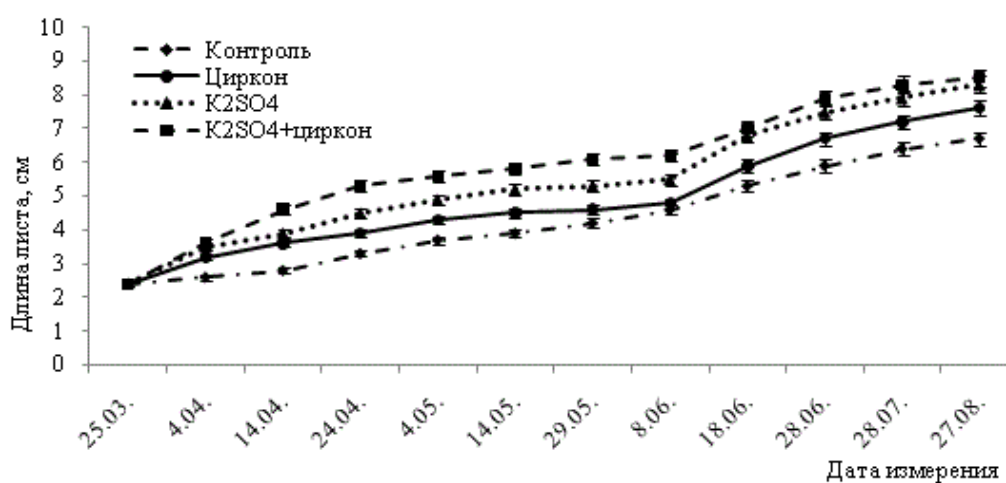
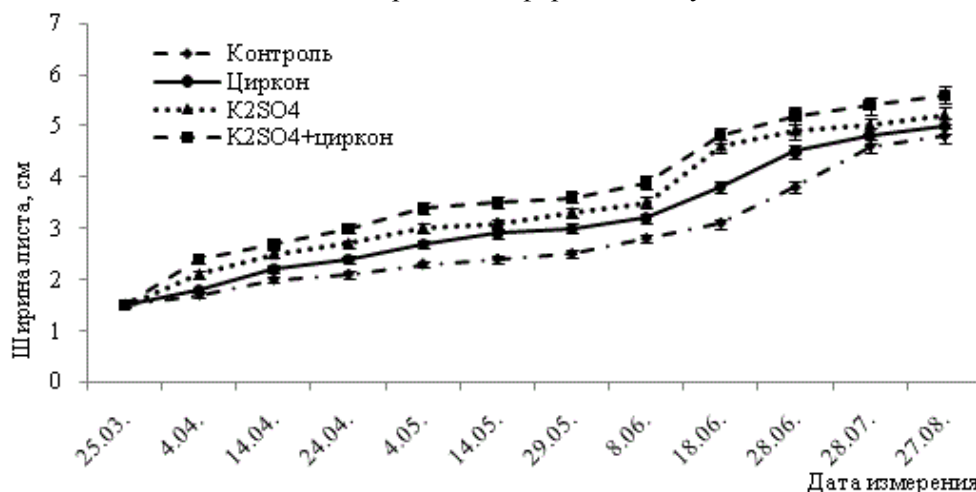
Рис. 5. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на высоту побегов *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

Важно отметить, что внекорневая обработка изучаемыми регуляторами проходила на фоне недостаточного содержания калия и серы в почве (табл. 2). По Мачигину обеспеченность почвы калием низкая – 12,7 мг  $K_2O$  на 100 г почвы, а средняя норма калия для овощных культур – 2030 мг  $K_2O$  на 100 г почвы [7]. Таким образом, внекорневая обработка сульфатом калия компенсировала недостаток этого элемента для растений.

Таблица 2

## Содержание некоторых химических элементов в почвенном образце

Химические свойства почвы			Качественный состав
% гумуса	% С перегноя	Содержание калия ( $K_2O$ )	Сульфатов
1,88 %	1,09 %	12,7 мг/100 г почвы	0,003 %

Рис. 6. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на длину листьев *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»Рис. 7. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на ширину листьев *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

Измерение размеров листьев на протяжении вегетационного периода показало, что внекорневая обработка растворами циркона и сульфата калия способствовала увеличению длины и ширины листьев *C. annuum* (рис. 6, 7). Необходимо отметить, что наибольшие размеры листовой пластины наблюдаются в варианте с совместной обработкой цирконом и сульфатом калия. Например, 18 июня длина листьев перцев под влиянием обработки цирконом увеличилась на 7,8 % (с 5,1 до 5,5 см), под влиянием обработки сульфатом калия – на 12,3 % (с 5,7 до 6,4 см), а под влиянием одновременной

обработки сульфатом калия и цирконом – на 18 % (с 6,1 до 7,2 см); изменение ширины листьев соответственно составило 18,8 %, 23,1 % и 31,4 %. Сходные закономерности изменения линейных размеров листьев под влиянием обработки изучаемыми регуляторами наблюдались на протяжении всего онтогенеза. Сходные результаты по влиянию изучаемых регуляторов на процессы роста *C. annuum* были нами получены в 2016 г. [14]. Повышение ростовых процессов на фоне обработки сульфатом калия связано с действием серы.

При анализе структуры урожая учитывались число и масса плодов с каждого растения. Анализ полученных данных показал (табл. 3), что наименьшая урожайность *C. annuum* наблюдается в контрольном варианте, а наибольшая – в варианте с совместной обработкой цирконом и  $K_2SO_4$ . В целом число плодов, под действием опрыскивания изучаемыми препаратами, с растений возросло. Также раздельное и совместное применение сульфата калия и циркона способствовало увеличению массы плодов и в конечном итоге значительному повышению урожайности *C. annuum*. Так, урожайность перцев сорта «Калифорнийское чудо» под влиянием обработки раствором циркона повысилась, по сравнению с контрольным вариантом с 2,348 кг/м<sup>2</sup> до 2,668 кг/м<sup>2</sup>, а под влиянием опрыскивания раствором  $K_2SO_4$  – до 6,551 кг/м<sup>2</sup>, то есть повышение составило 11 % и 47,1 % соответственно. В варианте с совместной обработкой изучаемыми регуляторами урожайность повысилась на 80,7 % по сравнению с контрольным вариантом. Таким образом, при совместном применении циркона и сульфата калия их действие на урожайность *C. annuum* суммировалось, то есть проявился аддитивный характер взаимодействия между изучаемыми регуляторами.

Таблица 3

**Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на структуру урожая *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»**

Элементы урожайности		Вариант			
		Контроль	Циркон	$K_2SO_4$	$K_2SO_4$ +циркон
Число плодов с 10 растений, шт	Крупные	2,00 ± 0,06	3,00 ± 0,09	5,00 ± 0,15	10,00 ± 0,3
		100 %	150 %	250 %	500 %
	Средние	27,00 ± 0,81	33,00 ± 1,04	39,00 ± 1,16	45,00 ± 1,94
		100 %	122,2 %	144,4 %	166,7 %
	Мелкие	20,00 ± 0,46	17,00 ± 0,36	19,00 ± 0,82	17,00 ± 0,77
		100 %	89,5 %	95 %	84,2 %
Итого	49,00 ± 1,29	53,00 ± 1,71	63,00 ± 1,45	72,00 ± 2,06	
	100 %	108,2 %	128,6 %	146,9 %	
Масса плодов с 10 растений, кК	Крупные	0,490 ± 0,014	0,623 ± 0,018	1,026 ± 0,030	1,920 ± 0,057
		100 %	127,1 %	209,4 %	391,8 %
	Средние	3,019 ± 0,084	3,442 ± 0,125	4,536 ± 0,130	4,909 ± 0,165
		100 %	114 %	150,2 %	162,6 %
	Мелкие	0,943 ± 0,025	0,877 ± 0,039	0,989 ± 0,048	1,162 ± 0,062
		100 %	93 %	104,9 %	123,2 %
Итого	4,452 ± 0,123	4,942 ± 0,135	6,551 ± 0,208	7,991 ± 0,254	
	100 %	111,0 %	145,5 %	179,5 %	
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		2,671 ± 0,070	2,965 ± 0,047	3,931 ± 0,098	4,795 ± 0,109
		100 %	111,0 %	147,2 %	179,5 %

Обработка растворами циркона и сульфата калия влияет не только на увеличение урожая, но и на его качество [8]. При опрыскивании изучаемыми регуляторами произошло увеличение содержания аскорбиновой кислоты в плодах: при обработки цирконом на 3,9 %, сульфатом калия – на 11,9 %, а при совместной обработке цирконом и  $K_2SO_4$  – на 20,3 %, по сравнению с контрольным вариантом (рис. 8).

Сходные результаты исследования по влиянию внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия были получены и на других овощных культурах: на *Solanum lycopersicum* [15] и на *Pisum sativum* [16].



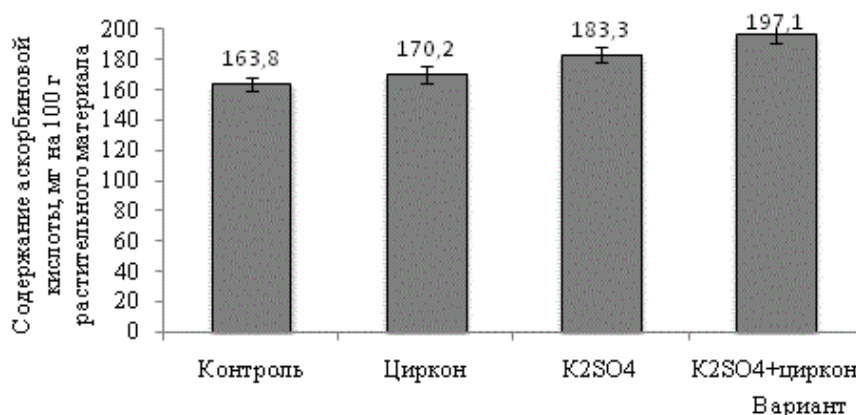


Рис. 8. Влияние внекорневой обработки цирконом и сульфатом калия на содержание аскорбиновой кислоты в плодах *Capsicum annuum* сорта «Калифорнийское чудо»

## Выводы

Таким образом, анализ проведенных исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Обработка *C. annuum* цирконом и сульфатом калия способствовала повышению оводненности тканей, относительной тургесцентности, водоудерживающей способности, интенсивности фотосинтеза, интенсивности дыхания, содержания пигментов, при этом способствовала снижению водного дефицита.

2. Обработка растений *C. annuum* растворами циркона и особенно сульфата калия активизирует процессы роста, способствуя увеличению высоты побегов, размеров листьев.

3. Опрыскивание растений растворами сульфата калия и циркона способствует не только повышению урожайности *C. annuum* сорта Калифорнийское чудо, но и увеличению содержания аскорбиновой кислоты в плодах.

4. Наибольший стимулирующий эффект на рост и урожайность *C. annuum* оказывает одновременная обработка растворами сульфата калия и циркона.

5. При совместном использовании растворами циркона и сульфата калия действие этих регуляторов на физиологические показатели *C. annuum* суммируется, что говорит об аддитивном характере взаимодействия между изучаемыми регуляторами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Препарат циркон: инструкция по применению. URL: <https://klumba.guru/uhod-za-rastenyami/udobreniya/preparat-cirkon-instrukciya-po-primeneniyu.html> (дата обращения 5.11.2018).
2. Сульфат калия: состав, свойства, применение для подкормки растений. URL: <http://udobreniya.info/promyshlennye/sulfat-kaliya/> (дата обращения 5.11.2018).
3. Физиологическая роль серы. Ч. 1. URL: <http://agrohimiya24.ru/mineralnye-udobreniya/671-fiziologicheskaya-rol-sery-chast-1.html> (дата обращения 4.11.2018).
4. Соболева О.М. Перец и баклажаны. Алма-Ата: Кайнар, 1979. 144 с.
5. Деева В.П., Шелег З.И. Регуляторы роста и урожай. Минск: Наука и техника, 1985. 63 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 335 с.
7. Теория и практика химического анализа почв /под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
8. Методы биохимического анализа растений /под ред. проф. В.В. Полевого и доц. Г.Б. Максимова. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1978. 192 с.
9. Практикум по физиологии растений / под ред. В.Б. Иванова. М.: Изд. центр «Академия», 2001. 150 с.
10. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1982. 271 с.
11. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2005. 736 с.
12. Котов В.П., Адрицкая Н.А., Завьялова Т.И. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур: учеб. пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2010. 128 с.
13. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / под ред. Н.Н. Третьякова. М.: Колос, 1998. 640 с.
14. XIV Зырянские чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Курган, 8-9 декабря 2016 г.). Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. 252 с.

15. Влияние циркона и сульфата калия на физиологические процессы томатов сорта «Джина» / Я.В. Меньщикова. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1526449140> (дата обращения 1.11.2018).
16. XV Зыряновские чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Курган, 7-8 декабря 2017 г.). Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2017. 256 с.

Поступила в редакцию 12.10.2018

Меньщикова Яна Витальевна, магистр

E-mail: [yana.menshikova.97@mail.ru](mailto:yana.menshikova.97@mail.ru)

Лушникова Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент

E-mail: [ta-lushnikova@yandex.ru](mailto:ta-lushnikova@yandex.ru)

ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»

640669, Россия, г. Курган, ул. Томина, 40

**Ya.V. Menshchikova, T.A. Lushnikova**

**EFFECT OF "ZIRCON" AND POTASSIUM SULFATE ON THE PHYSIOLOGICAL PROCESSES OF *CAPSICUM ANNUUM* L. (SOLANACEAE) CULTIVAR "CALIFORNIAN MIRACLE"**

Vegetable production is one of the most important areas of agriculture. To increase the yield of cultivated plants, fertilizers and growth regulators are widely used, which contribute to the intensification of growth, development and as a result an increase in both the quantity and quality of the crop. The purpose of this work is to study the effect of foliar treatment with zircon and potassium sulfate, and the nature of their interaction, on the physiological processes of the *C. annuum* variety, the California miracle. The objects of study were zircon, potassium sulfate, *C. annuum* varieties California miracle. Zircon is completely safe and consists of plant components, the main of which is purple echinacea, and the active ingredient is hydroxycinnamic acid. It helps to increase growth and development, protects plants from stress and disease. Potassium sulfate increases the content of sugars and vitamins, increases the resistance of plants to various diseases and enhances growth, as it contains  $\text{SO}_4^{2-}$ , and sulphur is a part of many organic substances and above all proteins. The study was conducted using standard methods of plant physiology. The length, width of the leaf plate and the height of the plants were measured as growth indicators. When estimating the yield, the fruits were weighed and the content of vitamin C in them was analyzed using potassium hexacyanoferrite. As a result of the study, it was found that zircon and especially potassium sulfate contributes to the intensification of physiological processes, but joint treatment with zircon and potassium sulfate has the greatest stimulating effect. Zircon and potassium sulfate, when used separately and together, contribute to the stabilization of the water regime, the intensification of growth and increase the yield and content of ascorbic acid in the fruits of *C. annuum* variety California miracle. Between the regulators under study, the additive nature of the interaction is manifested, that is, the action of the regulators under study is summarized.

*Keywords:* *Capsicum annuum*, zircon, potassium sulfate, water metabolism, photosynthesis, respiration, growth, yield.

REFERENCES

1. *Preparat zircon: instrukcia po primeneniyu* [Zircon preparation: instructions for use], Available at: <https://klumba.guru/uhod-za-rastenyami/udobreniya/preparat-cirkon-instrukciya-po-primeneniyu.html> (accessed 5.11.2018) (in Russ.).
2. *Sulfat kaliya: sostav, svoistva, primeneniye dlya podkormki rastenii* [Potassium sulfate: composition, properties, application for plant nutrition] Available at: <http://udobreniya.info/promyshlennye/sulfat-kaliya/> (accessed 5.11.2018) (in Russ.).
3. *Fiziologicheskaya rol seri (chast 1)* [The physiological role of sulfur (Part 1)], Available at: <http://agrohimiya24.ru/mineralnye-udobreniya/671-fiziologicheskaya-rol-sery-chast-1.html> (accessed 4.11.2018) (in Russ.).
4. Soboleva O.M. *Perec i baklagani* [Peppers and eggplants]. Alma-Ata: Kainar, 1979, 144 p. (in Russ.).
5. Deeva V.P. and Sheleg Z.I. *Regulyatori rosta i urogai* [Growth regulators and yield]. Minsk: Science and Technology, 1985, 63 p. (in Russ.).
6. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opita* [Field experience], M.: Kolos, 1979, 335 p. (in Russ.).
7. *Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv* [Theory and practice of chemical analysis of soil] / ed. L.A. Vorobeva. M.: GEOS, 2006, 400 p. (in Russ.).
8. *Metodi biohimicheskogo analiza rastenii* [Methods of biochemical analysis of plants] / ed. prof. V.V. Polevoi and Assoc. Gb Maximov. L.: Publishing house of the Leningrad University, 1978, 192 p. (in Russ.).
9. *Praktikum po fiziologii rastenii* [Workshop on plant physiology] ed. V.B. Ivanova, M.: Publishing Center "Academy", 2001, 150 p. (in Russ.).
10. Tretyakov N.N. *Praktikum po fiziologii rastenii* [Workshop on plant physiology] 2nd ed., Pererab. and add., M.: Kolos, 1982, 271 p. (in Russ.).



11. Kuznetsov V.V. and Dmitrieva G.A. *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology], M: High School, 2005, 736 p. (in Russ.).
12. Kotov V.P. and Adritskaya N.A. and Zavyalova T.I. *Biologicheskie osnovi polucheniya visokix urogaev ovoschnix kultur* [Biological bases of obtaining high yields of vegetable crops] a textbook, St. Petersburg: Lan, Publishing House, 2010, 128 p. (in Russ.).
13. *Fiziologiya i biohimiya selskohozyaistvennix rastenii* [Physiology and biochemistry of agricultural plants] / ed. N.N. Tretyakov. M.: Kolos, 1998, 640 p. (in Russ.).
14. *XIV Zyryanovskie chteniya : materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [XIV Zyryanovsk readings: materials of the All-Russian scientific-practical conference] (Kurgan, December 8-9, 2016), Kurgan: Publishing house of Kurgan State University, 2016, 252 p. (in Russ.).
15. *Vliyanie zircon i sulfata kaliya na fiziologicheskie processy tomato sorta «Dgina»*. [The effect of zircon and potassium sulfate on the physiological processes of tomato varieties "Gina"], Menshchikova Ya.V., URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1526449140> (Circulation date 1.11.2018) (in Russ.).
16. *XV Zyryanovskie chteniya: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [XV Zyryanovsk readings: materials of the All-Russian scientific-practical conference] (Kurgan, December 7-8, 2017). Kurgan: Publishing house of Kurgan State Un-ta, 2017, 256 p. (in Russ.).

Received 12.10.2018

Menshchikova Ya.V., magister  
E-mail: yana.menshikova.97@mail.ru  
Lushnikova T.A., Candidate of Biology, Associate Professor  
E-mail: ta-lushnikova@yandex.ru  
Kurgan State University  
Tomina st., 40, Kurgan, Russia, 640669