REGULATION OF CROP-FORMING FACTORS OF VOLGOGRAD RICE WITH PERIODIC IRRIGATION IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

K. A. Rodin, E. S. Vorontsova

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia

Received 10.09.2021

Submitted 29.11.2021

Abstract

Introduction. Due to the high costs of irrigation water in most rice-growing areas, the Krasnodar Territory and the Rostov region, there is a problem of water scarcity in the agricultural production industry and other needs. The problem of water conservation in rice irrigation is not local to Russia, in the countries of Southeast Asia, Spain, Italy, Egypt and others, the same situation is emerging. All this actualized the need to search for new water-saving irrigation technologies for rice as the most water-intensive irrigated crop. One of the ways to solve this problem is seen in the development and development of irrigation technology for rice, as well as other crops of the bluegrass family, not by flooding checks, but by conducting periodic watering. **Object.** The results of studies on the influence of water and nutrient regimes on the characteristics of aerobic rice of the Volgogradsky variety are presented. **Materials and methods.** The scheme of the experiment was presented by the following variants: 1. Maintenance of the soil moisture level of 100-80% of the lowest moisture capacity in a layer of 0.6 m before watering for the entire vegetation of plants with the introduction of $N_{109}P_{62}K_{75}$ for an estimated yield of 5 t/ha, $N_{131}P_{74}K_{90}$ – 6.0 t/ha and $N_{157}P_{90}K_{108}$ – 7 t/ha; 2. The same as in variant 1 until the end of the tillering stage at a depth of 0.4 m, and from the tubing stage to grain ripening – 0.6 m with the introduction of fertilizers, as in variant 1; 3. Maintenance before watering the soil moisture level according to the scheme of variant 2 until the end of the stage of milk ripeness, and from the beginning of the stage of wax ripeness 100 - 70% of the smallest moisture capacity when applying fertilizers, as in variant 1. **Results and conclusions.** It was found that the earliest grain maturation occurred on rice crops in variant 1, while maintaining a soil moisture level of 80% of the lowest moisture capacity, $h = 0.6$ m before watering. The vegetation cycle of plants in this variant was completed in 108 days. The longest, 113 days, the growing season of rice was formed in the 2nd variant (80% of the lowest moisture capacity, $h = 0.4$ and 0.6 m), and in the 3rd variant of the experiment (80-70% of the lowest moisture capacity, $h = 0.4$ and 0.6 m) it was 3 days longer compared to 1 and 2 days shorter than 2. When applying fertilizers for a yield of 7 t / ha ($N_{157}P_{90}K_{108}$), the duration of the growing season of rice was maximum and amounted to 114 days. The results of the experiment showed the possibility of obtaining aerobic rice of the Volgogradsky variety 5, 6 and 7 tons/ha of grain with drip irrigation on crops in all studied variants. The most cost-effective for irrigation water was variant 3, where before the stage of the beginning of the wax ripeness of the grain, maintaining the soil moisture level before watering was variant 2, and at the stage of grain ripeness it was 100-70% of the lowest moisture capacity. So, if with a yield close to 5 t/ha of grain, irrigation water costs per 1 ton amounted to 959 thousand m^3 , then with a yield of 6 t/ha they decreased to 805 m^3 and 7 t/ha – 716 m^3 . This is less by 54-55 and 27-52 m^3/t compared to the variant 2 and variant 1, respectively.

Key words: rice, soil water regime, drip irrigation, mineral fertilizers, yield, irrigation water costs.

Citation. Rodin K.A., Vorontsova E.S. Regulation of crop-forming factors of Volgograd rice with periodic irrigation in the conditions of the Lower Volga region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 126-132 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-13.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution, or analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 631.674.6:633.18

**РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОЖАЕОБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ РИСА
СОРТА ВОЛГОГРАДСКИЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ
В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ****К. А. Родин**, кандидат сельскохозяйственных наук**Е. С. Воронцова**, кандидат биологических наук*ФГБНУ Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, г. Волгоград*

Дата поступления в редакцию 10.09.2021

Дата принятия к печати 29.11.2021

Актуальность. Выращивание риса связано с большими затратами оросительной воды в большинстве рисоводческих зон, таких как Краснодарский край и Ростовская область, поэтому возникает проблема дефицита воды на сельскохозяйственное производство и другие нужды. Проблема водосбережения при орошении риса не является локальной для России: в странах Юго-Восточной Азии, Испании, Италии, Египте и др. складывается такая же ситуация. В связи с этим актуальна необходимость поиска новых технологий водосбережения при орошении риса. Разработка и освоение технологии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых, не затоплением чеков, а проведением периодических поливов, является одним из путей решения данной проблемы. **Объект.** Излагаются результаты исследований по влиянию водного и питательного режимов на показатели характеристик аэробного риса сорта Волгоградский. **Материалы и методы.** Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1. поддержание перед поливом уровня влажности почвы 100-80 % НВ в слое 0,6 м за всю вегетацию растений с внесением $N_{109}P_{62}K_{75}$ под предполагаемую урожайность 5 т/га, $N_{131}P_{74}K_{90}$ – 6,0 т/га и $N_{157}P_{90}K_{108}$ – 7 т/га; 2. поддержание перед поливом уровня влажности почвы 100-80 % НВ до конца стадии кушения на глубине 0,4 м, а от стадии трубкования до созревания зерна – в слое 0,6 м с внесением удобрений, как и в варианте 1; 3. поддержание перед поливом уровня влажности почвы по схеме варианта 2 до конца стадии молочной спелости, а с начала стадии восковой спелости 100-70 % НВ при внесении удобрений, как и в варианте 1. **Результаты и выводы.** Было выявлено, что самое раннее созревание зерна наступало на посевах риса в 1 варианте при поддержании перед поливом уровня влажности почвы 80% НВ, $h=0,6$ м. Цикл вегетации растений в этом варианте завершился за 108 суток. Наиболее длительным период вегетации риса сложился во 2 варианте (80% НВ, $h=0,4$ и 0,6 м) – 113 суток, а в 3 варианте опыта (80-70 % НВ, $h=0,4$ и 0,6 м) он был на 3 суток больше по сравнению с 1 вариантом и на 2 суток короче 2 варианта. При внесении удобрений под урожайность 7 т/га ($N_{157}P_{90}K_{108}$) длительность вегетации риса была максимальной и составила 114 суток. Результаты опыта показали возможность получения при капельном орошении на посевах аэробного риса сорта Волгоградский 5, 6 и 7 т/га зерна на всех изучаемых вариантах. Наиболее малозатратным по оросительной воде сложился 3 вариант, где до стадии начала восковой спелости зерна поддержание перед поливом уровня влажности почвы было по 2 варианту, а в стадию спелости зерна она была 100-70 % НВ. Так, если при урожайности, близкой к 5 т/га зерна, затраты оросительной воды на 1 т составляли 959 тыс. м³, то при урожайности 6 т/га они уменьшались до 805 м³ и 7 т/га – 716 м³. Это по сравнению со 2 вариантом меньше на 54-55 м³/т и 1 вариантом – на 27-52 м³/т.

Ключевые слова: сорта риса, водный режим почвы, капельное орошение риса, минеральные удобрения, урожайность риса, затраты оросительной воды.

Цитирование. Родин К. А., Воронцова Е. С. Регулирование урожаеобразующих факторов риса сорта Волгоградский при периодическом орошении в условиях Нижнего Поволжья. *Известия НВ АУК*. 2021. 4(64). 126-132. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-13.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. По сложившейся традиции рис как в России, так и за рубежом, возделывают в условиях избыточного увлажнения почвы при затоплении поля слоем воды. Затраты воды на орошение при этом составляют 15-20 тыс. м³/га [1-6, 11]. С учетом потерь при транспортировании ее от источника орошения до рисового поля по каналам объем подаваемой воды возрастает до 17-36 тыс. м³ на 1 га. И это при том, что потребность рисового агроценоза в воде на эвапотранспирацию, т.е. испарение с водной и почвенной поверхности, транспирацию, изменяется в пределах 6-8 тыс. м³/га [3-7, 11].

В связи с большими затратами оросительной воды в большинстве рисоводческих зон (Краснодарский край и Ростовская область) возникает проблема дефицита воды в сельскохозяйственной производственной отрасли и на другие нужды [9]. Проблема водосбережения при орошении риса не является локальной для России: в странах Юго-Восточной Азии, Испании, Италии, Египте и др. складывается такая же ситуация [8, 11, 12]. В связи с этим актуальна необходимость поиска новых технологий водосбережения при орошении риса [5, 10]. Разработка и освоение технологии орошения риса, как и других культур семейства мятликовых, не затоплением чеков, а проведением периодических поливов, является одним из путей решения данной проблемы.

Целью исследований являлось обоснование возможности возделывания периодически поливаемого риса на системах капельного орошения, поддержание дифференцированного уровня влажности почвы между стадиями периодов и обеспечивающих его регламент поливов, доз внесения удобрений, способствующих получению планируемой урожайности.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на опытном участке ФГБНУ ВНИИОЗ. Почва исследовательского участка слабощелочная, светло-каштановая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в пахотном слое в среднем за годы проведенных исследований составило 1,31 %, обеспеченность обменным калием и подвижным фосфором среднее, а азотом – низкое. Плотность почвы в расчетных слоях 0,0-0,4 и 0,0-0,6 м составляет соответственно 1,27 и 1,29 т/м³, наименьшая влагоёмкость – 24,9 и 23,8 % сухой массы почвы.

Исследования проводились на посевах аэробного сорта риса Волгоградский. Посев сеялкой СН-16 при прогревании почвы до 14 °С. Поливали опытные деланки капельными линиями.

Погодные условия за проведенные годы исследований по ГТК изменялись от очень засушливых до слабо засушливых.

Схема опыта была представлена следующими вариантами:

1. Поддержание уровня влажности почвы 100-80 % НВ перед поливом в слое 0,6 м за всю вегетацию растений с внесением N₁₀₉P₆₂K₇₅ под предполагаемую урожайность 5 т/га, N₁₃₁P₇₄K₉₀ – 6,0 т/га и N₁₅₇P₉₀K₁₀₈ – 7 т/га.

2. Поддержание уровня влажности почвы 100-80 % НВ перед поливом до конца стадии кущения на глубине 0,4 м, а от стадии трубкования до созревания зерна – 0,6 м с внесением удобрений, как и в варианте 1.

3. Поддержание перед поливом уровня влажности почвы по схеме варианта 2 до конца стадии молочной спелости, а с начала стадии восковой спелости – 100-70 % НВ при внесении удобрений, как и в варианте 1.

Полевые опыты сопровождались наблюдениями, учетами и измерениями, анализом полученных данных, выполненными согласно общепринятым методикам опытного дела.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов исследований показал, что самое раннее созревание зерна наступало на посевах риса в 1 варианте опыта. Здесь вегетация растений завершилась за 108 суток. Наиболее длительным, 113 суток, период вегетации

риса сложился во 2 варианте, а в 3 варианте опыта он был на 3 суток продолжительней по сравнению с 1 вариантом и на 2 суток короче 2 варианта. Уменьшение во 3 варианте по сравнению со 2 вариантом длительности вегетации риса объясняется снижением перед поливом уровня влажности на завершающем этапе вегетации с 80 до 70 % НВ, а увеличение по сравнению с 1 вариантом – более ранними сроками начала поливов.

Реакция растений риса на уровни минерального питания характеризуется самым ранним сроком уборочной спелости зерна, через 107 суток после сева, на фоне удобрений $N_{109}P_{62}K_{75}$, под предполагаемый урожай 5 т/га зерна. При внесении удобрений $N_{157}P_{90}K_{108}$ под урожайность 7 т/га длительность вегетации увеличилась на 7 суток и составила 114 суток. Это произошло из-за удлинения периодов между стадиями первой половины вегетации растений, до стадии выметывания метёлки, которая наступила на 5 суток позже по сравнению с внесением под урожайность 5 т/га. Увеличение длительности вегетации риса способствовало формированию более мощного фотосинтетического аппарата и, как следствие, повышению урожайности.

Результаты опыта показали возможность получения при капельном орошении на посевах аэробного риса сорта Волгоградский 5, 6 и 7 т/га зерна во всех изучаемых вариантах (таблица 1).

Таблица 1 – Сочетание антропогенно-регулируемых факторов, влияющих на планируемую урожайность риса

Table 1 – Combination of anthropogenic-controlled factors affecting the planned rice yield

Урожайность, т/га / Yield, t/ha		± к пред- полага- емой / ± to planned, %	Сочетание факторов / Combination of factors		Полив- ная вода, м ³ /га / Irriga- tion water, m ³ /ha	Затраты поливной воды, м ³ /т / Irri- gation water costs, m ³ /t
пред- полага- емая / planned	в вари- анте / in the vari- ant		водный режим почвы, % НВ / water regime of the soil, % of the lowest moisture capacity	дозы мине- ральных удоб- рений, кг д. в./га / doses of mineral fertiliz- ers, kg of active substance per hectare		
5,00	4,88	- 2,4	80 (h = 0,6 m)	$N_{109}P_{62}K_{75}$	4933	1011
	5,29	+5,8	80 (h = 0,4 and 0,6 m)		5357	1013
	5,13	+2,6	80 and 70 (h = 0,4 and 0,6 m)		4920	959
6,00	5,70	-3,0	80 (h = 0,6 m)	$N_{131}P_{74}K_{90}$	4933	854
	6,23	+3,8	80 (h = 0,4 and 0,6 m)		5357	860
	6,11	+1,83	80 and 70 (h = 0,4 and 0,6 m)		4920	805
7,00	6,64	-5,1	80 (h = 0,6 m)	$N_{157}P_{90}K_{108}$	4933	743
	6,95	-0,71	80 (h = 0,4 and 0,6 m)		5357	771
	6,87	-1,86	80 and 70 (h = 0,4 and 0,6 m)		4920	716

Близкая к 5,0 т/га урожайность формировалась на фоне внесения удобрений $N_{109}P_{62}K_{75}$, равна разнице выноса элементов минерального питания предполагаемой урожайности и наличия их в почве в доступных для растений формах.

Такая урожайность формировалась во всех 3 вариантах опыта. Однако во 2 варианте, где поддержание перед поливом уровня влажности почвы 100-80 % НВ до конца стадии кушения в слое 0,4 м с дальнейшим углублением его до 0,6 м, затраты воды по оросительной норме и на формирование единицы урожая сложились самыми высокими. Наиболее малозатратным по оросительной воде получился 3 вариант, где до стадии начала восковой спелости зерна поддержание перед поливом уровня влажности почвы было по 2 варианту,

а в стадию спелости зерна она была 100-70 % НВ. Поддержание уровня влажности почвы на данном уровне перед поливом создавалось проведением 13 или 16 поливов в разные по метеорологическим условиям годы, в числе которых от 2 до 5 поливов были величиной $250 \text{ м}^3/\text{га}$, 8-10 поливов – $370 \text{ м}^3/\text{га}$ и 1 полив – $550 \text{ м}^3/\text{га}$. Оросительная норма при этом составила $4920 \text{ м}^3/\text{га}$ в среднем за 3 года, что на $437 \text{ м}^3/\text{га}$ меньше по сравнению со 2 вариантом и на 13 м^3 - с первым вариантом. Затраты оросительной воды на 1 т зерна в 3 варианте водного режима – 959 м^3 , что на 52 м^3 ниже первого варианта, на 54 м^3 – второго варианта и способствует экономии оросительной воды не менее $250 \text{ м}^3/\text{га}$.

Предполагаемая урожайность 6 и 7 т/га зерна риса формировалась в трех вариантах поддержания перед поливом уровня влажности почвы, но с высоким фоном внесения удобрений $\text{N}_{131}\text{P}_{74}\text{K}_{90}$ и $\text{N}_{157}\text{P}_{90}\text{K}_{108}$ соответственно. Улучшение фона минерального питания растений за счёт внесения удобрений способствовало росту урожайности и сопровождалось повышением эффективности использования оросительной воды. Так, если при урожайности, близкой к 5 т/га зерна, затраты оросительной воды на 1 т составляли около 1 тыс. м^3 , то при урожайности 6 т/га они уменьшались до $805\text{-}860 \text{ м}^3$ и при 7 т/га – $716\text{-}771 \text{ м}^3$.

Эффективность капельного орошения риса характеризуется снижением затрат оросительной воды по сравнению с традиционным в Российской Федерации затоплением чеков слоем воды в 3-5 и более раз, дождеванием – на 15-20 %. Рентабельность возделывания этой культуры в зависимости от уровня урожайности изменялась в пределах 45-90 %.

Выводы. По результатам проведенного исследования, самым рациональным является вариант, предусматривающий поддержание перед поливом уровня влажности почвы 100-80 % НВ от посева до конца стадии кущения на глубине 0,4 м с дальнейшим углублением его до 0,6 м. В стадии начала восковой спелости зерна, когда среднее за сутки потребление воды растениями снижается, уровень влажности почвы необходимо опустить с 80 до 70 % НВ.

Для поддержания перед поливом уровня влажности почвы по такой схеме на системах капельного орошения в разные по сумме и распределению осадков годы в условиях Нижнего Поволжья требуется проведение от 13 до 16 поливов, в числе которых 2-5 поливов величиной $250 \text{ м}^3/\text{га}$, 8-10 поливов – величиной $370 \text{ м}^3/\text{га}$ и 1 полив – величиной $550 \text{ м}^3/\text{га}$. Сочетание такого поддержания перед поливом уровня влажности почвы с внесением удобрений $\text{N}_{109}\text{P}_{62}\text{K}_{75}$ обеспечивает выход урожайности риса на уровне 5,0 т/га с превышением в среднем за три года на 2,6 %, при $\text{N}_{131}\text{P}_{74}\text{K}_{90}$ – 6,0 т/га с превышением на 1,8% и $\text{N}_{157}\text{P}_{90}\text{K}_{108}$ – 7 т/га с недобором до предполагаемого уровня на 1,9 %.

Библиографический список

1. Балакай Г. Т., Докучаева Л. М. К вопросу разработки норм водопотребности риса и водопотребления с рисовых оросительных систем // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 3 (31). С. 1-22.
2. Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Шабанов Р. М. Технология возделывания риса на мелиоративных системах общего назначения при орошении дождеванием // Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1 (45). С. 20-29.
3. Водный режим почвы и дозы макроудобрений при возделывании риса на системах капельного орошения / И. П. Кружилин [и др.] // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 12-15.
4. Ионов Л. П., Арыкбаев Р. К. Агробиологические и экономические аспекты выращивания Российских и Иранских сортов риса рассадным способом при прерывистом орошении в условиях дельты Волги // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 3. С. 43-56.

5. Менее водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами И. П. Кружилин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 49-55.

6. Родин К. А., Невежина А. Б., Нарушев В. Б. Влияние водного и пищевого режимов почвы на изменение корневой массы и урожайности риса при капельном орошении // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 38-41.

7. Сочетание природных и антропогенно-регулируемых условий для получения различной урожайности риса с использованием систем капельного орошения / И. П. Кружилин [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 5. С. 41-44.

8. Agronomic growth performance of super rice under water-saving irrigation methods with different water-controlled thresholds in different growth stages / C. Zheng [et al.] // Agronomy. 2020. V. 10. I. 2. P. 239.

9. Effects of impulse drip irrigation systems on physiology of aerobic rice / T. Parthasarathi [et al.] // Indian Journal of Plant Physiology. 2015. V. 20. P. 50-56.

10. Influence of water stress on phenological development, biomass production and yield of Malaysian aerobic and lowland rice / N. K. Zaman [et al.] // Australian Journal of Crop Science. 2019. V. 13. P. 1927-1935.

11. Mode of rice drip irrigation / I. P. Kruzhilin [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN). 2017. Vol. 12 (24). P. 7118-7123.

12. Schneider P., Asch F. Rice production and food security in Asian Mega deltas-A review on characteristics, vulnerabilities and agricultural adaptation options to cope with climate change // Journal of Agronomy and Crop Science. 2020. V. 206. I. 4. P. 491-503.

Conclusions. According to the results of the study, the most rational variant is to maintain before irrigation the soil moisture level of 100-80% of the lowest moisture capacity from sowing to the end of the tillering stage at a depth of 0.4 m with further deepening to 0.6 m. At the stage of the beginning of wax ripeness of grain, when the average daily water consumption by plants decreases, the soil moisture level must be lowered from 80 to 70% of the lowest moisture capacity.

To maintain the soil moisture level before irrigation according to this scheme, drip irrigation systems in different years in terms of the amount and distribution of precipitation in the conditions of the Lower Volga region it is required from 13 to 16 irrigations, including 2-5 irrigations with a value of 250 m³/ha, 8-10 irrigations with a value of 370 m³/ha and 1 irrigation with a value of 550 m³/ha. The combination of such maintenance of the soil moisture level before irrigation with the introduction of fertilizers N₁₀₉P₆₂K₇₅ ensures the yield of rice at the level of 5.0 t/ha with an average increase of 2.6% over three years, with N₁₃₁P₇₄K₉₀ - 6.0 t/ha with an increase of 1.8% and N₁₅₇P₉₀K₁₀₈ - 7 t/ha with a shortage to the expected level of 1.9%.

References

1. Balakaj G. T., Dokuchaeva L. M. K voprosu razrabotki norm vodopotrebnosti risa i vodopotrebleniya s risovyh orositel'nyh sistem // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. 2018. № 3 (31). S. 1-22.

2. Borodychev V. V., Dedova B., Shabanov R. M. Tehnologiya vozdeystviya risa na meliorativnyh sistemah obshchego naznacheniya pri oroshenii dozhdem // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017. № 1 (45). S. 20-29.

3. Vodnyj rezhim pochvy i dozy makroudobrenij pri vozdeystvovanii risa na sistemah kapel'nogo orosheniya / I. P. Kruzhilin [i dr.] // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 2. S. 12-15.

4. Ionova L. P., Arykbaev R. K. Agrobiologicheskie i jekonomicheskie aspekty vyrashchivaniya Rossijskih i Iranskih sortov risa rassadnym sposobom pri preryvistom oroshenii v usloviyah del'ty Volgi // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3. S. 43-56.

5. Menee vodozatrattaya i jkologicheski predpochtitel'naya tehnologiya orosheniya risa periodicheskimi polivami I. P. Kruzhilin [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 2 (54). S. 49-55.

6. Rodin K. A., Nevezhina A. B., Narushev V. B. Vliyanie vodnogo i pischevogo rezhimov pochvy na izmenenie kornevoj massy i urozhajnosti risa pri kapel'nom oroshenii // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 8. S. 38-41.

7. Sochetanie prirodnih i antropogenno-reguliruemih uslovij dlya polucheniya razlichnoj urozhajnosti risa s ispol'zovaniem sistem kapel'nogo orosheniya / I. P. Kru-zhilin [i dr.] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2016. № 5. S. 41-44.

8. Agronomic growth performance of super rice under water-saving irrigation methods with different water-controlled thresholds in different growth stages / C. Zheng [et al.] // Agronomy. 2020. V. 10. I. 2. P. 239.

9. Effects of impulse drip irrigation systems on physiology of aerobic rice / T. Parthasarathi [et al.] // Indian Journal of Plant Physiology. 2015. V. 20. P. 50-56.

10. Influence of water stress on phenological development, biomass production and yield of Malaysian aerobic and lowland rice / N. K. Zaman [et al.] // Australian Journal of Crop Science. 2019. V. 13. P. 1927-1935.

11. Mode of rice drip irrigation / I. P. Kruzhilin [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN). 2017. Vol. 12 (24). P. 7118-7123.

12. Schneider P., Asch F. Rice production and food security in Asian Mega deltas-A review on characteristics, vulnerabilities and agricultural adaptation options to cope with climate change // Journal of Agronomy and Crop Science. 2020. V. 206. I. 4. P. 491-503.

Authors Information

Rodin Konstantin Anatolyevich, Senior Researcher of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russia), A candidate of agricultural Sciences, tel. 8 (8442) 60-23-22, e-mail: rodin.ka@yandex.ru

Vorontsova Elena Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russia), e-mail: esvoronts@mail.ru

Информация об авторах

Родин Константин Анатольевич, старший научный сотрудник ФБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8(8442) 60-23-22, e-mail: rodin.ka@yandex.ru

Воронцова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), e-mail: esvoronts@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-14

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF GROWTH STIMULATORS ON THE MORPHOMETRIC INDICATORS OF STEMS *THUJA OCCIDENTALIS* AND *THUJA OCCIDENTALIS* «SMARAGD»

E.M. Feshchenko¹, E. V. Aminova¹, E. S. Vorontsova²

¹ Orenburg branch of the «Federal State Budget Scientific Institution of the Federal Research Gardening Center», Orenburg

² All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

Received 28.08.2021

Submitted 27.10.2021

Summary

Scientific studies show that plant growth regulators improve the process of rooting cuttings. The vegetative method of reproduction of *Thuja occidentalis* with the use of growth regulators will increase the percentage of successfully rooted cuttings, improve their morphometric parameters, and as a result, better stability during further growth and development.

Abstract

Introduction. Vegetative reproduction of garden forms of Western thuja (green or lignified cuttings) is more effective. This issue requires a careful approach, since the effectiveness of reproduction depends on technological techniques and the selection of biologically active substances. **Object.** *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd». The studies were conducted in controlled conditions