СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-06

INCREASING THE ADAPTIVITY OF TOMATO PLANTS TO ABIOTIC STRESS FACTORS IN THE APPLICATION OF GROWTH REGULATORS

E.V. Kalmykova¹, N.Yu. Petrov², O.V. Kalmykova²

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

²Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 11.02.2021

Submitted 01.03.2021

Abstract

Introduction. The contradictory picture of the modern development of agro-agricultural production predetermines the need for the development of new methods, adapted to the current conditions of land use. The inclusion of plant growth regulators in the complex of agrotechnological measures will increase the stimulating effect on the plant, growth activity, physiological functions and protective reactions of the body associated with increased metabolism, stress resistance to adverse conditions (diseases, pests, frost, drought, etc.) the results of studies on the effect of growth regulators on obtaining a guaranteed yield of high quality tomato. **Object.** The object of the study was a hybrid tomato Fokker F₁. Plant growth regulators - Energia-M, Bioduks against the background of N₂₅₀P₁₀₀K₁₂₅ application.

Materials and methods. Studies conducted in laboratory and field experiments (IP Zaitsev V.A. Gorodishchensky district, Volgograd region) in the period from 2014 to 2019 were carried out according to the «Methodology of field experience in vegetable growing». **Results and Conclusions.** It was proved that the studied preparations Energia-M and Biodux stimulated the growth and development of plants, increased the productivity of tomato in severely arid conditions of the Lower Volga region. The productivity potential of the Fokker F₁ hybrid tomato was obtained using the option with pre-sowing seed treatment, as well as foliar treatment of plants during the period of growth and development with Energia-M and Biodux. It is recommended for manufacturers of high-quality vegetable products to widely use these preparations against the background of sufficient mineral nutrition by soaking the seeds before sowing and processing plants during the growing season.

Key words: tomato, plant growth regulator, Energy-M, Biodux, productivity, abiotic stress factors, quality.

Citation. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Kalmykova O.V. Increasing the adaptivity of tomato plants to abiotic stress factors in the application of growth regulators. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 63-72 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-06.

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

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

УДК 635.65:631.811.98(470.44/.47)

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ТОМАТА К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СТРЕССА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Е. В. Калмыкова¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Н. Ю. Петров², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О. В. Калмыкова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 11.02.2021

Дата принятия к печати 01.03.2021

Актуальность. Противоречивая картина современного развития агросельскохозяйственно-

водства предопределяет потребность в разработках новых методик, аккомодированных к текущим условиям землепользования. Включение в комплекс агротехнологических мероприятий применение регуляторов роста растений позволит повысить стимулирующее влияние на растение, ростовую активность, физиологические функции и защитные реакции организма, связанные с усилением обмена веществ, стрессоустойчивость к неблагоприятным условиям (заболевания, вредители, заморозки, засуха и другие). В статье приведены результаты исследований воздействия регуляторов роста на получение гарантированной урожайности томата высокого качества. **Объект.** Объектом исследования являлся гибрид томата Фоккер F₁. Регуляторы роста растений – Энергия-М, Биодукс на фоне внесения N₂₅₀P₁₀₀K₁₂₅. **Материалы и методы.** Исследования, проводимые в условиях лабораторного и полевых опытов (ИП Зайцев В.А. Городищенский район, Волгоградская область) в период с 2014 по 2019 гг., осуществлялись согласно «Методике полевого опыта в овощеводстве». **Результаты и выводы.** Доказано, что изучаемые препараты Энергия-М и Биодукс стимулировали рост и развитие растений, повышали продуктивность томата в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья. Потенциал продуктивности томата гибрида Фоккер F₁ был получен на варианте с предпосевной обработкой семян, а также некорневой обработкой растений в период роста и развития препаратами Энергия-М и Биодукс. Рекомендуются производителям высококачественной овощной продукции широко применять данные препараты на фоне достаточного минерального питания путем замачивания семян перед посевом и обработки растений в течение вегетационного периода.

Ключевые слова: томаты, регуляторы роста растений, Энергия-М, Биодукс, урожайность томата, абиотические факторы стресса, качество овощной продукции.

Цитирование. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю., Калмыкова О. В. Повышение адаптивности растений томата к абиотическим факторам стресса при применении регуляторов роста. *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 63-72. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-06.

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. Климатологические многолетние данные температуры говорят о серьезной экологической проблеме – глобальном потеплении.

Фактические данные, накопленные многими исследователями, неопровержимо доказывают и прогнозируют дальнейшее кардинальное потепление климата. Так, для регионов Поволжья по наиболее жесткому сценарию RCP 8.5 при составлении прогнозных изменений средних сумм активных температур (рисунок 1 (а)) можно наблюдать показатели суммы температуры для Волгоградской области на уровне показателей для Астраханской области в данное время. Саратовское Заволжье будет таким же теплым, как сейчас Волгоградская область, а Самарская область и Саратовское Правобережье – как нынешнее Левобережье [8].

Аналогичная ситуация складывается и по прогнозам для значений сумм осадков вегетационного периода сельскохозяйственных культур (рисунок 1 (б)) [8].

Поэтому противоречивая картина современного развития агросельскохозяйственного производства предопределяет потребность в разработках новых методик, аккомодированных к текущим условиям землепользования, то есть обеспечение растений оптимальными условиями влагообеспеченности и питательного режима почвы [1, 6].

За последние годы при возделывании сельскохозяйственных растений большое внимание уделяется приемам, с помощью которых можно воздействовать непосредственно на растительный организм. Особое значение в этом направлении имеет применение различных регуляторов роста растений [1]. Данные препараты оказывают стимулирующее влияние на растение, повышают ростовую активность, физиологические функции и защитные реакции организма, связанные с усилением обмена веществ,

стрессоустойчивость к неблагоприятным условиям (заболевания, вредители, заморозки, засуха и другие) [2, 3, 9, 13].

Рисунок 1 – Прогнозные варьирования средних сумм активных температур (а) и средних зональных сумм осадков теплого времени года (б) по сценарию глобального потепления RCP 8.5 для регионов Поволжья [8]

Figure 1 – Predicted variations of average sums of active temperatures (a) and average zonal sums of precipitation in the warm season (b) according to the scenario of global warming RCP 8.5 for the regions of the Volga region [8]

На основании изучения действия соединений на развитие растений ученые различных стран отмечают ряд практических приемов управления жизнедеятельностью растений, рекомендованных для использования в сельском хозяйстве, таких как низкие нормы расхода, экологичность, органическое происхождение и уменьшение нагрузки токсинами на живые и неживые объекты [5, 11, 12].

В зависимости от характера вызываемых препаратами биологических эффектов ассортимент регуляторов роста растений разнообразен. В мире в настоящее время над исследованиями и внедрением новых препаратов работают более 100 компаний: «Bayer CropScience» (Германия), «Valagro SpA» (Италия), «Arysta LifeScience Corporation» (Япония), «Biostadt India Limited» (Индия), «Koppert BV» (Нидерланды) и др. [5].

Инновационные средства защиты растений в нашей стране на 2019 год – более 95 торговых наименований регуляторов роста растений на базе 49 различных соединений препаратов включены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Современная агробиологическая наука представляет на выбор большую линейку препаратов, таких как Энергия-М, Мивал-Агро, Крезолан, Вигор Форте (на основе ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевой соли и ее композиций с 1-хлорметилсилатраном или макро- и микроэлементами), ОберегЪ, Биодукс, Проросток, Иммуноцитифит (на основе арахидоновой кислоты) [2, 9, 10].

Выявлено, что научно обоснованное применение регуляторов роста растений

является целесообразным приемом возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и овощных.

Цель исследовательской работы – научное обоснование влияния регуляторов роста при повышении стрессоустойчивости к факторам внешней среды на ростовую активность и защитные реакции растений томатов, его урожайность и качество в условиях гидротермической уязвимости климата Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. Исследования проводились в условиях лабораторного и полевых опытов (ИП Зайцев В. А. Городищенский район, Волгоградская область) в период с 2014 по 2019 гг. Объектом являлись растения томата гибрида Фоккер F₁. Опытные растения обрабатывались регуляторами роста Энергия-М и Биодукс на фоне внесения N₂₅₀P₁₀₀K₁₂₅.

Энергия-М – регулятор роста растений с действующим веществом – ортокрезоксиуксусная кислота триэтаноламмониевая соль + 1-хлорметилсилатран на основе активного кремния.

Биодукс – универсальный регулятор роста растений с функциями стимулирования защитных реакций, в состав которого входит липидный экстракт *Mortierella alpina*, обогащенный арахидоновой кислотой.

Контрольные растения опрыскивались водой. Семена растений томата перед посевом замачивали: в растворе регулятора роста Энергия-М на 30-40 минут, в растворе Биодукс – на 1 час (расход рабочего раствора – 2 л/кг), с последующими просушкой до сыпучести и посевом сеялкой Агроикола-1,4. Обработку растений осуществляли в течение вегетационного периода препаратом Энергия-М (15 г/га /300 г воды – опрыскивание растений в фазе 3-4 листьев и в фазе бутонизации – начала цветения 1-й кисти), препаратом Биодукс (5 мл на 400 г воды – опрыскивание растений в фазе цветения 1-й, 2-й, 3-й кисти).

Уход за культурой осуществляли в соответствии с общепринятой агротехникой.

Исследования в опыте выполнялись согласно «Методике полевого опыта в овощеводстве» [4].

Результаты исследований. В наших опытах, проводимых с целью изучения влияния регуляторов роста Энергия-М и Биодукс на развитие растений томата, мы имели возможность убедиться в устойчивости стимулированных растений к неблагоприятным факторам внешней среды.

Климат зоны исследований резко континентальный, с жарким, сухим летом, теплой и сухой осенью. Среднегодовая температура воздуха положительная и находится в пределах 7,5-8,2 °С. Самый жаркий месяц – июль со среднемесячной температурой воздуха 24,5-26,3 °С. Средняя температура воздуха трех летних месяцев – 23,5-26,8 °С. В сентябре температура понижается, но остается еще довольно высокой и равна 14,8-17,4 °С (рисунок 2).

Количество безморозных суток варьирует в пределах от 160 до 170, продолжительность теплого периода, с устойчивой средней температурой воздуха выше 0 °С и составляет в среднем 220-245 суток. Годовая сумма этого показателя составляет 3200-3400 °С.

В течение теплого периода наибольшая относительная влажность воздуха (65-70 %) наблюдается весной (апрель-май), наименьшая – менее 30-50 % – летом (июль-август).

Количество осадков в отдельные годы отличается от средней нормы в 1,5-2,0 раза. В среднем за вегетационный период выпадает 200-239 мм. Незначительное количество снега и весенне-летних осадков, общее термическое напряжение и высокая испаряемость летом приводит к острому дефициту почвенной влаги. Более половины осадков выпадает в теплый период с апреля по октябрь.

По гидротермическому коэффициенту 2014 г. характеризовался как сухой,

2015 г. – очень засушливый, 2016 и 2017 гг. – слабозасушливые, 2018 и 2019 гг. – очень засушливые.

Рисунок 2 – Гидротермические показатели периода исследований, 2014-2019 гг.

Figure 2 – Hydrothermal indicators of the research period, 2014-2019

При поливном ведении овощеводства климатические условия сухостепной зоны Нижнего Поволжья благоприятны для возделывания овощных культур, так как растения в первоначальные и последующие периоды развития нуждаются в постоянном поддержании предполивной влажности почвы на высоком уровне. Однако только в фазу биологической и технической спелости растения имеют потребность к повышенным температурам.

Высокие температуры влияли на образование цветков и завязей у обработанных регуляторами растений томатов. Наибольший процент опавших бутов и завязей приходился на растения без обработки, что объясняется неблагоприятными температурными условиями. Наименьший процент опадения завязей (18,7 %) приходился на период формирования первой кисти томатов, в варианте, где семена замачивались в растворе регулятора роста Биодукс при совместной обработке растений в течение вегетации (таблица 1).

На данном варианте происходило опадение цветов и завязей в значительно меньшей степени – на 16,1 %, чем у контрольных (34,8 %), что, естественно, вызывало повышение продуктивности плодов томата.

Цветение растений томата приходилось на самый жаркий и засушливый период, что отрицательно отражалось на завязывании плодов у растений на контрольном варианте – 34,8 и 59,3 %, соответственно в период формирования первой и второй кистей, при этом вызвав у них наибольший процент засыхания цветов и опадения завязей.

По отношению к низким температурам фиксировалось проявление устойчивости у обработанных препаратами растений. Нами был заложен опыт в теплице в период январь-март по изучению влияния регуляторов роста Энергия-М и Биодукс на развитие растений томата гибрида Фоккер F₁. Заморозки нанесли большой ущерб нашему опыту, едва его не погубив. В самые сильные морозы отопление в теплице было отключено. Температура понижалась до +2-+3 °C и даже до -1 °C. Это приводило, конечно, к приостановке всех жизненных процессов у растений томатов. В ре-

зультате от низких температур очень пострадали растения, не обработанные регуляторами роста (сформировавшиеся в это время кисти даже не зацвели), в то время как обработанные вскоре приняли свой обычный вид и продолжали цвести и плодоносить. К моменту созревания плодов картина вырисовывалась очень яркая, разительная. Стимулированные растения были покрыты сравнительно крупными зрелыми плодами (средний вес 45-50 г (Энергия-М) и 47-51 г (Биодукс)), а на растениях контрольного варианта были только единичные зрелые плоды, очень мелкие (средний вес 10-12 г). Таким образом, по отношению к низким температурам растения, обработанные регуляторами роста, оказались более устойчивыми, чем контрольные. При условии, если эти растения недлительный отрезок времени подвергались воздействию низких температур.

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на образование цветов и завязей у растений томата при воздействии высоких температур в период май-июль, (среднее за 2014...2019 гг.)

Table 1 – The effect of growth regulators on the formation of flowers and ovaries in tomato plants when exposed to high temperatures in the period may-july, (average for 2014 ... 2019)

№ п/п	Вариант опыта / Experience Option	I кисть / I brush			II кисть / II brush		
		количество бутонов / number of buds	количество плодов / number of fruits	% опадения бутонов / % bud drop	количество бутонов / number of buds	количество плодов / number of fruits	% опадения бутонов / % bud drop
1	Контроль (замачивание в воде) / Control (soaking in water)	36	28	34,8	31	14	59,3
2	Замачивание семян (Энергия-М) / Seed soaking (Energy-M)	42	32	27,6	39	18	41,0
3	Замачивание семян (Биодукс) / Seed Soaking (Biodux)	43	39	21,6	46	24	34,1
4	Обработка растений (Энергия-М) / Plant processing (Energia-M)	66	45	31,8	50	32	31,1
5	Обработка растений (Биодукс) / Plant treatment (Biodux)	67	48	23,3	51	37	29,2
6	Замачивание семян +Обработка растений (Энергия-М) / Замачивание семян +Обработка растений (Энергия-М)	69	50	19,3	53	39	28,5
7	Замачивание семян +Обработка растений (Биодукс) / Seed Soaking + Plant Treatment (Biodux)	72	53	18,7	55	41	27,3

Следовательно, действие регулятора роста находилось в тесной зависимости от условий внешней среды. Изменения температурных условий в сторону повышения или понижения не сказывались отрицательно на развитии и продуктивности растений, обработанных регуляторами роста. Наоборот, у последних отмечалось повышение устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Из данных таблицы 2 видно, что наименьший потенциал продуктивности плодов был получен на контрольном варианте без применения регуляторов роста.

Растения, обработанные препаратами, при данных неблагоприятных условиях давали высокие показатели продуктивности. На варианте комплексного использования препарата Энергия-М растения формировали повышенное количество бутонов и плодов, наблюдался низкий процент опадения завязи на растении, тем самым способствуя получению прибавки среднего веса плодов с 1 растения на 113,56 %, относительно контроля. Применение препарата Биодукс способствовало формированию наибольшему весу плодов с 1 растения – 746,74 г (120,12 %).

Таблица 2 – Продуктивность томатов при применении регуляторов роста при воздействии высоких температур в период май-июль, (+26 – +35 °С, среднее за 2014...2019 гг.)

Table 2 - Productivity of tomatoes when using growth regulators when exposed to high temperatures in the period May-July, (+ 26 – + 35 °C, average for 2014 ... 2019)

№ п/п	Вариант опыта / Experience Option	Общий вес плодов с 4-х растений, г / Total weight of fruits from 4 plants, g	Средний вес плодов с 1 растения, г / Average weight of fruits from 1 plant, g	В % от контроля / % Of control
1	Контроль (замачивание в воде) / Control (soaking in water)	1357	339,25	100
2	Замачивание семян (Энергия-М) / Seed soaking (Energy-M)	1802	450,50	32,79
3	Замачивание семян (Биодукс) / Seed Soaking (Biodux)	2063	515,75	52,03
4	Обработка растений (Энергия-М) / Plant processing (Energia-M)	2104	526,00	55,05
5	Обработка растений (Биодукс) / Plant treatment (Biodux)	2673	668,25	96,98
6	Замачивание семян + Обработка растений (Энергия-М) / Замачивание семян + Обработка растений (Энергия-М)	2898	724,50	113,56
7	Замачивание семян + Обработка растений (Биодукс) / Seed Soaking + Plant Treatment (Biodux)	2915	746,74	120,12

НСР 05

1,54

Нами были проведены биохимические анализы плодов на содержание витамина С, сухих веществ, сахаров и нитратов (таблица 3).

Анализ биохимических показателей доказал преимущество плодов, полученных на вариантах с предпосевным замачиванием семян в препаратах и обработкой растений в течение вегетационного периода.

Содержание нитратов на всех вариантах опыта было значительно ниже ПДК (150 мг/кг). Таким образом, применение регуляторов роста является экологически безопасным приемом повышения урожайности и качества овощной продукции.

Исследования опытных растений показали, что стимулирование растений томата регуляторами роста приводило к значительному повышению качества плодов этой культуры. Потенциал продуктивности томата гибрида Фоккер F₁ был отмечен на вари-

анте с предпосевной обработкой семян, а также некорневой обработкой растений в период роста и развития препаратом Биодукс.

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста на химический состав плодов томата, (среднее за 2014...2019 гг.)

Table 3 - Influence of growth regulators on the chemical composition of tomato fruits, (average for 2014 ... 2019)

№ п/п	Вариант опыта / Experience Option	Сухое вещество, % / Dry matter, %	Витамин С, мг/% / Vitamin C, mg /%	Сумма сахаров, % / The amount of sugars, %	Кислотность, % / Acidity, %	Нитраты, мг/кг / Nitrates, mg / kg
1	Контроль (замачивание в воде) / Control (soaking in water)	3,7	15,2	2,5	0,53	90,2
2	Замачивание семян (Энергия-М) / Seed soaking (Energy-M)	4,2	15,6	2,9	0,54	91,5
3	Замачивание семян (Биодукс) / Seed Soaking (Biodux)	4,8	15,8	3,0	0,56	95,8
4	Обработка растений (Энергия-М) / Plant processing (Energia-M)	5,3	16,3	3,1	0,57	96,3
5	Обработка растений (Биодукс) / Plant treatment (Biodux)	5,7	16,4	3,2	0,59	98,6
6	Замачивание семян +Обработка растений (Энергия-М) / Замачивание семян +Обработка растений (Энергия-М)	6,1	16,5	3,2	0,59	103,3
7	Замачивание семян +Обработка растений (Биодукс) / Seed Soaking + Plant Treatment (Biodux)	6,0	16,5	3,2	0,60	106,2

Выводы. Анализируя полученные данные, можно говорить о целесообразности применения регуляторов роста и конкурентоспособности растений томатов. Применение регуляторов роста Энергия-М и Биодукс на культуре томат является эффективным мероприятием получения экологически чистой продукции. Таким образом, внедрение препаратов Энергия-М и Биодукс в технологию возделывания томатов, учитывая результаты испытаний, в условиях пониженной влагообеспеченности вегетационного периода и повышенной температуры воздуха в Нижнем Поволжье, относится к высокоэффективным средствам повышения стрессоустойчивости сельскохозяйственных культур. Рекомендуются производителям высококачественной овощной продукции широко применять данные препараты на фоне достаточного минерального питания путем замачивания семян перед посевом и обработки растения в течение вегетационного периода.

Библиографический список

1. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, С. В. Убушаева, В. А. Батыров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2. С. 111-118.
2. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю. Влияние регулятора роста Энергия-М на рост, разви-

тие и продуктивность томата // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2017. № 4(36). С. 33-40.

3. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю., Калмыкова О. В. Повышение продуктивности и качества растений томата под действием регулятора роста // Известия ТСХА. 2018. Выпуск 6. С. 109-118.

4. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ВНИИО, 2011. 679 с.

5. Мировой рынок биостимуляторов растений к 2025 году достигнет 3,8 млрд. долларов США https://finance.rambler.ru/markets/43597574/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.

6. Проблемы орошения сельскохозяйственных угодий и их засоления в XXI веке / В. В. Корсак [и др.] // Аграрный научный журнал. 2016. № 8. С. 19-24.

7. Рамазанов Р. Р., Назаренко Д. Ю., Пожарский В. Г. Безопасное решение проблем агроценозов // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 7-8.

8. Сценарии глобального потепления и прогнозы изменений агроклиматических ресурсов Поволжья / В. В. Корсак [и др.] // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 51-55.

9. Шаповал О. А., Можарова И. П. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Защита и карантин растений. 2019. № 4. С. 9-14.

10. Effectiveness of Growth-regulator Energy-M By Seedlings of Tomatoes in Strict Arid Conditions of the Low Volga Region / A. Belyaev [et al.] // KnE Life Sciences. 2019. P. 1078-1087.

11. Kimura S., Sinha N. Tomato (*Solanum lycopersicum*): A Model Fruit-bearing Crop // Emerging Model Organisms: a Laboratory Manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2008. Vol. 1. P. 119-138.

12. Shivakumar S., Bhaktavatchalu S. Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the improvement of vegetable crop production under stress conditions (Book Chapter) // Microbial Strategies for Vegetable Production. 2017. P. 81-97.

13. The influence of the plant growth regulator maleic hydrazide on Egyptian broomrape early developmental stages and its control efficacy in tomato under greenhouse and field conditions / A. Venezian [et al.] // Frontiers in Plant Science. 2017.

14. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/globalnyi-rynok-biostimuljatorov-k-2019-godu-dostignet-2-52-milliarda-dollarov.html>.

15. <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudar-stvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov>.

Conclusions. Experimental data confirm the ability to increase the resistance of tomatoes under the influence of growth regulators to unfavorable environmental conditions. The use of growth regulators Energia-M and Biodux on tomato culture is an effective measure for obtaining environmentally friendly products. Thus, the introduction of Energia-M and Bioduks into the technology of tomato cultivation, taking into account the test results, under conditions of reduced moisture supply of the growing season and increased air temperature in the Lower Volga region, is a highly effective means of increasing stress resistance of agricultural crops. It is recommended for manufacturers of high-quality vegetable products to widely use these preparations against the background of sufficient mineral nutrition by soaking the seeds before sowing and treating the plant during the growing season.

References

1. Influence of agro-technical techniques on the growth, development and productivity of tomato in the conditions of the Lower Volga region / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, S. V. Ubushaeva, V. A. Batyrov // News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. 2017. No. 2. P. 111-118.

2. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu. The influence of the growth regulator Energia-M on the growth, development and productivity of tomato // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2017. No. 4 (36). P. 33-40.

3. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu., Kalmykova O. V. Increasing the productivity and quality of tomato plants under the influence of a growth regulator // News of the TSKhA. 2018. Issue 6. P. 109-118.

4. Problems of irrigation of agricultural lands and their salinization in the XXI century / V. V. Korsak [et al.] // Agrarian scientific journal. 2016. No. 8. P. 19-24.
5. Scenarios of global warming and forecasts of changes in agroclimatic resources of the Volga region / V. V. Korsak [et al.] // Agrarian scientific journal. 2018. No. 1. P. 51-55.
6. Litvinov S. S. Field experiment technique in vegetable growing. Moscow: VNIIO, 2011. 679 p.
7. https://finance.rambler.ru/markets/43597574/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.
8. Ramazanov R. R., Nazarenko D. Yu., Pozharsky V. G. Safe solution to the problems of agrocenoses // Plant protection and quarantine. 2017. No. 4. P. 7-8.
9. Shapoval O. A., Mozharova I. P. Plant growth regulators in agriculture // Plant protection and quarantine. 2019. No. 4. P. 9-14.
10. Effectiveness of Growth-regulator Energy-M By Seedlings of Tomatoes in Strict Arid Conditions of the Low Volga Region / A. Belyaev [et al.] // KnE Life Sciences. 2019. P. 1078-1087.
11. Kimura S., Sinha N. Tomato (*Solanum lycopersicum*): A Model Fruit-bearing Crop // Emerging Model Organisms: a Laboratory Manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2008. Vol. 1. P. 119-138.
12. Shivakumar S., Bhaktavatchalu S. Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the improvement of vegetable crop production under stress conditions (Book Chapter) // Microbial Strategies for Vegetable Production. 2017. P. 81-97.
13. The influence of the plant growth regulator maleic hydrazide on Egyptian broomrape early developmental stages and its control efficacy in tomato under greenhouse and field conditions / A. Venezian [et al.] // Frontiers in Plant Science. 2017.
14. <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/globalnyi-rynok-biostimuljatorov-k-2019-godu-dostignet-2-52-milliarda-dollarov.html>.
15. <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudar-stvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov>.

Author's Information

Kalmykova Elena Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory for Modeling Irrigation Technologies, Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture", 400002, Russian Federation, Volgograd, ul. them. Timiryazev, 9; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>, e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Petrov Nikolay Yuryevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department "Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Food", Federal State Budgetary Educational Institution Volgograd State Agrarian University, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky Prospect, 26; e-mail: npetrov60@list.ru

Kalmykova Olga Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Chair "Technology for Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering", Federal State Budgetary Educational Institution Volgograd State Agrarian University, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky Prospect, 26; e-mail: lelya.kalm.90@mail.ru

Информация об авторах

Калмыкова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, отдел оросительных мелиораций, лаборатория моделирования технологий орошения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>. e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Петров Николай Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: npetrov60@list.ru

Калмыкова Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Волгоградский государственный

******* ИЗВЕСТИЯ *******

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

№ 1 (61), 2021

аграрный университет, 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: lelya.kalm.90@mail.ru